



ID AERO

CONSEIL & PUBLICATIONS

Tableau de bord mensuel

Interview

Eric Trappier

Dassault Aviation

Dassault Aviation

Architecte intégrateur



Juin 2021
N° 6 / 2021

TBM AERO

L'aviation d'affaires

Tableau de Bord Mensuel ID AERO TBM AERO

Directeur de la publication

Jacques Delys

Rédacteur en Chef

Pierre Orlan

Rédaction

Gérard Briard, Jacques Delys,
Yvette Donas, Laurent Marragou,
Pierre Orlan
Edité par ID Aéro

Adresse

29 bis, rue Traversière
94140 Alfortville
RCS Créteil B 351 363 866
SARL au capital de 7 622 €
Tél. : 33 (0) 1 56 29 20 20

Abonnements

ID AERO
29 bis, rue Traversière
94140 Alfortville

Tarifs

Prix au numéro :
90,00 € HT 91,89 € TTC
Abonnement annuel :
790,00 € HT 806,59 € TTC
Réabonnement annuel :
790,00 € HT 806,59 € TTC

Imprimeur

Imprimerie MM
45, rue Pasteur
BP 4055 I
Vaux-Le-Pénil
77006 Melun Cedex

ISBN 1271-2264
Dépôt légal à date de parution
Numéro de Commission Paritaire :
0522 T 88979

© ID Aéro - 2021
Reproduction interdite
sauf autorisation préalable d'ID Aéro



ID AERO
CONSEIL & PUBLICATIONS



Analyse au vol

Vol à haute valeur ajoutée

C'est vrai qu'on a parfois tendance à l'oublier, mais l'aviation d'affaires occupe une part entière dans l'univers aéronautique. Elle a, elle aussi, ses légendes et ses belles histoires vraies – comme celle de Lindbergh choisissant le Mystère (Falcon) 20 pour équiper la Pan Am dirigée alors par un autre mythe (en plus de Marcel Dassault et de Charles Lindbergh), Juan Tripp.

Mais il faut toujours chercher derrière la légende. Qu'est-ce qui fait que les avions d'affaires occupent toujours une place à part dans le marché, une place qui a - tant bien que mal - résisté à la crise sanitaire actuelle, pourtant assassine pour le transport aérien, une place qui offre un avantage contra-cyclique intéressant, vs l'aéronautique classique ou l'aéronautique militaire (et Dassault peut témoigner sur longue période de cet avantage) ?

En fait, si l'aviation d'affaires échappe souvent à l'analyse des observateurs du secteur, c'est qu'elle véhicule, un peu malgré elle, quelques clichés : avions des riches, avions des stars, l'aviation bling-bling en quelque sorte, où la qualité des selleries de cuir importerait plus que la haute technologie des réacteurs, de la voilure et des commandes de vol. Injuste, forcément injuste. Car ce n'est pas par miracle que le nouveau Falcon 10X de Dassault pourra voler sans escale sur 7 500 miles nautiques soit 14 000 km et relier ainsi sans escale New York à Shanghai et Hong Kong, Los Angeles à Sydney, Paris à Santiago, le tout à 1 000 kilomètres/heures de moyenne, venant ainsi surclasser le champion des business jets très long courrier jusque là incontesté, le Gulfstream. Penser que ce déploiement de technologies sert avant tout à des PDG peu attirés par la promiscuité des compagnies commerciales ou par des stars du show-biz, c'est avoir la vue un peu courte.

La vraie raison d'exister des avions d'affaires, c'est de faire gagner de la valeur à ses propriétaires et utilisateurs. Voilà pourquoi ils servent surtout à transporter des équipes de pointe, équipes industrielles, techniques, financières, commerciales, dont la présence sur le terrain est indispensable pour faire avancer les dossiers. Des équipes dont le temps est précieux, trop pour être perdu en déambulations aéroportuaires et douanières, en correspondances longues et fastidieuses, en logistique chronophage et coûteuse. Si l'avion de combat est le plus sûr moyen pour gagner la paix et la sécurité, l'avion d'affaires est le plus sûr moyen de gagner de la valeur. C'est d'ailleurs la raison de son prix, mais aussi de ses conditions d'amortissement. Et c'est ce qui fait qu'il reste un produit attractif et son marché un créneau porteur, ce qu'a compris Dassault depuis plus d'un demi-siècle.

Pierre Orlan

Le 21 mai 2021



Interview d'Eric Trappier, PDG de Dassault Aviation



Le 53^e Salon du Bourget, du 17 au 23 juin 2019. Départ de Dassault Falcon Service pour les démonstrations en vol du Falcon 8X et du Rafale C.

ID Aero • « Avoir deux fers au feu », comme Dassault Aviation avec le Civil et le Militaire, n'est-ce pas ce qui vous a permis de naviguer sans trop de dommages, au milieu des turbulences actuelles, dont la plus redoutable, la Covid 19, a mis à genou bon nombre de sociétés réputées solides ?

Eric Trappier • Oui, chacune des crises que nous avons traversées - et il y en a eu depuis un siècle - a

démonstré la pertinence de notre modèle dual, à la fois civil et militaire. Avoir deux activités qui se fertilisent mutuellement sur les plans techniques et industriels, mais qui reposent sur des marchés aux cycles très différents, est un formidable atout.



Le 5 mars 2021, Éric Trappier, Président-directeur général de Dassault Aviation, présente les résultats annuels 2020 lors d'une conférence de presse.

Dassault Aviation conçoit et produit des avions militaires et des avions d'affaires à partir du même bureau d'études et des mêmes usines. Les hautes technologies issues des activités de défense ont de tous temps bénéficié aux activités civiles : les commandes de vol électriques, l'aérodynamique de pointe, les composites et même la fusion de données ont constitué autant d'innovations qui ont trouvé une application au sein de la famille Falcon. En retour, les avions civils ont suscité le développement de nouveaux processus dans le

domaine de la production, et de nouvelles compétences dans le domaine de la certification/sécurité.

Les acheteurs de Falcon étant essentiellement des entreprises, les cycles du marché civil sont, globalement, ceux de la macro-économie mondiale : des périodes de croissance de 5 - 10 ans qui alternent avec des périodes de contraction plus ou moins brutales. Les cycles militaires, dépendant d'évolutions géopolitiques et technologiques, sont très différents et beaucoup plus longs : quand on achète une flotte de combat, c'est pour 30 ou 40 ans... Comme ces cycles civils et militaires sont rarement synchrones. Les activités se sont compensées et ont permis à la société de surmonter de nombreuses crises.





Le Falcon 10X.

ID Aero • Pour autant, lancer un nouveau Falcon, le 10X, dans une période de crise comme celle que nous traversons, il faut y croire !



Eric Trappier • Chez Dassault, nous sommes des optimistes, c'est dans notre ADN ! Nous croyons en notre chance, depuis que Marcel Dassault est revenu de Buchenwald avec son trèfle à 4 feuilles, devenu l'emblème de la Société. Par ailleurs, l'aéronautique est une industrie de longue haleine. Nous avons travaillé sur le Falcon 10X bien avant le déclenchement de la crise sanitaire. Nous avons écouté nos clients qui nous ont exprimé leur besoin d'un tel avion. Le Falcon 10X sera prêt pour fin 2025 et répondra aux attentes du marché qui, à cet horizon, devrait être reparti à la hausse, dans le sillage de la reprise économique soutenue par les plans de relance aux Etats-Unis, en Asie et en Europe.

Je rappelle que le Falcon 10X sera plus qu'un nouveau grand pas en avant dans l'aviation d'affaires. Il sera sans conteste le meilleur business jet dans la catégorie des appareils à très long rayon d'action, et il le restera pendant longtemps. Avec une distance franchissable de 14 000 km (7 500 nm), le Falcon 10X pourra relier sans escale New York à Shanghai, Los Angeles à Sydney, Hong Kong à New York ou Paris à Santiago. Sa vitesse maximale sera de Mach 0,925. Il disposera de la cabine la plus spacieuse et la plus confortable du marché.

Il offrira la plus grande modularité dans sa catégorie, avec un choix de plusieurs configurations intérieures. Enfin, il collectionnera les innovations techniques, dont certaines issues du militaire : ailes en composite, commandes de vol numériques intégrant la gestion des moteurs, systèmes de sécurité inédits, systèmes de climatisation, pressurisation et insonorisation inégalés, etc.

Au-delà du cas du 10X, l'aptitude à préparer l'avenir et voir à long terme est vitale dans notre activité. Elle est peut-être plus développée chez nous qu'ailleurs car nous avons un actionnaire majoritaire extraordinairement fidèle et engagé. Je rappelle que Dassault Aviation est la seule entreprise aéronautique au monde encore détenue par la famille de son fondateur. Cette constance nous garantit un management très stable, en mesure de se concentrer sur les grandes décisions stratégiques. A titre d'exemple, je suis seulement le cinquième PDG depuis un siècle !





Vue numérique de la cabine du futur Falcon 10X.

ID Aero • Quelle est pour vous la raison d'être de l'aviation d'affaires ?

Eric Trappier • Les avions d'affaires, comme leur nom l'indique, servent à faire... des affaires. Ce sont des bureaux volants, des outils de travail avant tout. La répartition peut varier suivant les années, mais en moyenne 80 % de nos clients sont des entreprises, 10 % sont des entités étatiques (forces armées, agences gouvernementales, etc.) et 10 % des particuliers fortunés.

Dans la plupart des cas, il n'est donc pas question d'un luxe qui serait superflu mais d'une efficacité qui est indispensable. Cette efficacité peut passer par un certain confort car les vols durent parfois jusqu'à 16 h et il faut être dispo à l'arrivée. Elle peut passer aussi par la discrétion et la sécurité,

y compris sanitaire, que procure cette façon de voyager. Mais le plus gros avantage de l'aviation d'affaires, c'est le temps gagné : décollage depuis un petit aérodrome près de chez soi, formalités rapides, embarquement sans attente, trajet direct sans transit ni escale, travail à bord en équipe (téléphone, internet,...), atterrissage sur un petit aérodrome au plus près de la destination finale, récupération immédiate des bagages, voiture au pied de l'avion, etc. Un trajet un peu compliqué qui prendra deux jours par les lignes commerciales peut se faire en une demi-journée avec un Falcon.

La souplesse de l'aviation d'affaires par rapport à l'aviation de ligne est du même ordre que la souplesse de la voiture par rapport à l'autocar. Aux Etats-Unis, où il est né, le business jet est considéré comme l'attribut normal et nécessaire de toute entreprise internationale réactive et performante.



Moteur Rolls-Royce Pearl 10X.

ID Aero • À moyen-long terme, l'un des enjeux majeurs pour l'aviation civile, c'est la décarbonation. Comment Dassault Aviation appréhende-t-il ce sujet ?

Eric Trappier • Livrer les avions les plus efficaces, avec une consommation de carburant minimale, a toujours fait partie de l'ADN de Falcon. Nous considérons depuis longtemps les biocarburants (SAF) comme un aspect important de

cette philosophie. En 2009, avec le GAMA et l'IBAC, nous avons établi des objectifs environnementaux pour notre industrie : la réduction du CO₂ grâce à l'utilisation des SAF en faisait déjà partie, dans le cadre de l'engagement de l'aviation d'affaires sur le changement climatique. Aujourd'hui, les Falcon sont capables de voler avec jusqu'à 50 % de SAF à bord. Si nous voulons aller au-delà, nous devons effectuer des études techniques sur les systèmes embarqués (circuit de carburant, pompes, joints...) et sur les moteurs. Nous nous y employons. Le Falcon 10X que nous venons de lancer prend en compte l'objectif de 100 %.



Cérémonie de l'annonce du Falcon 10X.

Aujourd'hui, le problème ne se situe pas tant du côté des avions que du côté de l'offre. Alors que les gouvernements ont donné la priorité au développement du biodiesel pour le transport routier, il n'existe pas de soutien similaire pour la production de SAF. Nous avons peu de capacités de production en service dans le monde, aux États-Unis et en Europe du Nord. Mais de nouvelles raffineries de SAF sont à l'ordre du jour. Cela va certainement stimuler l'utilisation. Le deuxième point clé est le prix. Comme il s'agit d'une nouvelle technologie, sans incitations gouvernemen-

tales, elle est beaucoup plus chère. Mais je m'attends à ce que l'augmentation de la production de SAF au cours des dix prochaines années fasse baisser le prix et augmenter l'utilisation.

L'hydrogène est une nouvelle source d'énergie potentiellement importante. Le problème est celui de sa densité. Si nous voulons transporter suffisamment d'hydrogène dans un avion, nous devons le comprimer à des pressions très élevées ou le liquéfier à des températures très basses. Le consensus est que l'utilisation de l'hydrogène pourrait être limitée aux vols à courte et moyenne distance.

Par ailleurs, nous travaillons sur un large éventail de solutions concernant le vol lui-même : optimisation de trajectoire, direct-to-destination, mode de descente continue. Des systèmes de vision améliorés permettent d'éviter les remises de gaz. Le roulage en monomoteur est également envisageable. Tout cela peut être fait avec nos avions d'aujourd'hui.

Enfin, la conception aérodynamique avancée, les matériaux composites, les nouvelles approches numériques permettront également d'obtenir des avions plus efficaces et plus légers. Dans ces domaines, Dassault Aviation bénéficie des compétences et des outils utilisés pour ses avions militaires.

Si l'on combine toutes les solutions ci-dessus, alors le vol durable sera à portée de main.

ID Aero • Une question plus personnelle pour finir : à l'occasion du débat sur le SCAF, visiblement assez rugueux, beaucoup d'observateurs ont vu en vous un capitaine d'industrie très pugnace dans l'adversité. Quel est votre moteur ?

Eric Trappier • Chez Dassault, nous sommes patients, tenaces et nous disons les choses clairement. Si nous sommes fermes dans les négociations, c'est pour partir sur des

bases réalistes qui nous permettent, ensuite, de respecter nos engagements. Nous tenons beaucoup à cette réputation : nous livrons à l'heure, et dans le respect des budgets prévus, un matériel qui répond exactement au besoin exprimé. Alors oui, parfois, notre ton surprend. « La vérité est âpre et doit être dite âprement », disait le général de Gaulle. Dans l'aéronautique, on ne doit jamais mentir, sinon on perd l'avion, l'équipage et les passagers. Il n'y a pas de langue de bois chez nous.



Mercredi 10 mars 2021, audition de M. Eric Trappier, Commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées du Sénat.

