

5 CONCLUSION

L'industrie aéronautique est une industrie à long cycle caractérisée :

- par une durée de vie des produits supérieure à 20 ans et des retours sur investissement assez longs voire potentiellement problématiques⁶² ;
- par le niveau élevé des risques technologiques, industriels et commerciaux liés au lancement des programmes. Un problème sur un programme peut mettre en danger la solidité financière du groupe d'appartenance et également celle des partenaires qui partagent les risques. Dans un contexte national, cette industrie a longtemps été étroitement liée au secteur de l'armement. Les Etats peuvent encore conserver un regard particulier notamment sur le contrôle des groupes d'appartenance. Cette caractéristique n'est pas totalement neutre quant aux possibilités de financement des technologies et d'accès aux marchés financiers.

Le secteur aéronautique doit concilier des éléments contradictoires :

- libéralisation du marché du transport aérien / concurrence accrue / caractère national persistant des industries aéronautiques ;
- pression sur les prix / prise de risque au lancement des programmes ;
- mondialisation / sources de financement / caractère national persistant des industries aéronautiques ;
- pour les Européens, des coûts en euros et des ventes en dollars.

Globalement, le système productif de l'industrie aérospatiale n'a pas connu les révolutions (production de masse, automatisation, mondialisation de la production) vécues par d'autres industries comme celle de l'automobile. L'industrie aéronautique se caractérise par une structure à plusieurs niveaux, faisant intervenir de grands assembleurs (avionneurs et motoristes), des équipementiers, de nombreux sous-traitants et fournisseurs. Cette structure s'intègre dans un marché concentré de professionnels fortement prescripteurs (les compagnies aériennes et les militaires) et comprenant un fort volume de services associés sur certains équipements.

Les grands industriels du secteur ont achevé une phase d'intégration et de rationalisation (sous la houlette d'EADS et de Boeing notamment). Cependant, cette industrie à fort contenu technologique et stratégique attire de nouveaux acteurs et de nouveaux pays.

Airbus et Boeing veulent aujourd'hui réduire le nombre de leurs fournisseurs tout en leur imposant de forts objectifs de réduction de prix. La hiérarchisation de la filière va donc se renforcer. Les sous-traitants des différents niveaux doivent accompagner ce mouvement et s'organiser en conséquence, en particulier au niveau géographique.

Le fonctionnement sous le modèle de « l'entreprise étendue » s'est développé graduellement depuis une vingtaine d'années afin d'accélérer et de fiabiliser les échanges d'informations techniques, commerciales et de gestion de production. L'objectif est d'aboutir au fonctionnement le plus "fluide" possible, tout en protégeant les données confidentielles de chacun, comme si le fournisseur était une "extension" de son client.

Enfin, le facteur temps sera pris en compte. Les évolutions ne suivent pas toutes le même rythme comme indiqué dans les quelques exemples qui suivent :

⁶² Exemples de l'A340 et de l'A380

Événement	Effet
Annulation de commandes et baisse brutale des livraisons (scénario de crise)	Effet brutal à court terme
Bas de cycle dans l'industrie aéronautique	Non prévu à horizon de 20 ans par les avionneurs mais néanmoins à étudier
Lancement de technologies nouvelles	Favorise une redistribution progressive des fournisseurs à long terme en fonction de l'introduction de ces technologies sur les programmes. Favorise l'arrivée de nouveaux entrants
Lancement de programmes nouveaux	Effet immédiat sur les bureaux d'études Positionnement à court terme des fournisseurs sur les appels d'offre Effet progressif à long terme sur la production des fournisseurs en liaison avec la montée en puissance des livraisons
Lancement d'un plan d'adaptation avionneur	Effet à court terme sur la société concernée La déclinaison sur les fournisseurs est sensiblement décalée dans le temps

DECISION pense donc que les scénarios ne peuvent pas seulement s'exprimer en terme de rythme de production. La nature des scénarios est également importante quant au type d'acteurs concernés, aux perturbations provoquées dans l'industrie et donc quant aux mesures d'adaptation à mettre en évidence en phase 2.