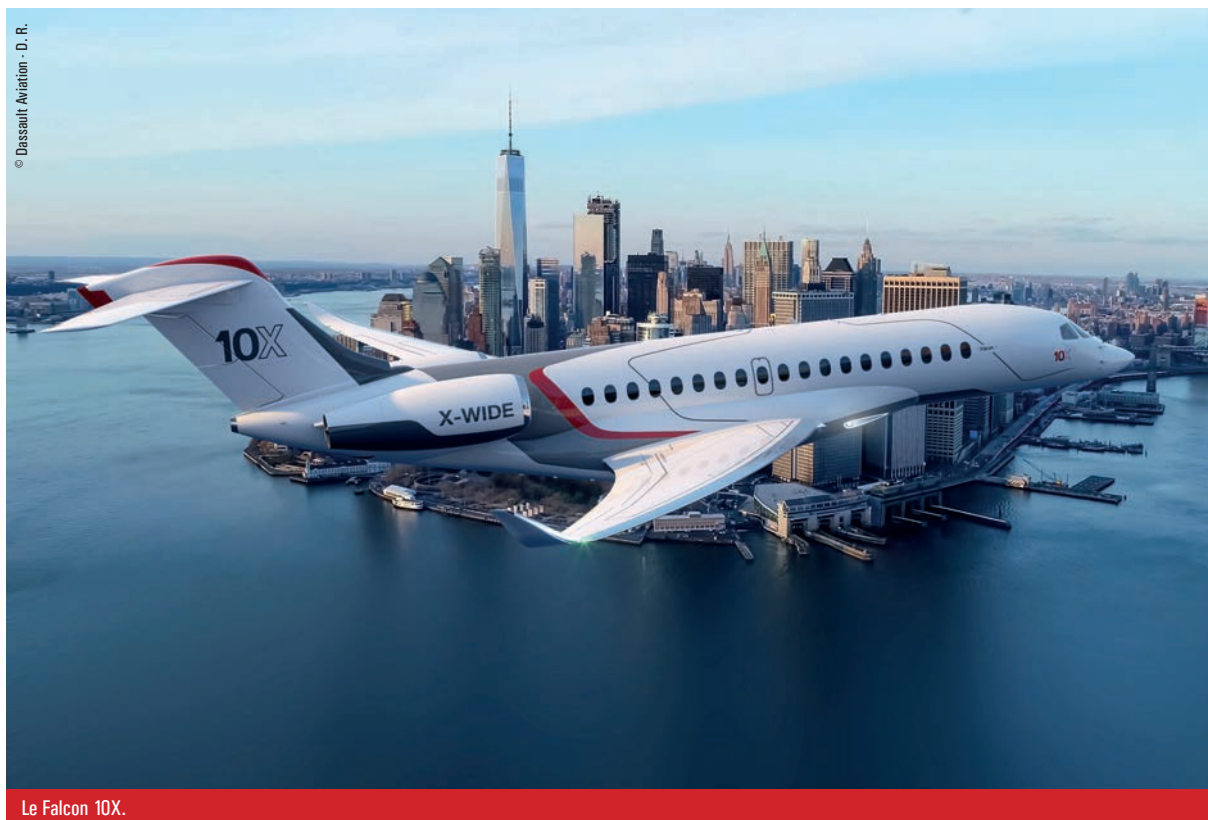
D. R.



Au-delà des hommes et de leur style, trois forces nous ont toujours aiguillonnés. D'abord, l'intérêt de notre pays, de son industrie aéronautique, de sa souveraineté militaire : je ne rappellerai pas ici tous les sacrifices qui ont été consentis par Marcel Dassault, sa famille et ses collaborateurs sur l'autel de l'honneur et du patriotisme le plus héroïque.

Ensuite, l'attachement à Dassault Aviation ; je souligne que nos salariés font toute leur carrière chez nous. Il n'y a pas de turn over. L'entreprise est efficace, ses réalisations en attestent. Elle est aussi sociale : c'était la volonté de Marcel Dassault, maintenue par mes prédécesseurs Serge Dassault et Charles Edelstenne et que j'ai à cœur de prolonger.

Enfin, la passion aéronautique : elle est notre raison de vivre. Nous avons tous, chez Dassault, la passion de l'aviation civile qui rapproche les hommes ; la passion de l'aviation militaire qui défend la liberté ; la passion de la solution technique élégante, de l'aérodynamique parfaite, de la performance fiable. Jamais nous n'oublions ce principe fondateur de Marcel Dassault : « Chaque fois qu'un avion est beau, il vole bien ». Nos Falcon et Rafale le démontrent admirablement et nous ne nous lassons jamais de les voir traverser le ciel.



Le Falcon 10X.



Analyse L'aviation d'affaires

Dans le numéro de mai 2020 du TBM, nous avons évoqué le rôle des Jets d'affaires durant la période de crise du Covid-19. Nous y avons montré que ces Jets ne sont pas, comme on pourrait le croire, des avions réservés aux PDG, aux milliardaires, mais des avions dont l'activité est consacrée à des liaisons de travail : déplacements d'ingénieurs, de techniciens, de spécialistes.

Dans le présent numéro, nous livrons à nos lecteurs une analyse plus complète de l'aviation d'affaires, à l'échelle mondiale. Nous pensons que ce complément est utile, car, si on parle beaucoup de l'aviation commerciale et des compagnies aériennes, on parle beaucoup moins de l'aviation d'affaires. Notre analyse porte essentiellement sur la flotte mondiale de Jets. Nous nous référons à la société Dassault Aviation qui, grâce aux Falcon, est, avec Pilatus, le seul avionneur d'avions d'affaires à réaction restant en Europe.

Dans les pages suivantes, vous trouverez nos réponses sur les sujets suivants :

Aspects généraux de l'aviation d'affaires

- Importance de l'aviation d'affaires au sein de l'aéronautique mondiale.
- Évolution de la flotte de Jets d'affaires au cours du temps et au travers des crises.
- Historique des livraisons et des chiffres d'affaires. Corrélation entre les livraisons et les profits des sociétés US.

Le marché des jets d'affaires

- Le marché de l'aviation d'affaires : gammes, zones géographiques, populations, cultures sociales.
- État de la concurrence : répartition du marché, comparaisons dans le haut de gamme.
- MRO. Modèle économique, différences avec l'aviation commerciale de ligne.

Technologie

- Caractéristiques techniques des avions d'affaires : capacité, autonomie, masse...

Que penser des projets d'avions d'affaires « électriques » ?

Que penser des projets d'avions d'affaires supersoniques ?

Que penser de la motorisation à l'hydrogène ?

Avenir

- Quel avenir probable pour l'aviation d'affaires ?
- Quel rêve peut-on poursuivre en 2021 pour l'aviation d'affaires ?

AVERTISSEMENT : la présente étude a été réalisée en interne par une équipe ID AERO. Son contenu et tous les avis émis notamment sur les projets futuristes sont sous l'entière et unique responsabilité d'ID AERO. L'introduction de ce TBM spécial par une interview inédite du Président de Dassault Aviation Éric Trappier que nous remercions, ne doit prêter à aucune confusion.

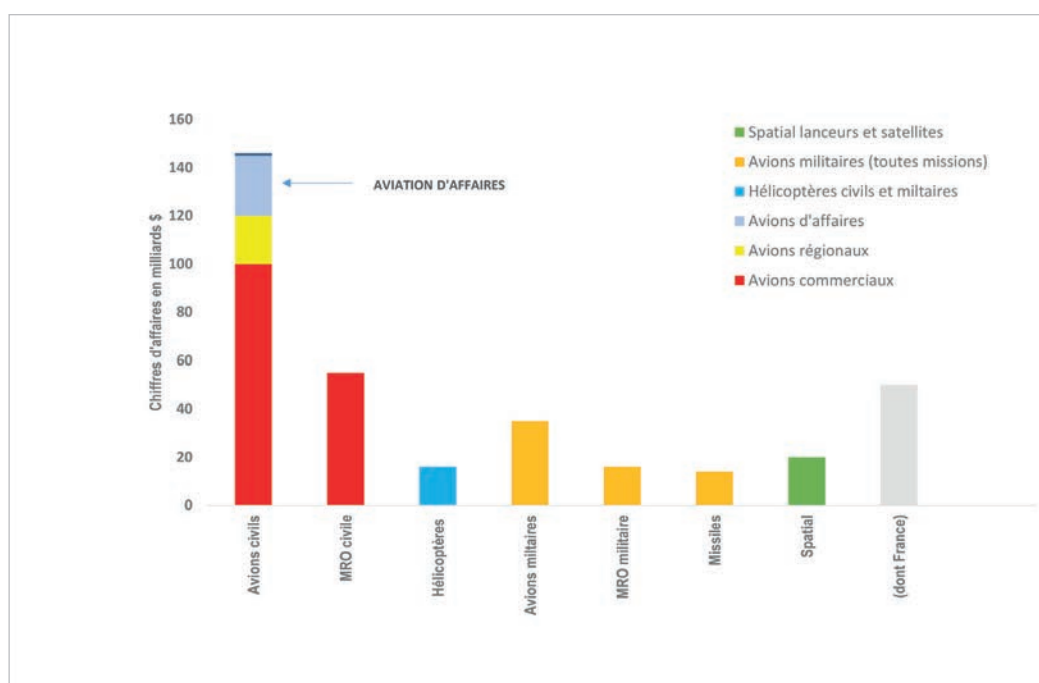


Quelle est l'importance de l'aviation d'affaires dans l'ensemble de l'aéronautique ?

Le graphique ci-dessous illustre la place occupée par l'aviation d'affaires au sein de l'aéronautique mondiale. Cette place peut sembler modeste en comparaison de l'aviation civile de ligne. Cette dernière a connu une très forte croissance pour répondre aux besoins de la population mondiale en transport aérien. Elle a même connu une accélération entre la crise des subprimes (2008) et celle du Covid-19 (2020). Dans les pages suivantes, nous verrons que la croissance de l'aviation d'affaires n'a rien à envier à sa consœur civile de ligne. De surcroît l'aviation d'affaires occupe un créneau bien particulier : elle répond à un besoin spécifique de l'économie que nous décrivons ci-après.

Panorama aéronautique mondiale

Chiffre d'affaires annuel en milliards de dollars (ordres de grandeur)



Avec ses soixante ans d'existence, l'aviation d'affaires est encore jeune comparée au reste de l'aviation qui en a le double. Elle a pris naissance aux États-Unis comme réponse à un besoin de l'industrie américaine : nécessité de se rendre pour le travail sur les lieux éloignés.

Aperçu de l'aviation d'affaires dans les années 1960

Aux États-Unis. Les Américains adaptèrent des avions venant de l'aviation militaire de la Seconde Guerre mondiale. Puis, le besoin se précisant (aller rapidement et confortablement d'un bout à l'autre de cet immense pays), les avionneurs, Grumman en particulier, planchèrent sur la question. En 1958, Grumman sort le Gulfstream I, un turboprop, 12 places, croisant à 300 kt, avec une autonomie de 2 800 km. Il sera suivi de près par le Gulfstream II, propulsé par des réacteurs. Cette fois, c'est un vrai Jet d'affaires, de 14 places, croisant à M 0.85 à 45 000 ft et disposant d'une autonomie de 6 600 km permettant, d'un coup d'aile, de joindre les deux côtes des États-Unis.

En France, la firme Morane Saulnier, lança, en 1954, le célèbre « PARIS » petit Jet de 4 places, propulsé par deux réacteurs Turbomeca « Marbore ». Il croisait à M 0.65 soit 695 km/h, à 40 000 ft et avait un



rayon d'action de 1 740 km. Les 157 « PARIS » sortis de chaîne auront une longue carrière jusqu'à nos jours. L'armée, les sociétés appréciaient ce petit Jet de liaison très commode.

État de l'aéronautique des années 1960, lors de la naissance de l'aviation d'affaires.

Connaissant la situation du trafic aérien des années actuelles avec 4,5 milliards de passagers, il est très difficile d'imaginer ce que pouvait être ce trafic, il y a soixante ans. En fait, il était insignifiant.

Avec 100 millions de passagers, soit l'équivalent de seulement 2 % du trafic d'aujourd'hui.

Dans le ciel, on voyait surtout des Boeing 707, des DC8, des Comet et quelques Caravelle. Les USA dominaient la planète à 95%, le Boeing B707, de 150 places naviguant à 981 km/h, avec une autonomie de 6 800 km, connaissait un succès fulgurant.

La flotte mondiale d'avions civils se limitait à 414 avions (174 Boeing, 111 McDonnell Douglas 59 autres ! (près de 30 000 actuellement).

De cet environnement, se détache l'apparition des premiers réacteurs vraiment « avionnables ». Ils sont nés en Angleterre et feront longtemps la gloire du motoriste Rolls-Royce. Souvent lancés pour des applications militaires ils furent vite adaptés aux applications civiles. Leurs noms sont encore connus de nos jours NENE (1944), AVON (1953), SPEY (1959). Même si les performances de ces premiers réacteurs laissaient encore à désirer, c'est pourtant grâce à eux que l'aviation de ligne « s'envola ». Quant aux Jets d'affaires, leur exigence en matière de motorisation est plus difficile à satisfaire. Le volume de leurs nacelles est réduit et le rendement plus difficile à obtenir avec des diamètres moteurs réduits. Volant plus haut que les avions de ligne (40 à 50 000 ft) les moteurs des Jets d'affaires doivent avoir des compresseurs adaptés (étage centrifuge).



Un homme en embuscade

Depuis son bureau des Champs-Élysées, Marcel DASSAULT a pressenti que l'aviation d'affaires connaîtrait un grand développement.

Il suit attentivement ce qui se passe aux États-Unis. Il sait que le marché futur sera là-bas, en grande partie.

Il attend son heure.

En effet, si la conception et fabrication de la cellule ne lui cause aucun souci compte tenu de l'expérience engrangée avec les appareils militaires, il en va autrement de la motorisation.

Comme il ne doute de rien, il se lance dans la conception d'un moteur, mais s'aperçoit assez vite que ce n'est pas son métier.

L'industriel au chapeau, grand visionnaire, avait vu juste sur l'avenir de l'aviation d'affaires. Son fils Serge fut dépêché aux États-Unis pour y faire la promotion du Falcon 20. Il s'acquitta de cette mission avec succès.

Pour s'en convaincre, il suffit de parcourir les pages suivantes illustrant cette évolution.

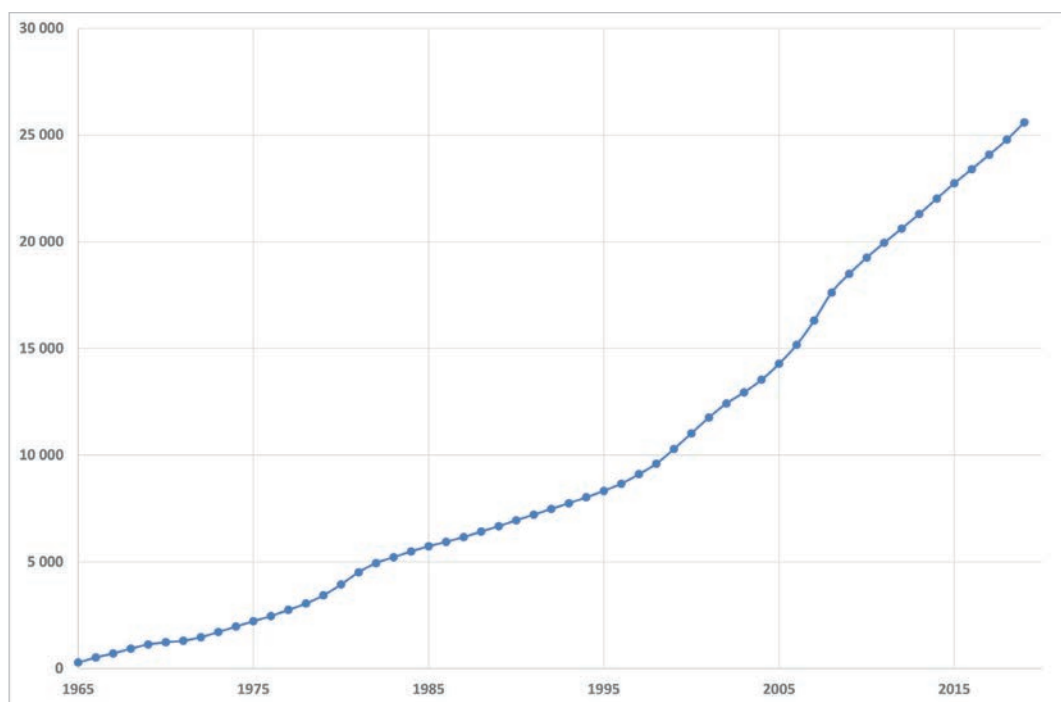


Évolution de l'aviation d'affaires au cours du temps et au travers des crises

On peut situer la naissance de la flotte de Jets d'affaires en 1963. Le graphique ci-dessous illustre sa croissance continue depuis cette date jusqu'à nos jours.

Jets d'affaires

Évolution de la flotte mondiale en nombre d'avions



La flotte totale de Jets d'affaires produite de 1963 à nos jours, est de l'ordre de 26 000 appareils soit environ 22 000 Jets en service. C'est un chiffre remarquable qui s'apparente à celui de la flotte d'avions de ligne en service. **L'aviation d'affaires, loin d'être une simple niche, est un véritable secteur à part entière dans l'aéronautique.**

L'analogie entre Jets d'affaires et avions de ligne va plus loin. Leurs taux de croissance respectifs des flottes ont suivi historiquement des valeurs identiques. Ces taux dépassaient les 10 % annuels durant leurs phases de décollage (avant 1980 pour les Jets d'affaires). Puis des taux compris entre 5 % et 10 % durant leurs phases de développement. Enfin, des taux de 3 à 5 % actuellement. Il s'agit bien des taux de croissance de la flotte en service. Attention cette baisse des taux est tout à fait normale et les taux de croissance de 3 % à 4 % sont des taux élevés, car ils portent sur des flottes de 22 000 avions.

Cette présentation, évolution de la flotte, a cependant l'inconvénient de voiler l'impact des crises qui ont ponctué les soixante dernières années. Le graphique suivant y remédie ; il représente les livraisons annuelles. Avec cette présentation on retrouve l'aspect cyclique, bien connu.



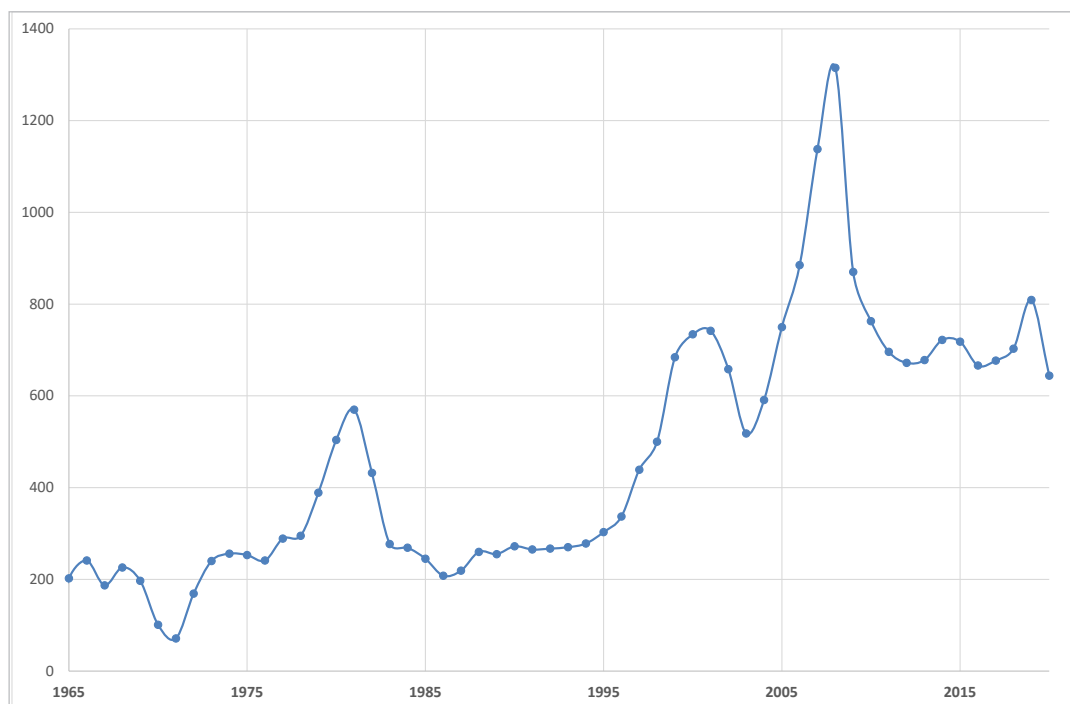
Historique des livraisons annuelles de Jets d'affaires et CORRÉLATION

Avec le graphique ci-dessous, nos lecteurs retrouveront la forme des courbes de la production aéronautique dont nous parlons si souvent dans les colonnes du TBM.

Comme pour l'aviation civile de ligne, les crises de 2001, 2003, 2008 apparaissent nettement avec des chutes très importantes des commandes et des livraisons (moins 30 % en un an, voire plus)

Livraisons mondiales annuelles

En nombre de jets d'affaires



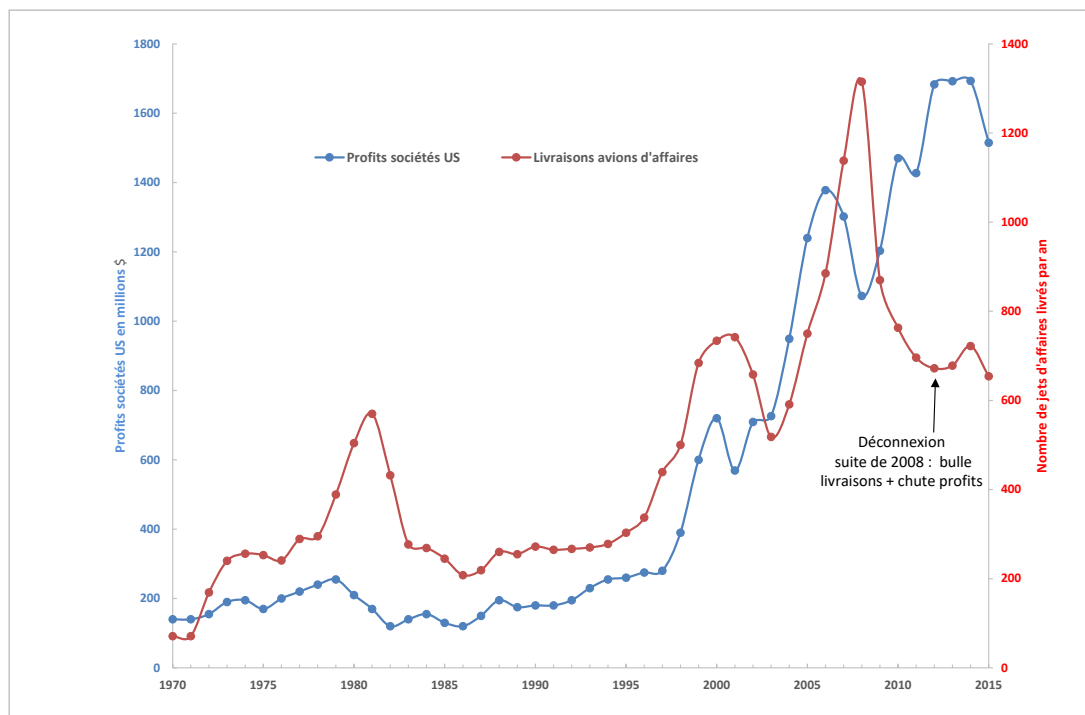
Quelles conclusions peut-on tirer de l'examen de ce graphique ?

Les cycles se répartissent autour d'une ligne moyenne croissante suivant un taux dont nous avons parlé plus haut (moyenne historique 5 %).



Aviation d'affaires

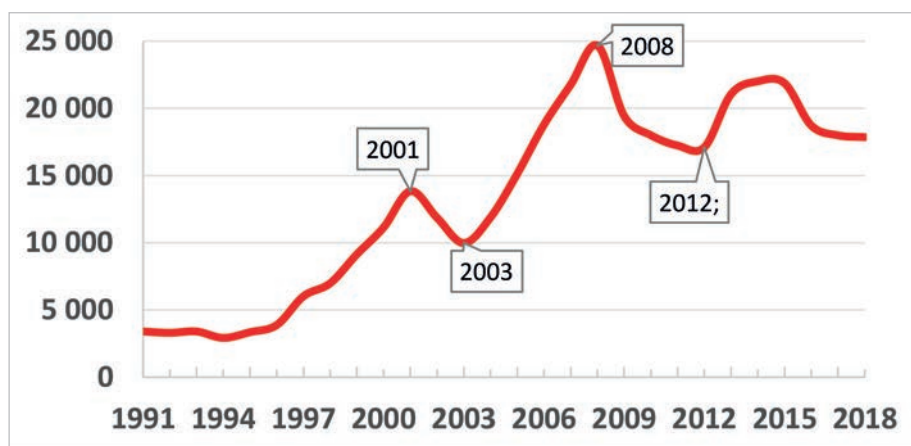
Corrélation entre livraisons et profits des sociétés US



Par ailleurs, l'aspect cyclique amène cette question : quelle est l'origine de ces montagnes russes ? À la différence de l'aviation de ligne, les oscillations ne sont pas toutes corrélées aux crises, conflits... **L'aviation d'affaires est avant tout corrélée aux résultats des sociétés US (voir le graphique ci-dessus).**

Historique des livraisons annuelles (EN M\$).

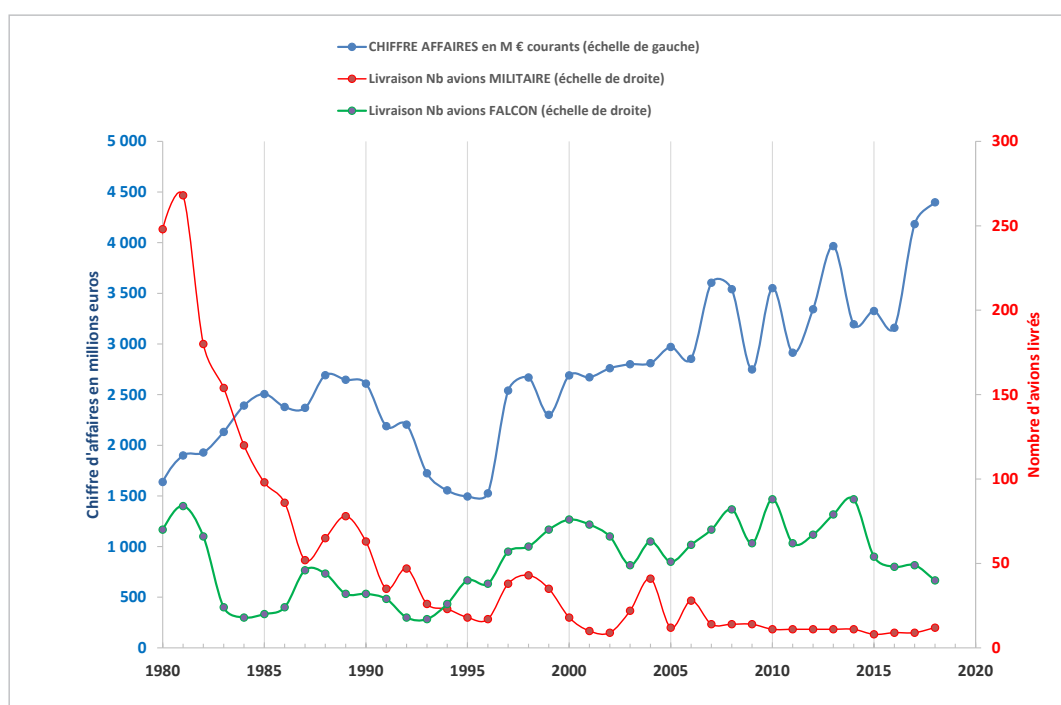
Livraisons mondiales des jets d'affaires en M\$



Le graphique ci-dessus montre l'effet des crises. Le SRAS provoque une chute de près de 30 % sur la période 2001-2003. La crise des subprimes en 2008 provoque une chute de plus de 30 %.



Chiffre d'affaires et nombre d'avions livrés



Au vu du graphique ci-dessus on devine aisément que les avionneurs mono-produit (avions d'affaires) furent soumis, au cours du temps à de rudes épreuves. Dassault Aviation dont nous suivons le parcours, dans cette étude, a appliqué la vieille règle des activités à contrecycle, comme le civil et le militaire ou les études et la fabrication. On remarquera sur le graphique ci-après que cette règle a permis à Dassault Aviation d'échapper aux deux grandes crises de 2001 et de 2008 et de maintenir une croissance quasi constante de son chiffre d'affaires. Pour la petite histoire, il y a quelques années, la société Dassault avait lancé un plan de séparation de ses activités civile et militaire. Le plan ne vécut que ce que vivent les roses, l'espace d'un matin. L'évidence est que si Dassault se maintient, c'est grâce à ses deux poumons Mirage et Falcon.