La France et l'Europe demeurent des acteurs de tout premier plan. Cette présence essentielle ne peut être maintenue que si l'industrie aéronautique dans son ensemble continue ses efforts en recherche et développement dans de nouvelles technologies afin de d'accroître sa compétitivité et consolider sa place sur le marché mondial. Annexes

6 ANNEXES

6.1 Note sur l'évolutionnisme et sur l'analyse du changement

Bernard Paulré
Matisse-ISYS
Université Paris 1 Panthéon Sorbonne

La notion d'écosystème

Dans son ouvrage *The death of competition*⁶³ publié en 1997, James Moore considère que dans le monde contemporain la façon de concevoir les frontières des secteurs ou des industries ne sont pas pertinentes, parce que les métiers et les activités productives sont comme des organismes co-évolutifs dont l'évolution, difficilement prévisible, se déroule dans le contexte d'un écosystème constamment changeant que personne ne contrôle. L'univers industriel d'une activité est très vaste. La concurrence continue à y exister mais se manifeste non pas entre les biens proposés par des firmes individuelles, mais entre des écosystèmes. Que l'on songe à la concurrence entre Apple et Dell : la concurrence va au-delà de deux produits matériels. Ce sont deux univers et deux conceptions de l'informatique, voire deux langues, qui s'opposent. Dans le domaine automobile, l'univers Renault n'est pas le même que l'univers BMW. Et si l'on achète un modèle dans l'une de ces gammes, ce n'est pas uniquement une automobile que l'on achète. On adhère aussi à un ensemble de services et à une logique technique, commerciale et même financière.

Pour Moore, un *business ecosystem* est une communauté technico-économique reposant sur un ensemble d'organisations et d'individus en interaction. Cette communauté rassemble les fournisseurs, les producteurs, les concurrents ainsi que d'autres parties prenantes. Elle repose sur l'existence de leaders qui vont faire évoluer les membres de la communauté vers des visions partagées et vont faire émerger les fonctions et les formes de contributions individuelles qui se complètent (dans le cadre de l'écosystème) et se renforcent ou se légitiment mutuellement.

L'un des intérêts de la notion d'écosystème est de mettre en forme et, par-là, de souligner ce que l'on oublie souvent, à savoir que l'industrie est un espace de complémentarités au moins autant qu'un espace de concurrence et de substitutions. La notion de filière, puis celle de chaîne de valeur ou de chaîne d'offre ont contribué et contribuent encore à orienter l'analyste vers l'étude de cette dimension de l'activité industrielle. Le point de vue écosystémique fournit un cadre de réflexion qui se différencie, comme nous allons le voir, de ces autres notions.

Par ailleurs, un produit n'est pas seulement défini par la fonction qu'il remplit et par le marché (défini en terme de "besoins") qu'il sert. Un produit est aussi un objet technique. Il y a donc une différenciation le plus souvent et des "sémantiques". Les produits homogènes sont rares et les producteurs déploient le maximum d'efforts pour se différencier et faire croire au consommateur que les services fournis sont différents.

⁶³ Le titre est très discutable car il s'agit moins de la fin de la concurrence que d'un changement de nature.

En substance et pour faire un raccourci sans doute audacieux, nous dirons que l'écosystème est à Darwin, ce que l'oligopole est à la concurrence pure et parfaite.

Ecosystème et chaîne de valeur

La chaîne de valeur est certainement un outil permettant de repérer et d'identifier la nature et les rôles des différents acteurs qui interviennent dans un écosystème. Mais il ne s'agit pas d'un concept que l'on peut identifier avec celui d'écosystème. Car un écosystème déborde la ou les chaînes de valeur d'une firme leader ou d'un secteur.

Il existe des acteurs en dehors de la chaîne de valeur : les financiers par exemple ou encore les autorités gouvernementales qui peuvent poser des contraintes et induire l'émergence d'un certain écosystème. Les fabricants de produits complémentaires du produit au centre d'une chaîne de valeur font partie du même écosystème que celui-ci mais sont en dehors de la chaîne de valeur qui le concerne. Les consommateurs ou les usagers d'un produit ne font pas véritablement partie de la chaîne de valeur, mais ils sont intégrés dans l'écosystème dès lors que leur comportement rétroagit sur la conception ou la distribution du produit.