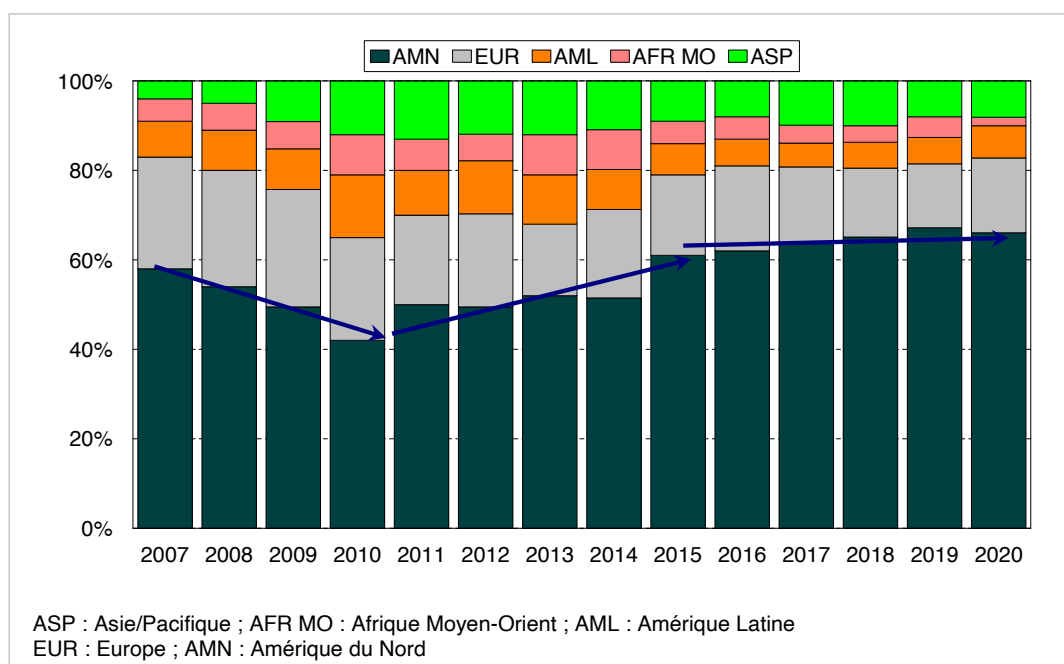


LE MARCHÉ DES AVIONS D'AFFAIRES

Les zones géographiques.

Le marché des avions d'affaires se situe à plus de 60 % aux États-Unis. On a pu croire au cours des années 2007 à 2010, à une perte d'influence du marché nord-américain, c'était une erreur. Les États-Unis ont repris et même conforté leur position dominante (voir graphique ci-dessous)

Répartition géographique des ventes de jets d'affaires



Autres remarques à partir du graphique ci-dessus :

En Europe, on attendait une percée, car on pensait que la culture européenne dans le domaine des affaires allait copier celle des Américains. Il n'en a rien été. L'Europe n'a pas gagné de parts de marché ; elle en a plutôt perdu. Ceci est probablement le résultat du développement des lignes de chemin de fer TGV. S'y ajoute une culture très critique à l'égard de tout ce qui passe pour riche (les Jets d'affaires en font partie), sans parler de l'hostilité ouverte à l'avion, en général, qui se propage en Europe.

L'Asie Pacifique qui avait récupéré une partie des parts perdues par l'Amérique a régressé et se stabilise autour de 5 %.

Le Moyen-Orient : même scénario qu'en Asie Pacifique.



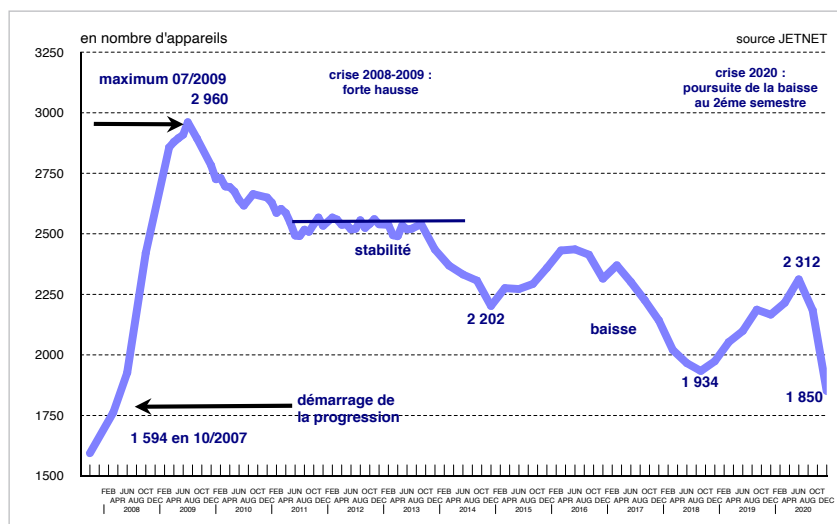
Tenant compte de cette position dominante des USA dans le marché des avions d'affaires, notre avionneur de référence, Dassault Aviation, s'y est installé très tôt. Le siège social de Dassault Falcon jet est à Teterboro (New Jersey), il coordonne le marketing et les ventes sur la zone Amérique. L'usine de Little Rock (Arkansas) est le plus grand centre industriel du groupe pour l'aménagement et la maintenance.

Les zones Europe, Asie, Moyen-Orient, Afrique restent sous le contrôle de Dassault Aviation France (Saint-Cloud, Mérignac, Le Bourget).



Le marché d'occasion des Avions d'Affaires

Évolution des jets d'affaires disponibles à la vente



Le marché de l'occasion sert d'indicateur sur la santé du marché global de l'aviation d'affaires.

Durant l'année 2008, suite à la crise des subprimes, les avions d'affaires mis en vente étaient passés de 1 500 à 2 960 appareils, atteignant un record de près de 18 % de la flotte en service.

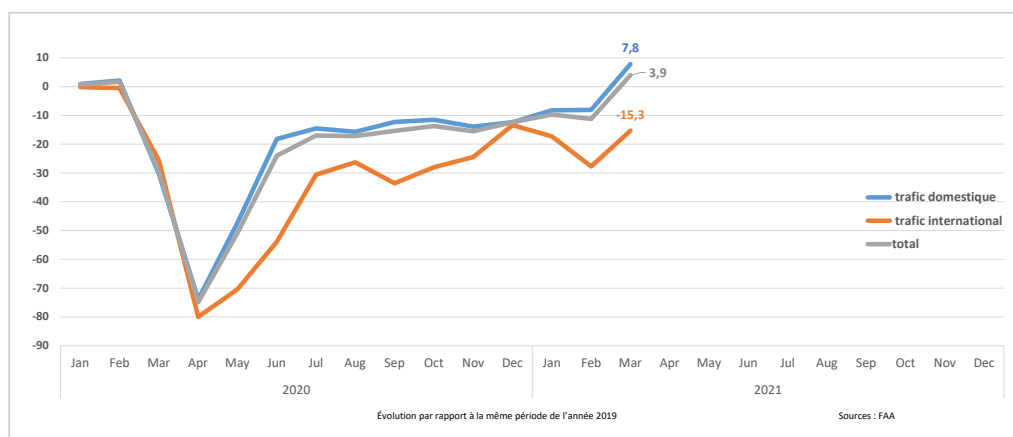
Depuis 2009, le nombre d'avions d'affaires mis en vente a décru progressivement, jusqu'à nos jours (2021), passant de 2 960 à 1 850 avions soit de 18 % à 8 % de la flotte en service.

La plupart des observateurs considèrent qu'il s'agit d'un bon signe pour le marché global de l'aviation d'affaires. Les acheteurs d'avions d'occasion de la décennie écoulée sont des clients potentiels pour l'acquisition d'avions de première main pour les années à venir.

Un autre indicateur vient corroborer cette analyse sur la santé robuste du marché de l'aviation d'affaires. C'est la résilience de cette activité face au Covid. Le graphique ci-dessous montre la remontée spectaculaire du nombre de vols des jets d'affaires, aux États-Unis (identique pour l'Europe). Ceci à la grande différence de l'aviation de ligne qui est à la peine pour remonter au-dessus de la barre des 50 % du trafic 2019.

Évolution du nombre de vols de jets d'affaires aux USA

en mars, le trafic domestique est repassé au-dessus du niveau 2019





Les différentes gammes d'avions d'affaires.

On peut classer les avions en trois gammes (entrée, milieu et haut) censées répondre aux différents besoins de la clientèle. Précisons que ce classement n'est pas le seul existant et que les avionneurs ne se privent pas d'adopter le classement qui leur convient.

Entrée de gamme

Leur masse au décollage ne dépasse pas 10t

Leur nombre de sièges varie de 4 à 7

Leur rayon d'action 2 000 NM (3 700 km)

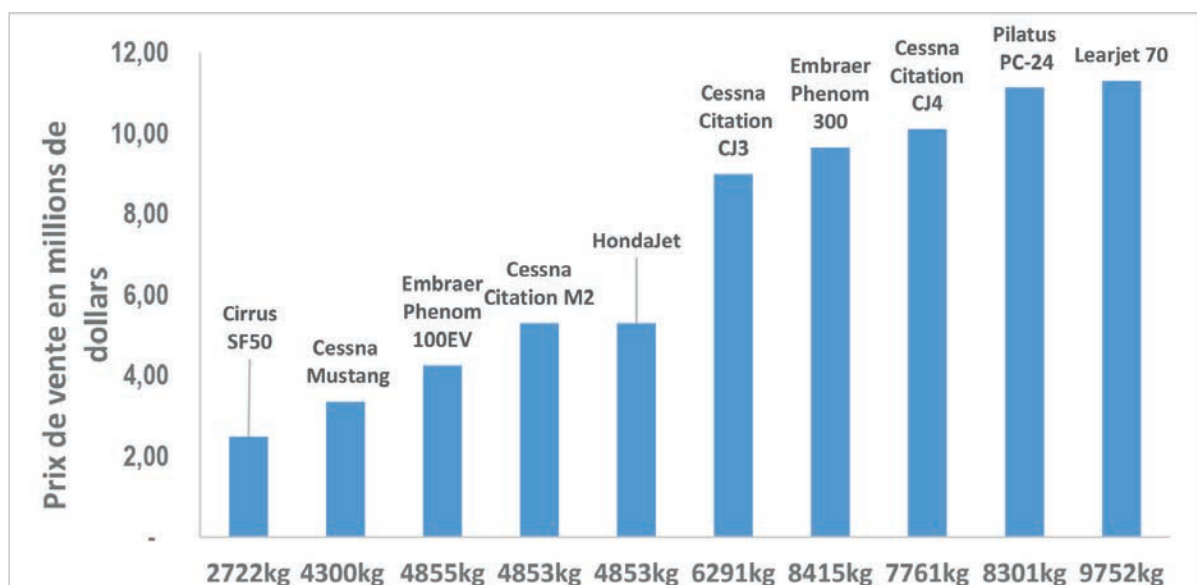
Avionneur Cessna avec sa série Citation

Motoristes Williams et Pratt & Whitney

Ils se louent entre 1 000 et 2 000 \$/heure

Jets d'affaires Entrée de gamme

Prix en fonction de la masse maxi au décollage





Le milieu de gamme

Leur masse au décollage : entre 10t et 20t.

Leur nombre de passagers va jusqu'à 9

Leur rayon d'action : 3 000 NM soit 5 500 km

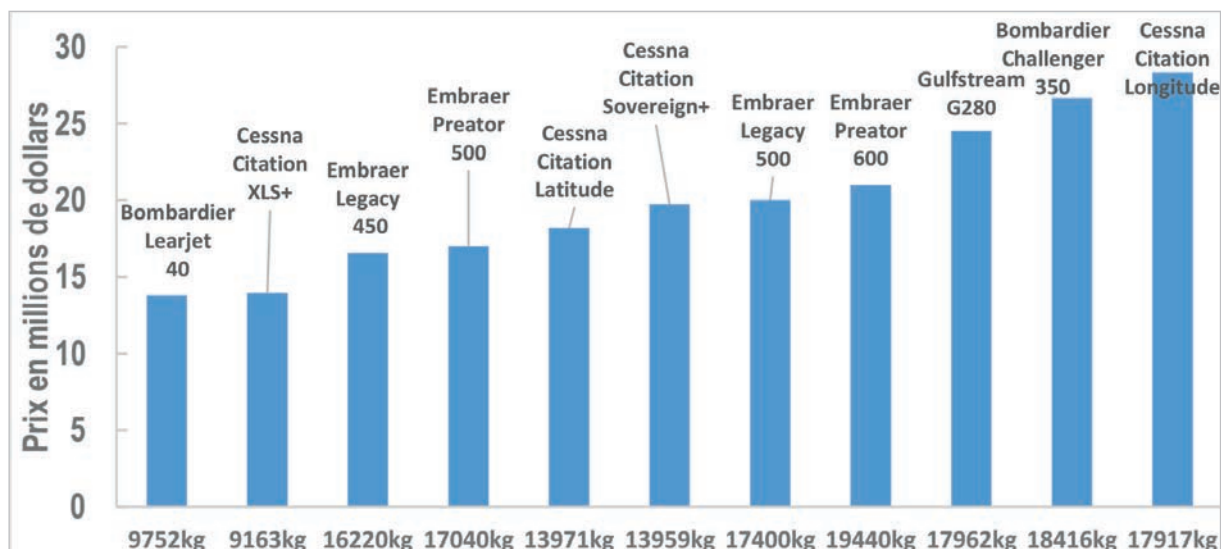
Le marché du milieu de gamme est partagé entre : Cessna, Bombardier et Embraer.

Les motoristes ; Honeywell et P&W

Ils se louent entre 2 000 et 3 000 \$/heure.

Jets d'affaires Milieu de gamme

Prix en fonction de la masse maxi au décollage





Le haut de gamme

Masse entre 20 à 50t

Nombre de sièges 19

Rayon d'action 7000NM

Marché détenu par :

Gulfstream

Bombardier

Dassault (vert graphé)

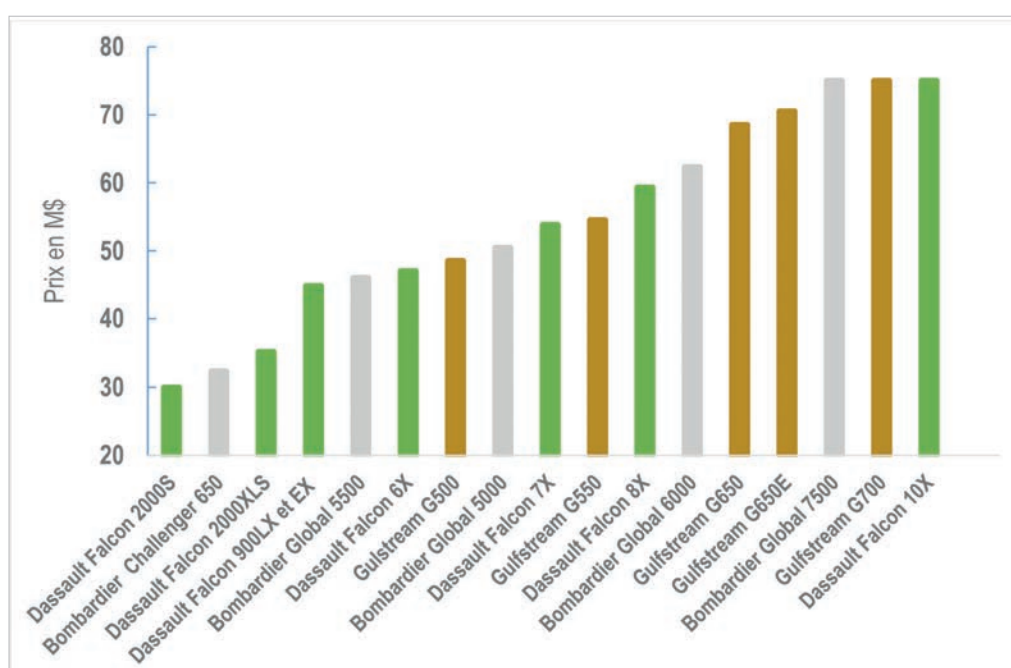
Motoristes P&W, GE, RR

Prix entre 30 et 75 M\$

Location 3 000 à 5 000\$/h

Jets d'affaires Haut de gamme

Prix en millions de dollars



Dassault Aviation, après ses débuts dans l'aviation d'affaires avec le Mystère 20 en 1963, va orienter son activité vers le haut de gamme. Le graphique ci-dessus illustre sa présence sur ce marché. Présence qui s'est étendue de façon progressive avec le Falcon 2000 et qui croît en distance franchissable avec les nouveaux modèles 7X, 8X et bientôt 6X.

Jusqu'ici, Dassault Aviation était resté à l'écart de la gamme dite Global détenue par Bombardier. Il a préféré s'en tenir au marché du très haut de gamme qui reste très lucratif. Avec plus de 200 avions livrés chaque année le haut de gamme représente 40 % du total des Jets d'affaires. En valeur, Gulfstream, Bombardier et Dassault réunis s'adjugent près de 80 % du total mondial des Jets vendus dans le monde.

La course vers le très haut de gamme est lancée. Bombardier y est installé depuis l'origine. Ses derniers nés Global 7500 et 8000 affichent une distance franchissable de l'ordre de 14 000 km. Gulfstream a surmonté le crash de 2011 et marque des points avec le G650 frôlant lui aussi les 14 000 km à condition de voler au Mach raisonnable de 0.85. Dassault Aviation, malgré ses déboires avec le 5X, reste dans la course vers le haut. Nous en saurons plus avec le dévoilement du Falcon 10X (voir page 24).



État de la concurrence dans le haut de gamme

Le haut de gamme qui représente environ les 2/3 du chiffre d'affaires des business jets met en compétition l'américain GULFSTREAM, le Canadien BOMBARDIER et le français DASSAUT AVIATION.

La bataille se déroule sur plusieurs terrains : distance franchissable, prix, masse maxi au décollage...

Le haut de gamme peut être divisé en 4 segments selon le prix du jet d'affaires.

Décomposition et importance des ventes du Haut de gamme

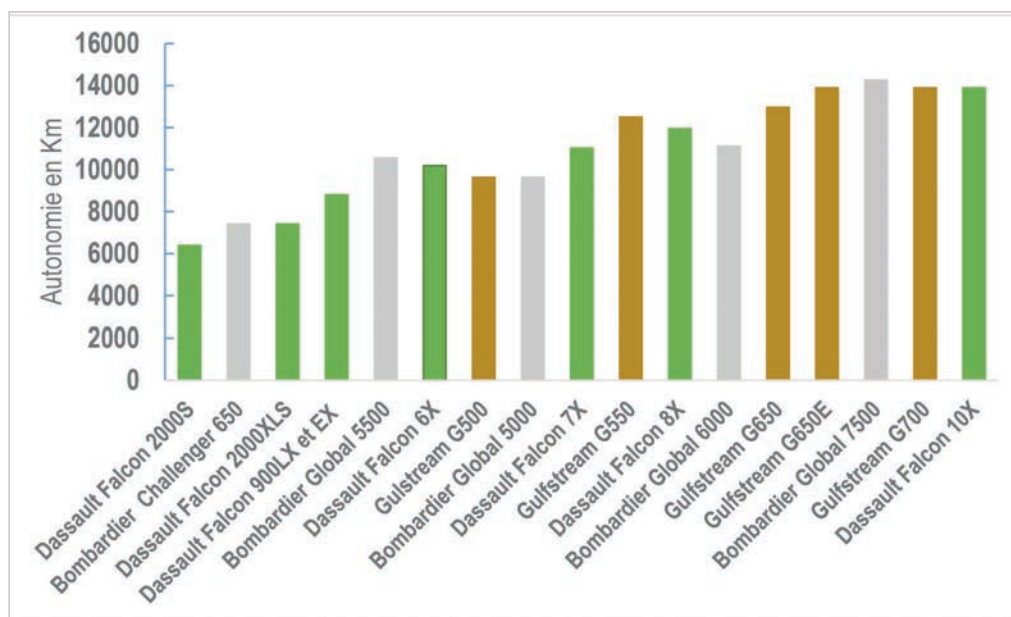
Selon le prix de l'appareil

Prix du business jet	2016-2017	2019-2020	évolution
30-40 M\$	16%	8%	-
40-50 M\$	6%	12%	+
50-62 M\$	40%	35%	-
63-75 M\$	37%	45%	+
	100%	100%	

Le segment 63-75 M\$ a connu une forte progression ces cinq dernières années.

Jets d'affaires Haut de gamme

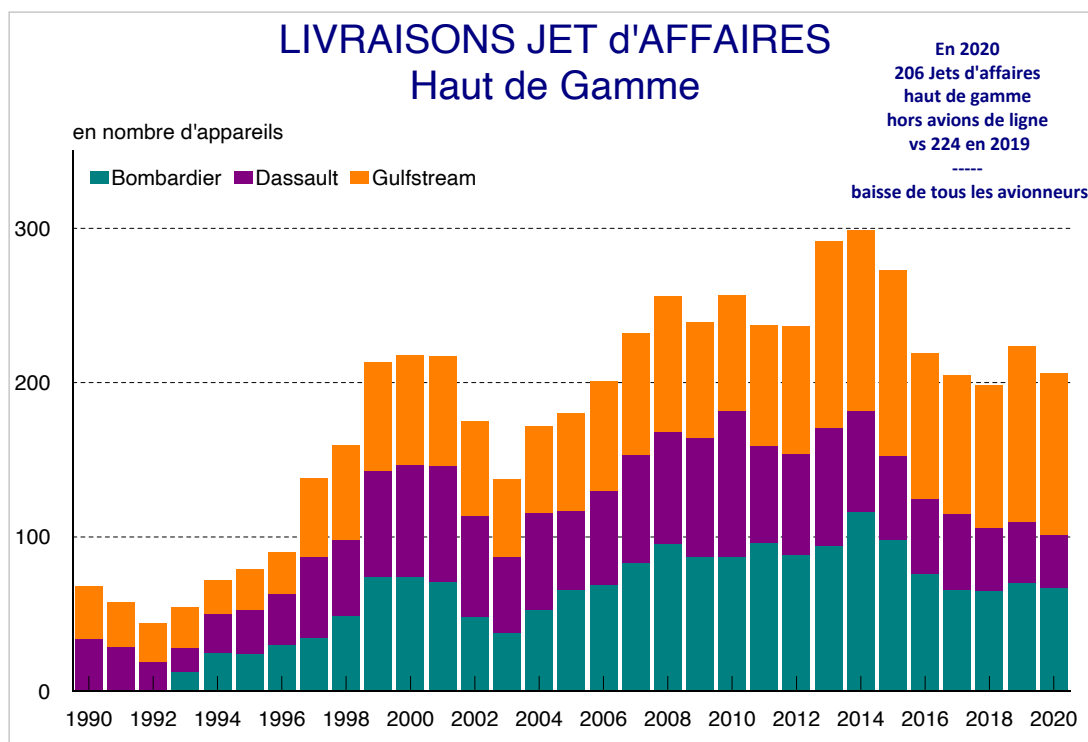
Distances franchissables en Km



Les graphiques ci-dessus (prix et distance franchissable) illustrent les positions acquises par Dassault Aviation (bâtonnets verts) dans le vaste domaine du haut de gamme. Par exemple, les Falcon offrent des distances franchissables allant de 6 000 à 12 000 km. Leurs prix de 30 M\$ à 59 M\$ correspondent au large éventail des clients du haut de gamme.



Trois grands compétiteurs mondiaux



L'historique des ventes sur les trente dernières années met en évidence les caractéristiques de la concurrence entre les trois compétiteurs dans le haut de gamme.

Bombardier arrive sur ce marché dans les années 1990. Ses trois gammes d'avions Learjet, Challenger et les très haut de gamme Global couvrent la majorité des segments. D'où une spectaculaire pénétration y compris dans le haut de gamme. Lors de sa grande restructuration en 2019, il prendra soin de conserver son secteur « Avions d'affaires ».

Gulfstream est présent sur ce marché depuis la naissance de l'aviation d'affaires (années 1960). Il a toujours été adossé à des groupes importants (Grumman, General Dynamics). Comme constructeur américain, il a toujours bénéficié de la préférence des sociétés américaines qui, rappelons-le, représentent 60 % des ventes. Enfin, son dernier-né, le G650/G650E, qui se situe dans le segment 63-75 M\$, fait un vrai tabac.



Dassault Aviation qui fait figure de David face au Goliath américain, a réussi à conserver une part importante de ce marché. Sa force ? Il la tient de sa structure d'entreprise duale civile et militaire. La réputation mondiale des Mirage a contribué au succès des Falcon. De surcroît les Falcon ont bénéficié de l'apport technologique des avions militaires ce qui enchante certains clients séduits par la manœuvrabilité et l'équipement des cockpits.



Même les 1,94 m. d'Edouard Philippe passent dans le Falcon 6X.

Ceci étant, l'abandon du Falcon 5X à la suite des difficultés du moteur Silvercrest, a causé un sérieux préjudice à Dassault face à ses concurrents.

Il est vrai que la course est loin d'être terminée : le 6X (ci-contre, la plus grande cabine parmi les Jets), comblera ce retard.

Son premier vol, tout récent, dans le ciel bordelais a été un succès...

Les derniers-nés des Falcon

Le Falcon 6X

C'est à croire que même le Covid n'arrête pas la machine bien huilée de Dassault Aviation. Le 10 mars 2021, le dernier né des Falcon, dit : 6X, prenait son envol depuis la piste de Bordeaux Mérignac.

Ce modèle, comme ses prédécesseurs, alliait les hautes technologies détenues par Dassault Aviation tirées de ses avions militaires et la grande expertise tirée de soixante années de présence dans l'aviation d'affaires mondiale.



Premier vol du Falcon 6X, Bordeaux Mérignac le 10 mars 2021.



Dès son premier vol le 6X a atteint 40 000 ft et Mach 0.8.

Ce premier vol a permis de vérifier que l'appareil était conforme à l'attente en matière de qualité de pilotage, de réponse moteur et de comportement des systèmes de bord.

Avec ce premier vol, Dassault Aviation démontre que ses deux poumons civil et militaire fonctionnent bien. Le poumon militaire avec le Rafale marche à merveille, le poumon civil avec les Falcon fait preuve d'une grande résilience en pleine crise du trafic aérien.

Dans la foulée, le 30 avril, un second Falcon 6X effectue son premier vol avec succès et va rejoindre le numéro 1 pour les essais en vol. En route pour la certification prévue en 2022.

Ces premiers vols du 6X arrivent à point nommé pour Dassault qui affronte actuellement les exigences de l'Allemagne dans le projet de coopération SCAF.

Dassault Aviation montre, en plein Covid, qu'il possède une résilience à toute épreuve...

Qu'il sait faire seul !

Autrement dit que la coopération ne lui est pas absolument vitale.

Mais le petit français de Saint-Cloud », seul, face aux géants américains », allait créer une grande surprise le 6 mai 2021 avec le dévoilement d'un nouveau Falcon.

La presse habituée à la série 6X, 7X, 8X, pronostiquait le nom de Falcon 9X pour le prochain avion.

Une fois de plus les « Dassault » ont su tenir leur langue. Le 6 mai 2021, Eric TRAPPIER dévoilait le nouveau-né de la famille en même temps que son nom FALCON 10X.

Un très beau bébé.



Le Falcon 10X



Visiblement, ce 6 mai 2021, le PDG de Dassault Aviation se réjouit de présenter le nouveau-né de la famille :

« Il s'appellera FALCON 10X ».

Dans la série des Avions d'Affaires sortis des ateliers Dassault, le 10X saute une classe en quelque sorte. Après le 6X, le 7X, le 8X on pouvait s'attendre à 9X. Pourquoi ce saut ? La photo ci-dessous répond à cette question.





En effet, avec le 10X, Dassault Aviation franchit le Rubicon du très haut de gamme où il hésitait à s'aventurer. Il va, certes, trouver sur ce marché, les Goliaths Bombardier et Gulfstream avec leurs Global 6500/7500 et G650/700, mais le petit « David » avec ce Falcon 10X va lutter avec une arme techniquement supérieure : le 10X.



La planète entière sera accessible d'un coup d'aile du Falcon 10X, doté d'une distance franchissable de près de 14 000 km, avec une autonomie de 15 heures de vol, en croisant à Mach 0.85. Capable de transsonique Mach 0.925.



Le Falcon 10X intègre le dernier cri des technologies mises au point sur les avions militaires comme le Rafale. Commandes de vol numériques, CAG (contrôle automatique généralisé). Deux moteurs Rolls-Royce Pearl de 18 000+ lb poussée unitaire permettant de décoller aisément les 57 tonnes du 10X en charge maxi et d'atteindre rapidement l'altitude croisière de 41 000ft. Le Pearl peut fonctionner avec 100% de carburant alternatif.



Tout aussi révolutionnaire la cabine de plus de 16 mètres de longueur, de 78 m² de surface plancher, 19 hublots panoramiques de chaque côté, cuisine, salle à manger, espace home cinéma, chambre avec salle de bain et douche... C'est la cabine la plus large existant dans les avions d'affaires (2.77m). La hauteur sous plafond (2.03m) est inédite. Cette fois Charles Lindbergh n'aurait plus à quitter son chapeau pour monter à bord du nouvel oiseau proposé par Dassault Aviation.



MRO À la hauteur, pour qui veut rester sur le marché.

On comprend aisément que le client acquérant un avion valant plusieurs dizaines de millions de \$ veuille être dépanné rapidement en cas de problème. La maintenance, la réparation et les rechanges (MRO) sont donc l'indispensable complément pour gagner une vente.

La MRO des avions d'affaires a des caractéristiques propres aux avions d'affaires. Rappelons-les.

Capacité :

L'avion d'affaires haut de gamme a une capacité allant jusqu'à 19 places. Ce qui correspond à une surface vitale par passager en m² deux à trois fois supérieure à celle dont dispose le voyageur sur avion de ligne. À cela s'ajoutent les équipements cabine et les services.

Rotation annuelle :

L'avion d'affaires ne vole en moyenne que 500 heures dans l'année. Les révisions moteurs ont lieu autour de 5 000 à 8 000 cycles. Nous sommes loin de l'aviation de ligne qui vole beaucoup plus et a besoin de plus de révisions. La fourniture de rechanges sera donc limitée dans l'aviation d'affaires.

Business Model.