Une façon de décomposer un écosystème consiste à identifier les *domaines* qui le composent. Selon Ansiti et Levien, chaque écosystème comprend plusieurs domaines dont certains peuvent être communs à plusieurs écosystèmes. Ils observent qu'un domaine peut parfois être défini et identifié à un segment d'une industrie. Ils prennent l'exemple des domaines de l'écosystème Microsoft qui en comprend 31 (cf. ci-dessous).

L'étude de l'évolution

1- La compréhension des modes et des possibilités de changement peut s'appuyer sur une analyse écosystémique c'est-à-dire à partir du système des acteurs qui constituent l'écosystème.

Toute la question est de savoir comment peut évoluer l'écosystème : va-t-il (peut-il, doit-il) se dissoudre ou bien peut-il (doit-il) subsister en se transformant c'est-à-dire en modifiant sa conception de son activité ? La question du changement de son contenu et celle de la nature des relations entre acteurs, donc de la nature de la distribution des rôles sont liées. L'évolution technologique met en jeu ou remet en cause, potentiellement au moins, l'écosystème existant. Et il est vraisemblable que certains changements ne seront possibles qu'à condition de s'accompagner de transformations au sein de l'écosystème sinon d'un changement radical de l'écosystème lui-même.

2- il faut introduire ici une autre notion, qui est celle de *business model*.

Chaque acteur du côté de l'offre au sein d'un écosystème a un *business model* (et même parfois les consommateurs, surtout si ce ne sont pas des consommateurs "finaux"). L'écosystème n'est possible que tant qu'en son sein les *business models* s'accordent, sont complémentaires, viables et "satisfaisants".

Un *business model* qualifie (i) l'importance, la nature et l'origine de la valeur qu'une entreprise fournit à ses consommateurs, (ii) l'organisation ou l'architecture productive et logistique qui contribue à créer cette valeur et, (iii) la façon dont la firme capte une partie de cette valeur sous forme de revenu et de profit.

En conséquence :

- Une solution technologique n'est possible que si elle s'inscrit dans un écosystème qui constitue son cadre de fonctionnement et d'évolution "normal" ;
- elle n'est viable et soutenue que dans la mesure où elle s'accorde avec des *business models* qui permettent aux entreprises faisant partie de l'écosystème de survivre.

Tableau extrait de "Strategy as ecology", M. Iansiti et R. Levien, *Harvard Business Review*, mars 2004.