Il découle de ce qui précède. Le business model des avions d'affaires est totalement différent de celui des avions commerciaux. Dans l'aviation d'affaires, plus question de gain sur la vente des rechanges rattrapant les rabais consentis sur le neuf (40 à 50 % du prix catalogue). La marge bénéficiaire doit être réalisée sur la série (vente du neuf). Ce qui implique une production à coût bien maîtrisé. Il fut une époque pendant laquelle il n'était pas question de rabais sur les prix de vente des avions d'affaires, en particulier sur le haut de gamme. Après la crise de 2008, les constructeurs américains annoncèrent des rabais, entraînant tous les autres constructeurs. À notre connaissance ces rabais ne dépassèrent guère 20 %.

Clientèle.

La clientèle de l'aviation d'affaires n'a rien à voir avec les compagnies aériennes clientes de Boeing ou d'Airbus. La plupart des exploitants d'avion d'affaires sont souvent des propriétaires privés ou des sociétés qui n'ont qu'un seul appareil. Font exception quelques sociétés comme Netjets, Execujet, Wijet, Luxaviation et quelques autres, ce qui ne change pas fondamentalement le profil moyen de l'acquéreur d'un avion d'affaires. Une des premières exigences de cet acheteur est d'avoir la garantie d'une disponibilité totale. Exigence impliquant un service MRO « parfait ». S'y ajoutent des demandes très particulières, confinant parfois au caprice, difficiles à satisfaire.



Bien avant la naissance de l'aviation d'affaires, Dassault Aviation avait déjà livré des centaines d'appareils militaires à travers le monde (Ouragan, Mirage). Une demande des militaires s'est fait jour : « le dépannage rapide ». Le PDG de l'époque, B. Vallières, eut la bonne idée de créer, dans les pays clients, ce qui était appelé alors « des bases ». La force de ces bases reposait sur les techniciens et spécialistes résidant sur place. Le recours au Bureau d'Études était toujours possible. Elles donnèrent un nouvel élan au secteur militaire.

Les exigences de l'aviation d'affaires en matière de MRO ne pouvaient donc pas prendre la société au dépourvu. Mais les souhaits des clients n'ont cessé de croître. E. Trappier citait une enquête parmi les clients souhaitant une amélioration du réseau Dassault. Dassault vient d'acquérir les activités maintenance de TAG, de RUAG, d'Execujet.





Le service support des Falcon se partage la planète en deux zones géographiques :

Dassault Aviation gère la zone Europe, Asie Pacifique, Moyen-Orient et Afrique.

Dassault Facon Jet, filiale de Dassault Aviation, installée aux USA gère l'Amérique.

En plus de dizaines de stations-service dispersées dans le Monde, Dassault Aviation a mis en place un centre d'appel 24h/24h et 7j/7j ; et cinq centres majeurs MRO : Le Bourget (Fr), Little Rock (US), Wilmington (US), Reno (US), Sorocaba (Brésil).

LA TECHNOLOGIE

Les caractéristiques techniques des Jets d'affaires résultent des besoins exprimés par les utilisateurs. Ces besoins, en dehors des classiques confort-rapidité-distance franchissable -discrétion, sont tout sauf faciles à synthétiser par l'avionneur et le motoriste. Comme nous l'avons dit précédemment, les exploitants des avions d'affaires sont souvent des personnes privées et leurs demandes très diverses. C'est donc une grande différence avec l'aviation de ligne pour laquelle les compagnies aériennes ont des idées précises sur leurs besoins (capacité, distances...)

Destinés à transporter un nombre réduit de passagers, les business Jets ont des masses à vide allant de 3 tonnes (Cessna) à 50 tonnes (Bombardier, Gulfstream, Dassault Aviation)

Cette gamme de masses leur permet d'utiliser des pistes plus courtes, donc plus nombreuses (550 pistes en Europe). Exigence d'utilisation d'aérodromes secondaires (pas d'encombrement et discrétion).

Les lois de l'aérodynamique, en revanche, s'appliquent aux Bizjets comme à tous les avions. La surface voilure est en rapport avec la masse, les winglets se sont généralisés, les avionneurs recherchent les profils laminaires pour les voilures.

La motorisation toutefois doit se distinguer : elle doit amener l'appareil jusqu'à un plafond de 15 000 m (au-dessus des 11 000 m des avions de transport) et ceci en une vingtaine de minutes. Le rendement de ces moteurs ne peut être obtenu en augmentant le taux de dilution, car le diamètre est ici contraint.

Enfin l'intérieur doit être très confortable en particulier au niveau de l'espace réservé à chaque passager (bien supérieur à celui du passager d'un avion de ligne), de la pressurisation et du bruit. Mais aussi, au niveau des équipements de communication et de travail.



Dans la gamme des hauts de gamme, l'avionneur au trèfle a sorti par exemple le Falcon 8X

Masse maxi décollage 33 tonnes (73 000 lb)

Masse à vide : 16 tonnes

Rayon d'action maxi 12 000 km

Avec 8 passagers + 3 équipages depuis Pékin le 8X peut rejoindre Londres ou New York sans escale

Plafond de vol 51 000 ft = 15 500 m

Décollage 1 800 m

Atterrissage : 660 m accès aux petits aérodromes

Trois réacteurs P&W 3007D 3 x 6700 lb de poussée

Cockpit équipé de la suite avionique Easy avec un afficheur tête haute, écrans tactiles, mini-manche ...



Les capacités réduites

- Ce qui distingue les business Jets des avions de transport passagers, c'est leur capacité volontairement limitée. Pour un moyen-courrier du type A320 ou B737 on parle de capacités de l'ordre de 150 places. Pour un jet d'affaires on parlera plutôt de capacités dix fois moindres, de l'ordre de 15 places... confortables
- Même les versions affaires ou corporate des avions de transport A319 et B 737 voient leur capacité d'origine réduite à 19 – 50 places
- L'aménagement interne des Jets d'affaires est donc orienté vers un maximum d'espace et de confort pour les passagers. Cette caractéristique semble tourner le dos à la recherche de rentabilité telle qu'elle prévaut dans les avions commerciaux. Le Jet d'affaires tire sa rentabilité des missions particulières qu'il remplit (ex : une équipe de spécialistes acheminée près d'une plateforme pétrolière au pôle Nord pour une intervention urgente) plutôt que de son taux de remplissage.

Les distances franchissables

- En quarante ans, les distances franchissables des Jets d'affaires ont notablement augmenté. Ceci à la demande des clients ayant besoin d'effectuer des déplacements de plus en plus longs. Lesquels clients sont poussés par la mondialisation de l'économie.
- Ainsi, le Falcon, avion des années 1963, évoqué plus avant avait un rayon d'action de 3300 km
- Dix ans plus tard, en 1993, le Falcon 2000 pouvait parcourir 5 800 km.
- En 2005, Dassault lançait un Falcon 900DX capable de parcourir 7 600 km. La même année sortait le Falcon 7X avec un rayon d'action de 11 000 km
- En 2015, nous arrivons dans les limites utiles avec le Falcon 8X dont la distance franchissable avoisine 12 000 km.
- En 2021, la course à l'autonomie se poursuit entre les trois avionneurs du haut de gamme.
- L'arrivée du G650 de Gulfstream dont les ventes font le plein a poussé la compétition au paroxysme.



À titre d'exemple : le rayon d'action du Gulfstream G650. Depuis Londres, ce Jet est capable de joindre n'importe quel point de la planète, d'un coup d'aile.





La vitesse

En matière de vitesse, les avions d'affaires se démarquent assez peu des avions commerciaux.

Ces derniers croisent autour de Mach 0.8 – 0.85, les Jets d'affaires autour de Mach 0.9. Il n'y a pas de miracle, tous les avions sont sous la contrainte des lois d'airain :

1. Voler plus vite en poussant les moteurs à 100% se paie en distance franchissable réduite.
2. Au-delà de Mach 0.9 les avions entrent dans le domaine transsonique où la compressibilité de l'air provoque un accroissement de la traînée (plus de consommation et distance franchissable réduite).

Plafonds

C'est plutôt sur les plafonds de vol que les avions d'affaires se démarquent des avions commerciaux. Ces derniers croisent autour de 36 000 ft, les Jets d'affaires atteignent 50 000 ft. Entre ces deux altitudes la pression atmosphérique chute presque de moitié. Ceci implique, pour les avions d'affaires, des moteurs à taux de compression adapté (compresseur axial avec un étage centrifuge).

Que penser de l'avion d'affaires supersonique ?



Parodiant Archimède, on pourrait dire : « donnez-moi un moteur et je vous livre un avion d'affaires supersonique ».

C'est à peu près le sens des réponses faites par les avionneurs interrogés sur un hypothétique avion supersonique.

Lors d'une conférence de presse chez Dassault Aviation, l'un de nos collaborateurs ID AERO, voyant s'afficher le schéma d'un avion d'affaires supersonique (voir A dans le tableau ci-dessous) demandait au Président Éric TRAPPIER, en plaisantant, s'il ne faisait pas là une promesse de Gascon. Poursuivant sur le ton de la plaisanterie, il répondait : « Non je ne suis pas Gascon, pour autant, je n'ai pas de moteur sachant faire du subsonique et du supersonique sans trop consommer et sans faire trop de bruit ».

Les principales difficultés de réalisation d'un avion supersonique

Une des difficultés de mise au point des réacteurs est qu'ils doivent fonctionner aussi bien en subsonique (décollage et montée) qu'en supersonique (croisière). Un réacteur volant en subsonique ou supersonique ne fonctionne qu'avec un flux interne de l'ordre de Mach 0.5. Ceci oblige à concevoir des entrées d'air adaptables aux conditions de vol (voir les entrées d'air du Concorde, voir les souris sur les Mirage).

Une autre difficulté est de réaliser du supersonique en croisière sans recourir à la réchauffe en permanence (consommation excessive). Ce challenge a été gagné avec le Concorde grâce à l'Olympus qui permet de voler à Mach 2 sans postcombustion. Celle-ci n'étant utilisée qu'au décollage, et en accélération transsonique et en accélération supersonique pour atteindre Mach 2.

Par ailleurs les conditions de vol supersonique avec un très fort taux de compression résultant de l'onde de choc et du taux de compression moteur conduisent à des températures internes moteur très élevées sur l'ensemble du profil de vol (décollage, montée, croisière supersonique)

C'est la grande différence avec les appareils militaires qui ne volent en supersonique, en allumant la postcombustion, que pendant le temps nécessaire à de courtes manœuvres. Durant son service, le Concorde volait plus d'heures en supersonique que les armées de l'air française et anglaise réunies...





L'Europe se penche sur le supersonique... et ne se relève pas !

L'Europe s'est penchée sur la question. Le Projet HISAC a rassemblé de 2005 à 2009, trois grands avionneurs pour étudier la faisabilité d'un avion supersonique de 8 passagers. Trois types d'avions ont été étudiés, chacun privilégiant un critère de définition : A: masse minimale, B le rayon d'action maximal et C le bang sonique. Et alors ? Alors, l'Europe n'a pas donné de suite à ce projet ! Et pour cause : le moteur !

The 3 HISAC Families								
								
Common Requirements	Entry into Service	Ref PAX	Max. PAX	Subsonic Cruise	Max. Speed	Max. Alt.	Max Range	Height Seating
	2015	8	19	0.95 MN	1.6 MN	FL410	4000 nm	1785 mm
Specific config.	Length [m]	Wing span [m]	MTO W [tons]	Fuel /MTOW [%]	Max. Speed	L/D	Max Range	Number of engines
A - weight	36.8	18.5	51.1	53	1.6	7.00	4000 nm	3
B - range	41.6	24.0	60.5	53	1.6	7.45	5000 nm	2
C - boom	40.9	19.1	53.3	51	1.8	7.74	4000 nm	2

Le développement d'un moteur, ayant les caractéristiques exigées en fiabilité, bruit et consommation par les nouvelles normes du marché civil, demanderait un temps de développement estimé à 15 ans et trop d'investissements.

Les motoristes ont interrompu les études de faisabilité depuis longtemps même si la presse s'enflamme autour d'annonces contraires.

Les Start-up entrent en piste

Les grands avionneurs ayant mis en veilleuse le supersonique, le terrain a été rapidement occupé par des Start up promettant des supersoniques pour « demain ».



Le tableau ci-dessous (extrait d'une étude intitulée vers un renouveau du transport supersonique G. THERON mars 2018) regroupe quelques-uns de ces projets.

Synthèse Aérodynamique: Finesse					
					
(*) : nov 2017	Concorde	APS	Boom	Aérion	Spike 2
Nombre de passagers	100	270	45-55	8-12	12-18
Mach croisière	2	2	2,2	1,4	1,6
Surface de référence Sref (m2)	358	755	125	133	164
longueur (m)	61,66	89-95	51	51,8	37
envergure (e) (m)	25,6	41-42	18	18,6	17,7
rayon d'action (sans ravitaillement) NM	3500	5500	4500	4750	6200
masse au décollage (kg)	185080	340000	?	54884	52153
masse à vide constructeur (kg)	75500-76000	?	?	26218	21432
allongement estimé (e2/Sref)	1,83	2,34	1,52	2,60	1,92
largeur fuselage / envergure	0,113	0,094	0,159	0,132	0,164
Surface de référence Sref (m2)	358	755	125	133	164
surface mouillée / surface référence (hors propulsion)	2,98	2,69	3,33	3,42	4,00
flèche aile interne (°)	17	19	20	71	24
Finesse annoncée en croisière	7,3	~10			

Les caractéristiques géométriques ne permettent pas d'escompter de gains de finesse par rapport à Concorde, soit au mieux 7 à 8

Gérard THERON 13/03/2018

Vers un renouveau du transport supersonique?

30

Les ingénieurs d'ID AERO, ont, de leur côté, examiné les performances possibles de ces projets. L'application de la formule Breguet Leduc permet de vérifier si les distances franchissables annoncées sont possibles avec les caractéristiques de l'avion (finesse et consommation spécifique).

$$\text{Distance franchissable} = \frac{\text{Vitesse}}{g} \times \frac{\text{finesse}}{\text{conso spécifique}} \times \ln \frac{\text{Masse au décollage}}{\text{Masse à l'atterrissage}}$$

Un jugement, avec appel toujours possible

Avis émis dans l'étude de M.THERON.

« Les avant-projets d'avions supersoniques présentés ci-dessus, business ou pas indiquent un manque de maturité dans la définition, surtout le Boom proposé pour voler à Mach 2.2, et sont le fait de bureaux d'études qui n'ont jamais conçu d'avions.

Ils reposent sur des hypothèses très fragiles voire délirantes, surtout quand on les compare aux «études sérieuses, mais déjà très ambitieuses» menées par les constructeurs majeurs jusque dans les années 1990 et aux résultats du programme de recherche HISAC qui intégraient déjà les technologies les plus prometteuses du moment.





Enfin, sachant comme disent les Britanniques, que «le diable est dans les détails», il faut plusieurs milliers de techniciens pendant plusieurs années pour concevoir, atteindre les niveaux de performances et de sécurité requis et les valider par certification. Aujourd'hui les problèmes de propulsion restent entiers et ce ne sont pas les dernières déclarations de GE et RR qui permettent de les lever.

Au-delà des problèmes techniques, les coûts de développement de l'avion et du moteur, surtout ceux du BOOM, seront très élevés, et ce pour un marché de «niche» laissant la rentabilité économique des plus incertaines. Comment prévoir le prix de vente d'un tel avion avec autant d'incertitudes? Le nombre d'avions à vendre et leur faible utilisation entraîneront des coûts horaires très importants.

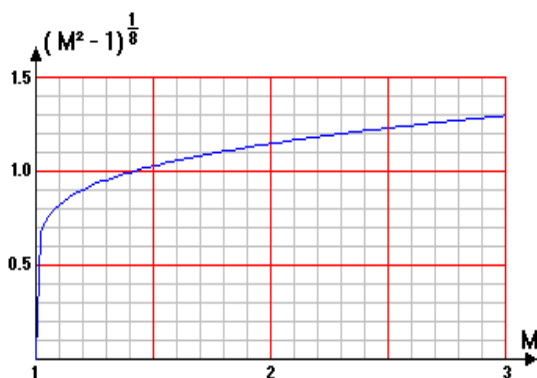
Il est indéniable que, par les défis qu'il pose, le vol à $M=2.0$ déclenche des axes prioritaires de recherches, avec des promesses d'avancées profitables à l'ensemble des applications aéronautiques, mais nécessitant de très lourds investissements sans de gros espoirs de rentabilité.

En résumé les avant-projets avion actuels restent peu crédibles vis-à-vis de l'atteinte de l'ensemble de leurs objectifs. Ils atteignent malgré tout leur but, faire le buzz, s'assurer une publicité, faire rêver et peut-être soutirer des budgets. Ils sont de la même veine que le, SONIC CRUISER, le ZHEST ou l'ETHRUST. Le démonstrateur du Boom aura la même carrière que feu l'E-FAN».

Pour nous, la messe est dite. Mais nos lecteurs se posent certainement la question du financement de ces start-up par des milliardaires. Ces derniers sont tout sauf dupes. Ils savent que de tels projets n'ont aucune chance d'être industrialisés rapidement. Alors pourquoi les financent-ils ? En fait, quand un de ces généreux donateurs se fera photographier aux commandes de l'appareil supersonique, au sol, la photo fera le tour du monde et rapportera de quoi compenser l'investissement.

L'AERION : le projet le plus réaliste

Le projet AERION se démarque un peu des autres projets en limitant son domaine de vol à Mach 1.4. C'est plus raisonnable, car il peut utiliser directement le core d'un moteur militaire existant. Avec l'aménagement d'un flux secondaire et le petit taux de dilution ainsi obtenu, il peut espérer réaliser sa performance de croisière.



Intensité du bang en fonction du Mach

En revanche, le redoutable bang pèsera sur l'AERION autant que sur les autres projets (y compris ceux ambitionnant Mach 2). La croisière de l'AERION à Mach 1.4 étant à altitude plus basse, il perd sur l'altitude ce qu'il gagne en Mach. C'est du moins ce que des spécialistes ont pu établir à partir d'études récentes.

Il faut tout de même reconnaître au moins une vertu à tous ces projets : celle de relancer les discussions sur le bang supersonique. N'avaient-elles pas été un peu délaissées ces dernières années ?



Que penser de l'avion à propulsion électrique ?

À l'occasion du Salon du Bourget de juin 2011, nous avons déjà publié dans les colonnes du TBM, notre point de vue sur la propulsion électrique des avions. En octobre 2014, dans un numéro spécial du TBM intitulé : « La fée électricité » nous sommes revenus sur le sujet, avec la même conclusion : l'impossibilité de motoriser les avions de transport avec l'électricité.

Les deux documents que nous venons de citer contiennent toutes les données techniques fondant notre démonstration. Nous n'y reviendrons pas ici, mais nous tenons ces brochures à la disposition de nos lecteurs.

Nous savons que notre avis négatif sur la propulsion électrique déçoit beaucoup de personnes séduites par les promesses d'habiles annonceurs. Bien loin de nous l'idée de jouer les briseurs de rêve, mais maintenir un rêve sur une fausse piste se traduirait, à terme, par une perte d'argent et de temps, par un aboutissement calamiteux, décourageant pour l'avenir.

Certains nous disent, à juste raison, comment pouvez-vous être aussi affirmatifs ? N'a-t-on pas vu des choses jugées impossibles à une époque, devenir possibles à l'époque suivante ?

Chers lecteurs, vous vous doutez bien que nous avons examiné toutes ces objections. C'est d'ailleurs pourquoi nous avons édité un numéro spécial TBM reprenant dans le détail nos calculs.

Calculs que nous avons fait valider par des experts extérieurs à ID AERO.

D'ailleurs faut-il tant de calculs pour prouver que l'électricité n'est pas l'énergie adaptée à la motorisation de l'aviation de transport commercial ? Voici deux données basiques qui peuvent suffire à expliquer que pour motoriser un avion, l'énergie électrique ne peut supplanter l'énergie thermique.

1 kg de kérosène ou biocarburant équivalent libère une énergie de.....	12 800 Wh /kg
1 kg de batterie peut donner au mieux une énergie de	150 Wh /kg

Les puissances nécessaires au vol sont « gigantesques » en particulier au décollage. En deux minutes, la motorisation de l'avion doit amener une masse de plus de 70 tonnes à la vitesse de décollage de 250 km/h et la faire grimper à 500 mètres de hauteur tout en accélérant.

Phase du vol	Puissance nécessaire
Décollage	39 MW C'est l'équivalent de 5 TGV !
Montée	26 MW à 15 MW
Croisière	12 MW
1 MW = 1 360 cv	

La masse rédhibitoire des batteries nécessaires au vol

Beaucoup d'auteurs ont calculé quelle serait la masse d'un avion motorisé par moteurs électriques et batteries. Tous aboutissent à la même conclusion : impossible.

De notre côté nous avons calculé qu'un petit régional, 10 tonnes de masse à vide, aurait besoin comme masse de système propulsif :

Réacteur + Kérosène : 2 600 kg environ 26 % de la masse à vide de l'avion (classique)

Moteur électrique + Batteries : 58 200 kg près de six fois la masse à vide de l'avion (irréalisable)

Quant au progrès à attendre de la technologie des batteries il se heurte malheureusement à une butée physique venant du principe même de la batterie : l'oxydoréduction. C'est une limite indépassable dans l'état de nos connaissances. (Voir détails dans les études citées ci-dessus).



L'avion plus électrique

En revanche, l'avion « plus électrique » est une réalité. En ce qui concerne la climatisation cabine, toutes les servitudes... Tout, sauf la propulsion, mais peut offrir des possibilités d'optimisation de l'architecture moteur.

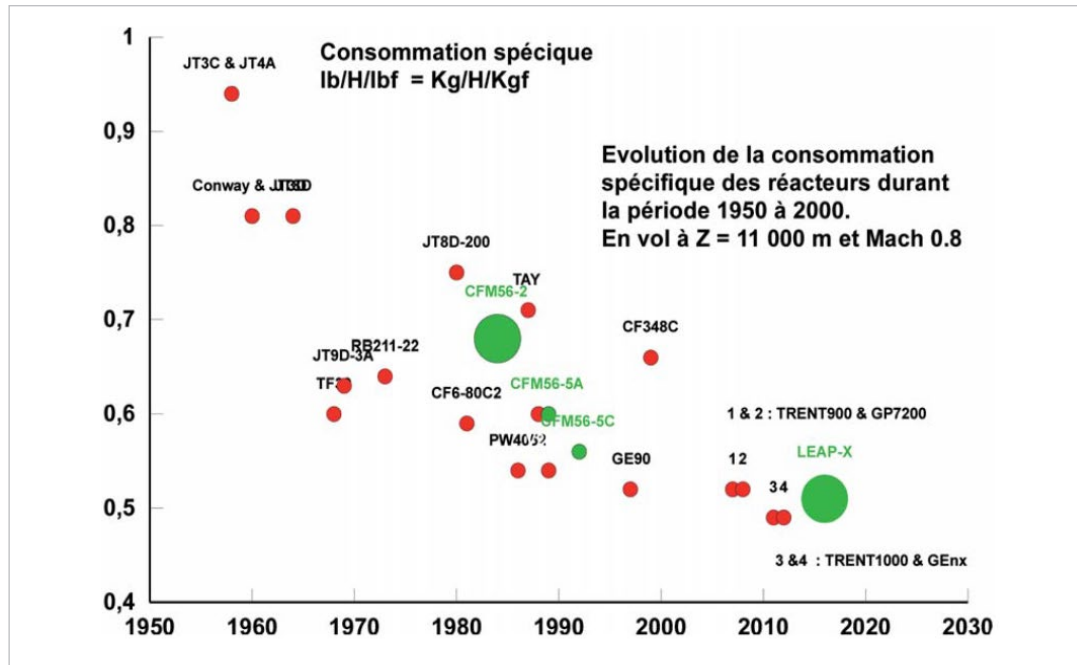
L'électricité a été et continue d'être un facteur d'amélioration du fonctionnement moteur, de la régulation et des performances moteur thermique (FADEC).

Non, le réacteur thermique n'est pas au bout du rouleau !

Un bon nombre de personnes ont rejoint les adeptes de la motorisation électrique sur la foi que le thermique était « au bout du rouleau », qu'on ne pouvait plus en espérer le moindre progrès et que coûte que coûte il fallait trouver une nouvelle source d'énergie et moins polluante de surcroît.

Or, la réalité est assez différente. Si l'on regarde les progrès réalisés par les réacteurs au cours de dernières décennies (graphique ci-dessous : consommation spécifique), on constate :

- Que le progrès a été continu
- Qu'en soixante ans on a amélioré le rendement et réduit la consommation de moitié
- Que de ce fait les nuisances en bruit et pollution ont régressé
- Enfin, on ne voit vraiment pas pourquoi les progrès enregistrés au cours des dernières années s'arrêteraient subitement. Au contraire, les recherches sur les matériaux nouveaux sur les moyens de calcul... laissent augurer de nouveaux progrès. Nous avons encore à gagner, même si les progrès sont de plus en plus laborieux et onéreux.



À ce graphique représentant la consommation spécifique correspond un graphique inversé représentant le rendement des moteurs qui est une notion plus courante. Or, les rendements actuels des réacteurs, malgré les progrès accomplis, ne dépassent pas 40 %. Même si l'on se rapproche du plafond optimal, on peut encore progresser.

Non ! le moteur thermique n'est pas au bout du rouleau.



Et l'hydrogène y avons-nous pensé ?

Oui, bien sûr. Comment l'aurions-nous oublié, il fait assez parler de lui...

L'hydrogène (H_2) a un pouvoir énergétique trois fois supérieur à celui du kérosène. En plus, sa combustion ne rejette que de l'eau. Alors ?

Alors qu'est-ce qu'on attend pour l'utiliser ? Tout vient de la molécule H_2 qu'il nous faut et qui n'existe pratiquement pas à l'état naturel. Sa fabrication principale (96% du total) est faite à partir du méthane et... elle rejette du CO_2 ! Des projets existent pour piéger ce CO_2 au fond des océans, mais, sans application industrielle en raison du coût. On n'en sortira jamais : chassez l'hydrocarbure et il revient au galop.

- Première désillusion : la production d' H_2 n'est donc pas «décarbonée». Il s'en faut de beaucoup puisque la production de 1 kg de H_2 libère 10 kg de CO_2 . La seconde désillusion : les conditions d'utilisation.

Certes l'hydrogène a un pouvoir énergétique trois fois supérieur au kérosène, mais sa très faible densité oblige à prévoir des réservoirs très volumineux. Par exemple dans le cas d'un A320 les 23 tonnes de kérosène occupent un volume de 38 m³. Si on le transpose en H_2 , cela donne 9 tonnes occupant un volume de 150 m³ ! Le volume des réservoirs d' H_2 est déjà rédhibitoire, leur masse l'est encore davantage. Les réservoirs en question doivent répondre à des normes et résister à un crash 9 g. Simplement, en se basant sur ce qu'on connaît sur les voitures automobiles, pour 9 tonnes de H_2 dans un A320, il faudrait des réservoirs d'une masse d'au moins à $5 \times 9 \text{ t} = 45 \text{ tonnes}$! Rappelons que l'A320 a une masse maxi au décollage de 79 tonnes. Désillusion et impasse.

- Troisième désillusion : les tentatives passées... sans suite

Les premières études des avions à hydrogène remonteraient à 1930. Les Russes, malgré plusieurs catastrophes, sont allés au bout de leur rêve avec un Tu155 à hydrogène : sans suite. AIRBUS a fait voler un A300 avec d'énormes réservoirs de LH_2 sur le dos : sans suite.

Comme le dit si bien un expert : « S'il y avait eu le moindre début de commencement d'intérêt, on aurait continué ».

- La réalité. En fait l'hydrogène produit (70 Mt dans le monde, dont 922 000 t en France) sert :

Pour 50 % à la désulfuration des produits pétroliers

Pour 45 % à la production de l'ammoniac.

Sous sa forme liquide (LH_2) ne sert guère que de carburant dans le spatial. La production de LH_2 à partir de l'électricité a un rendement d'environ 30% (1 kWh d'énergie LH_2 demande 3 kWh d'énergie électrique). Tous calculs faits : remplacer tout le kérosène par LH_2 est la dernière des illusions.

Trois remarques sur l'hydrogène.

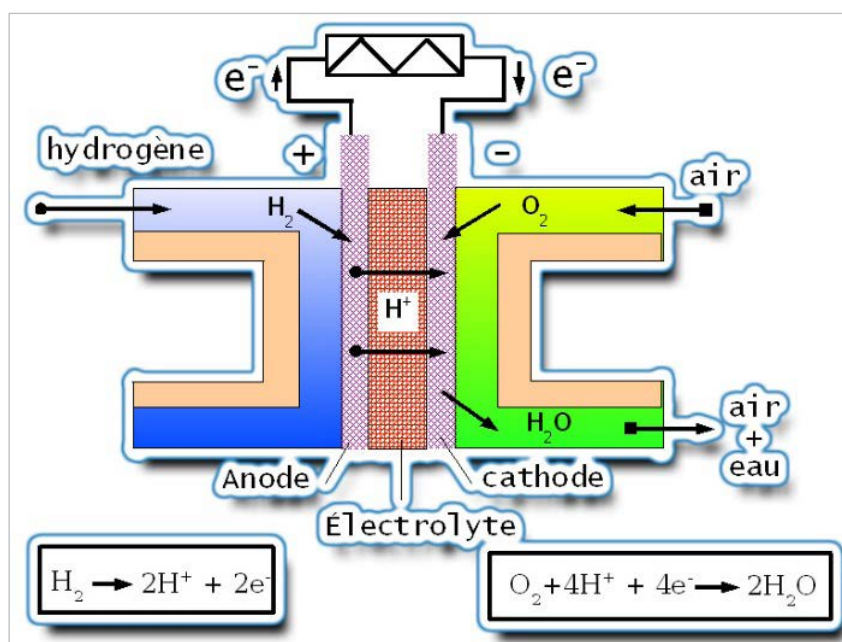
1. Nous l'avons vu plus haut, l'essentiel de la production d'hydrogène va à la chimie (engrais). Une partie va aux véhicules terrestres (voitures, trains...). La question qui se pose est, si l'aéronautique en avait besoin, aurait-on l'accès à une quantité suffisante ?
2. Autre question, si on veut vraiment de l'hydrogène vert, produit à partir de l'électricité verte, combien faudrait-il de panneaux photovoltaïques ou d'éoliennes / quelle empreinte au sol ?