Microsoft and Its Ecosystem

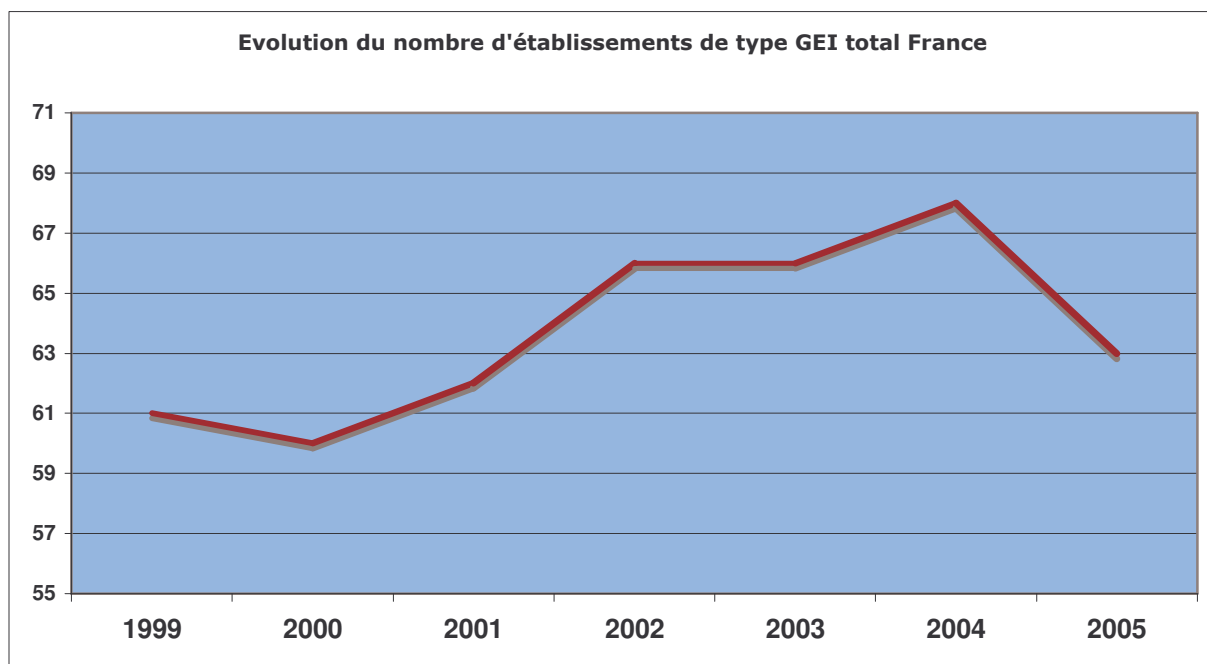
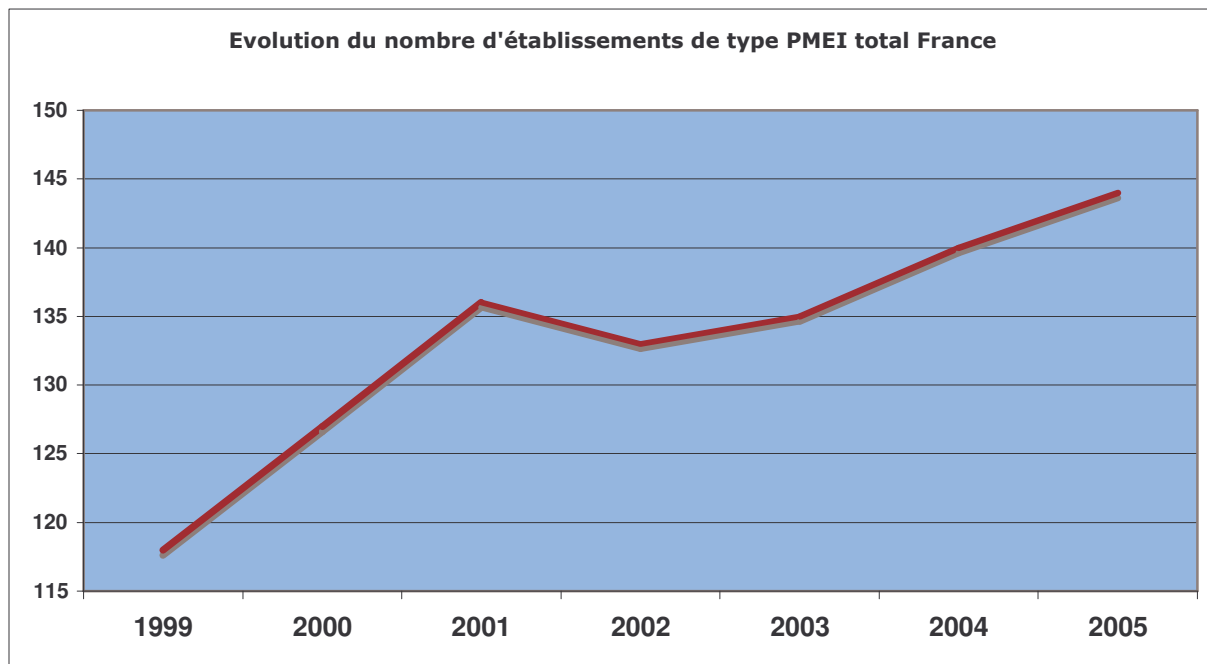
Microsoft's success depends on the health of the numerous domains—some of which comprise thousands of organizations—that make up its software ecosystem.

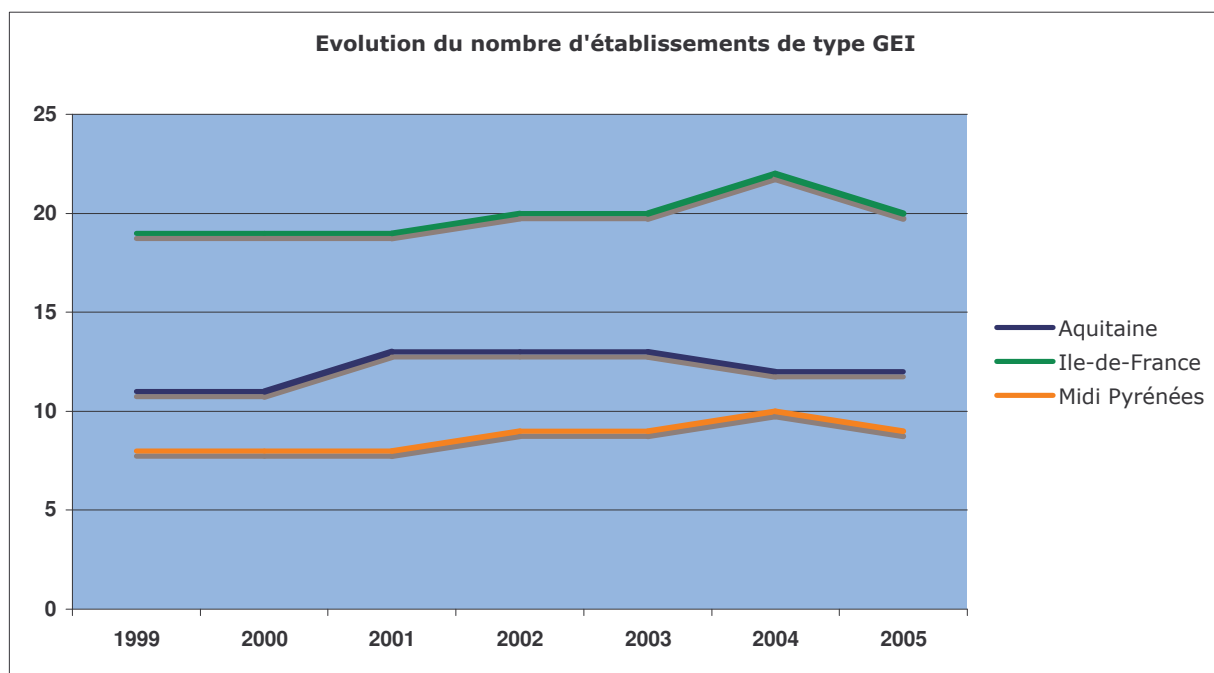
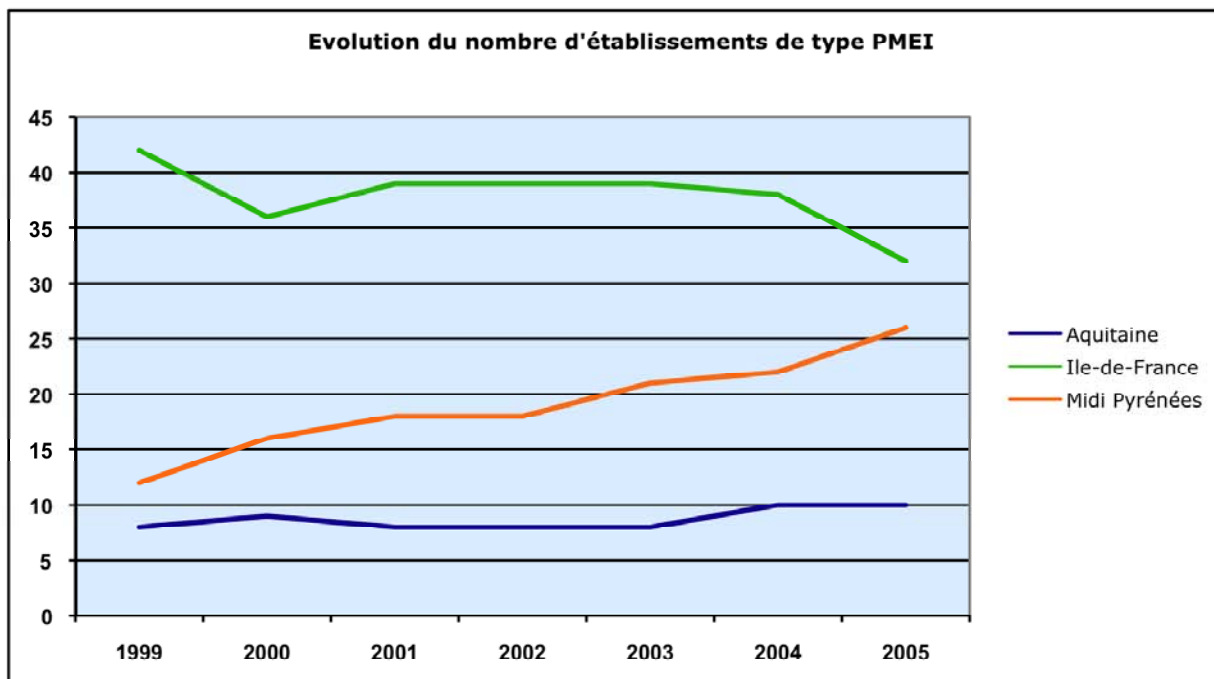
Domain	Number of Firms
Systems integrators	7,752
Development services companies	5,747
Campus resellers	4,743
Independent software vendors	3,817
Trainers	2,717
Breadth value-added resellers	2,580
Small specialty firms	2,252
Top value-added resellers	2,156
Hosting service providers	1,379
Internet service providers	1,253
Business consultants	938
Software support companies	675
Outbound hardware firms	653
Consumer electronics companies	467
Unsegmented resellers	290
Media stores	238
Mass merchants	220
Outbound software firms	160
Computer superstores	51
Application service provider aggregators	50
E-tailers	46
Office superstores	13
General aggregators	7
Warehouse club stores	7
Niche specialty stores	6
Subdistributors	6
Applications integrators	5
Microsoft Direct resellers	2
Microsoft Direct outlets	1
Network equipment providers	1
Network service providers	1