3. Il existe deux pistes possibles d'utilisation de l'hydrogène pour la motorisation des avions :

- a. Fabriquer un kérosène de synthèse à partir de H_2 et du CO_2 (en fait CO) de l'atmosphère ou de la biomasse. La société Khimod estime être en mesure de fournir les besoins industriels dans cinq ans. Une production tenable dans l'aéronautique si les taxes carbone se durcissent et si au contraire le coût de l'électricité reste modéré. Malgré tous les obstacles, la solution ne doit pas être négligée, elle peut servir de supplément au biocarburant.
- b. Utilisation directe de LH2 comme carburant. Nous avons vu que c'était irréalisable sur un avion en raison du volume et de la masse des réservoirs qui seraient nécessaires. Et des nombreux challenges techniques et logistiques qui doivent être appréhendés afin d'évaluer la faisabilité. Cela dit se posent d'autres questions qui ne sont plus d'ordre technique, mais d'ordre politique, social, environnemental. À l'heure où de lourdes taxes carbone menacent le trafic aérien et s'ajoutent aux dégâts du Covid, on peut comprendre que les industriels soient acculés à promettre la lune...
- c. Bref, le carburant LH2 pour motoriser les avions n'est pas crédible avant une éternité.

Oui, mais il y a la pile à combustible, y avons-nous pensé ?



Quant à la pile à combustible utilisant l'hydrogène, des auteurs ont démontré qu'il s'agissait là d'une solution sans grand avenir industriel. Ainsi, François ROBY dans son ouvrage « vers la voiture sans pétrole ? » (Éditions EDP Sciences), parlant de la pile à combustible, écrit :

« Elle résout moins que les batteries le problème de la source primaire d'énergie : en recourant à un gaz (NDLR Hydrogène) qu'il faut d'abord produire avec un rendement énergétique parfois peu glorieux, et dont les caractéristiques physico-chimiques sont les pires qu'on puisse imaginer pour le transport et le stockage... En clair, elle impose de payer le km au moins trois fois plus cher, et de dilapider trois fois plus vite les réserves énergétiques encore à notre disposition. »

Et, en plus, ça pèse un âne mort ...



Et le nucléaire y avons-nous pensé ?

Certes oui et d'autres avant nous. Pensez une énergie au kilo un million de fois plus grande que le kérosène... Les Américains « auraient » même fait voler un Convair B36 à moteur nucléaire, après la guerre, ce fut une expérience sans lendemain.

Avenir

Quel est l'avenir probable pour l'aviation d'affaires ?

Il est certes bien difficile de s'affranchir de l'actualité Covid-19, ne serait-ce qu'un moment, pour regarder l'histoire passée de l'aviation d'affaires. C'est ce que nous tentons de faire avec le graphique ci-dessous. Il retrace cinquante années de cycles haussiers et baissiers. On y voit la profonde et longue crise industrielle des années 1985-1995. On ne peut s'empêcher de comparer avec ces dernières années.

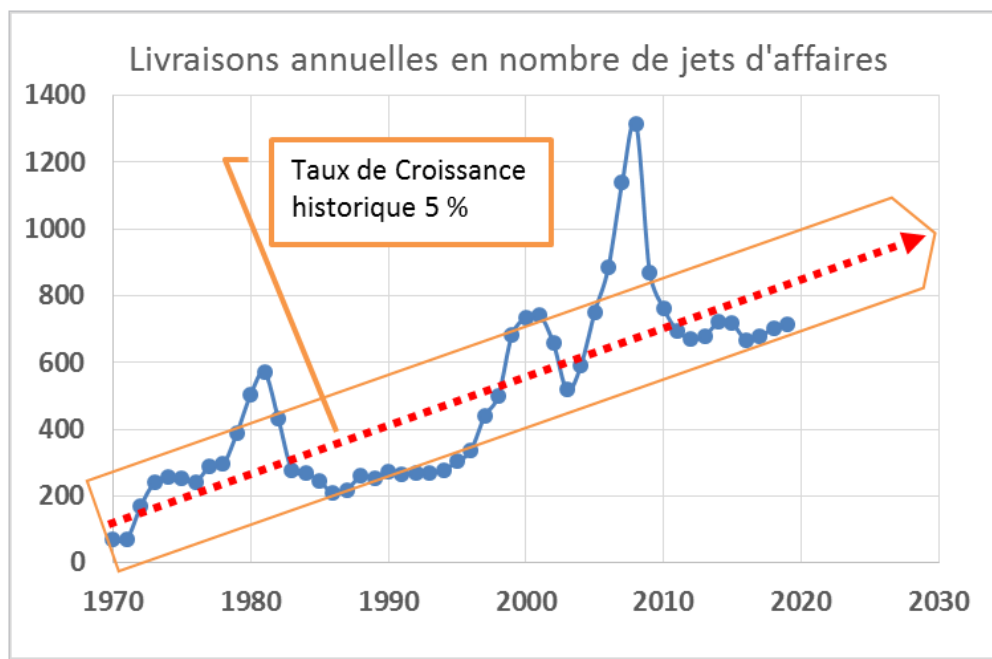
On y voit également les chocs de septembre 2001, du SRAS et de la crise de 2008.

On voit surtout que tous ces cycles haussiers et baissiers s'articulent autour d'une ligne moyenne de tendance haussière (taux de 5 %). Une moyenne correspondant aux besoins du marché. Notre conviction est que cette ligne moyenne subsistera à l'avenir. Nous sommes convaincus que durant les dix prochaines années, les livraisons annuelles (points bleus sur le graphique) rejoindront et dépasseront la moyenne historique.

Les plus anciens d'entre nous se souviennent des terribles années 1990 avec des queues blanches de jets d'affaires alignés sur les tarmacs. Les sociétés devaient réduire leur effectif. On pouvait désespérer. Et pourtant, cette funeste décennie fut suivie d'une reprise. Voir sur le graphique les points bleus des années 1990 et ceux des années 2000 n'y a-t-il pas une ressemblance troublante ?

Livraisons mondiales annuelles des Jets d'affaires

En nombre d'appareils





Quel rêve peut-on poursuivre en 2021 pour les Jets d'affaires ?

Nos lecteurs l'auront compris nous ne rêvons pas de Jets d'affaires à motorisation électrique, ni de Jets d'affaires supersoniques (l'Aerion, qui était le projet le plus avancé, vient d'abandonner la partie) encore moins de Jets propulsés à l'hydrogène.

En revanche, nous voyons l'avenir dans les progrès que feront les réacteurs, les structures avec de nouveaux matériaux, les moyens de calcul et de conception plus puissants. Nous voyons les Jets d'affaires des temps futurs mieux intégrés à l'activité économique, plus présents au sein des grandes sociétés.

Pourtant, nous aussi, nous poursuivons un rêve... Le rêve d'une opinion publique retrouvant son engouement pour l'aéronautique qui répond aux énormes besoins des Terriens.

Nous ne doutons pas qu'un jour, ces derniers fréquenteront à nouveau en masse les aéroports. Les uns pour des motifs purement professionnels, car les visioconférences auront atteint leur limite. Les autres, pour aller rejoindre leur famille ou pour visiter les pays à l'autre bout de la planète. N'en doutons pas, ce jour reviendra.

VOTRE TABLEAU DE BORD MENSUEL ÉVOLUE

Cela fait plus de trente ans que la société ID AERO a été créée et avec elle notre média le Tableau de Bord Mensuel, TBM, auquel vous êtes abonnés et qui compte plusieurs centaines de fidèles lecteurs chaque mois en France. Un média spécialisé dans ces grands domaines que sont l'industrie aéronautique, spatiale, militaire – y compris leurs grands équipementiers – et le transport aérien avec la création d'un indicateur de trafic innovant et pionnier, devenu l'une des références du secteur et un moyen sans équivalent de prédire et d'anticiper les retournements de tendance du marché, outil précieux pour les entreprises, de la direction aux partenaires sociaux.

En trente ans, le marché a beaucoup évolué. Des constructeurs et des transporteurs sont nés, d'autres ont disparu ou se sont transformés (McDonnell Douglas, Lockheed ou Fokker dans l'aéronautique civile pour ne citer qu'eux). Nos usages ont beaucoup changé eux aussi, à commencer par l'essor du digital avec Internet et les réseaux sociaux, mouvement encore amplifié avec la récente pandémie. Votre TBM, lui, est resté fidèle à lui-même.

Il nous a paru aujourd'hui qu'il était temps de franchir une nouvelle étape et de s'adapter à ce monde digitalisé à l'œuvre autour de nous. Nous allons donc faire évoluer votre TBM en format liseuse à partir de la fin juin. Pour y accéder, rien de plus facile. Il suffira de s'inscrire, pour celles et ceux qui ne le sont pas, et de vous loguer sur le site www.id-aero.com.

Ce nouveau TBM sous format liseuse, accessible en permanence et sous tous les supports digitaux, sera composé de 4 publications : le TBM Data, le TBM Contrats, le TBM AÉRO, les Hors-Séries qui reprendront vos rubriques habituelles et tout l'historique du Tableau de Bord Mensuel.

- **Le TBM Contrats** recense tous les contrats du mois, répertoriés selon les rubriques du TBM actuels (aviation civile, défense, équipements, moteurs, missiles, hélicoptères, spatial, maintenance)

- **Le TBM Data** regroupe toutes les data du TBM actuel : MTR, transport aérien, aviation civile, moteurs, équipements, hélicoptères

- **Le TBM AÉRO**

Dans un format plus facile à lire, avec l'éditorial de Pierre Orlan « Analyse au vol », des faits, de l'analyse, des points de vue et du contenu prospectif

- **Les Hors-Séries**

Avec par exemples :

- un tableau de bord spécial Covid et conjoncture
- un spécial Aviation d'affaires en juin

Pour faciliter votre lecture, vous pourrez choisir votre format de présentation d'un clic, faire des recherches par mot clé, etc.

Une nouvelle étape pour trente nouvelles années de partage des données et analyses sur cette industrie aérienne à laquelle nous sommes, comme vous, si attachés.

Le PDG Fondateur d'ID AERO, Jacques Delys, avec toute son équipe



ID AERO

CONSEIL & PUBLICATIONS
Plus d'information sur www.id-aero.com

Formulaire d'abonnement au TABLEAU DE BORD MENSUEL AERO

Tarifs valables jusqu'au 31 décembre 2021

ID AERO suit dans le détail, pour vous, l'ensemble des industries aéronautiques, de l'armement et du transport aérien. Des aviateurs aux motoristes, des professionnels de la maintenance aux équipementiers, des fournisseurs aux acteurs institutionnels, toutes les données économiques, financières, techniques, sociales, politiques sont collectées, analysées, croisées, répertoriées.

Couplées à un service de veille interne et à des bases de données, les publications d'ID AERO mettent en évidence les évolutions, les interprétations possibles, les scénarios futurs les plus probables. Ces données constituent les clés pour des décisions stratégiques et vous permettent d'anticiper grâce à des mises en perspective permanentes.

Le **TBM** est accessible en version **numérique**

Il est composé de **4 publications** : TBM **Data**, TBM **Contrats**, TBM **AERO** et Hors-Séries.

TBM Data

Regroupe toutes les data du TBM : Monthly Traffic Report (MTR), transport aérien, aviation civile, moteurs, hélicoptères, défense etc.

TBM Contrats

Recense tous les contrats du mois, répertoriés selon les rubriques du TBM (aviation civile, défense, équipements, moteurs, missiles, hélicoptères, spatial, maintenance)

TBM AERO

L'éditorial de Pierre Orlan
Analyse au vol, des faits, des focus, de l'analyse, des points de vue et du contenu prospectif.

Hors-Séries

Des éditions spéciales sur des thèmes particuliers avec par exemples :

- Un tableau de bord spécial Covid et conjoncture,
- Un spécial Aviation d'affaires.

ABONNEMENT aux 4 publications du TBM	DURÉE	PRIX HT	TVA	PRIX TTC
☐ TBM 1 utilisateur	1 an	790.00 €	2.10%	806.59 €
☐ TBM 1 utilisateur + TBM Aero édition papier	1 an	990.00 €	2.10%	1010.79 €
☐ TBM 1 utilisateur - abonnement découverte	3 mois	99.00 €	2.10%	101.08 €
☐ TBM jusqu'à 5 utilisateurs d'une même société	1 an	2000.00 €	2.10%	2042.00 €
☐ TBM au delà de 5 utilisateurs d'une même société, merci de nous contacter				

☐ Oui, je souhaite commander l'abonnement coché ci-dessus pour un total de : _____ €

Nom : _____

Prénom : _____

Société : _____

Adresse : _____

Code postal : _____

Ville : _____

Téléphone : _____

Fax : _____

Courriel *: _____

* Champ obligatoire pour accéder aux publications du TBM

☐ Veuillez trouver ci-joint mon règlement par chèque

☐ Merci de m'envoyer une facture

☐ Veuillez débiter ma carte bancaire ci-dessous :

☐ Visa ☐ Mastercard ☐ AmEx

N° de carte : ____ / ____ / ____ / ____

Date d'expiration : __ / __

Code de sécurité : ____ (3 derniers chiffres au dos de votre carte)

Signature : _____

Date : __ / __ / ____

Retrouvez nos offres sur le site : www.bookservices.eu/os/tbm/

OU >



☐ Merci de cocher cette case si vous acceptez d'être contacté à l'avenir. En acceptant, vos informations personnelles sont protégées conformément à la loi RGPD et ne seront jamais partagées avec des tiers.

Merci de bien vouloir compléter ce document et nous le retourner à l'adresse ci-dessous :

Book Services - 320, rue Saint-Honoré - 75001 Paris [France]

Tél. : +33 (0)1 43 75 08 38 - Fax : +33 (0)1 43 96 25 06 - infos@bookservices.eu

A large, stylized orange silhouette of a car, viewed from the front, occupies the lower half of the page. The car's shape is simplified, with a prominent hood, a central grille area, and a rounded roofline. The front end is wider, tapering towards the rear. The entire silhouette is a solid orange color.

ID AERO

29 bis, rue Traversière - 94140 Alfortville

Tél. 01 56 29 20 20

Site internet : www.id-aero.com

E-mail : information@id-aero.com