6.2 Evolution historique d'indicateurs socio-économiques

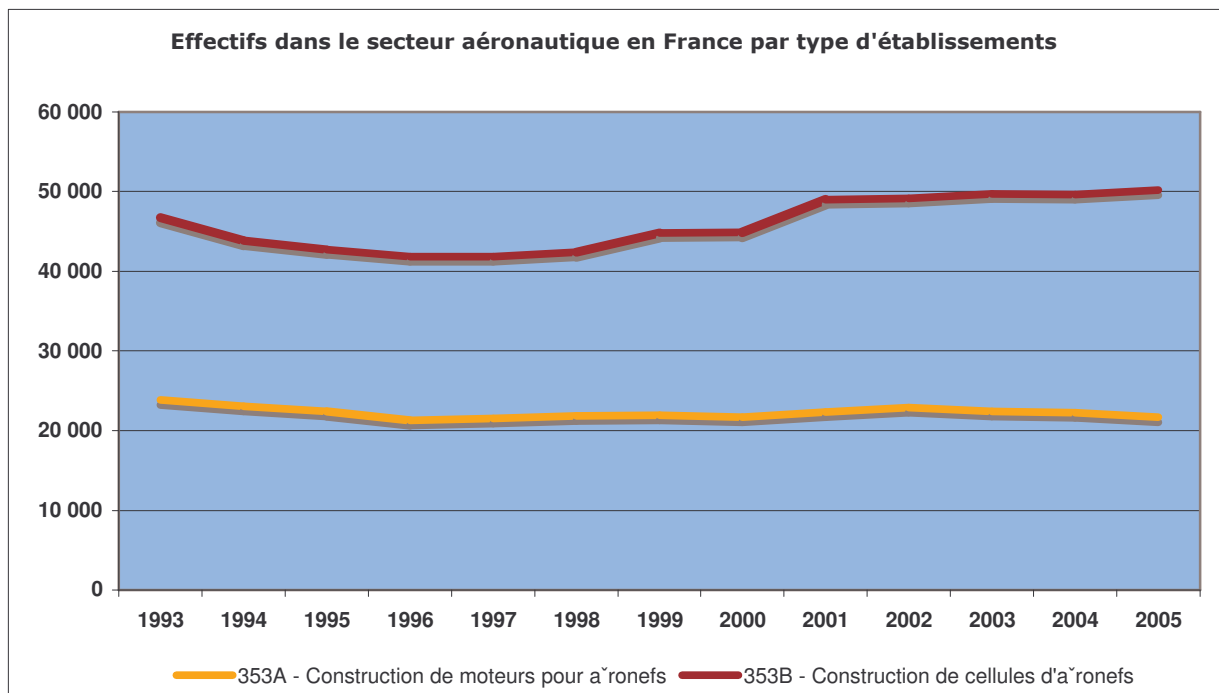
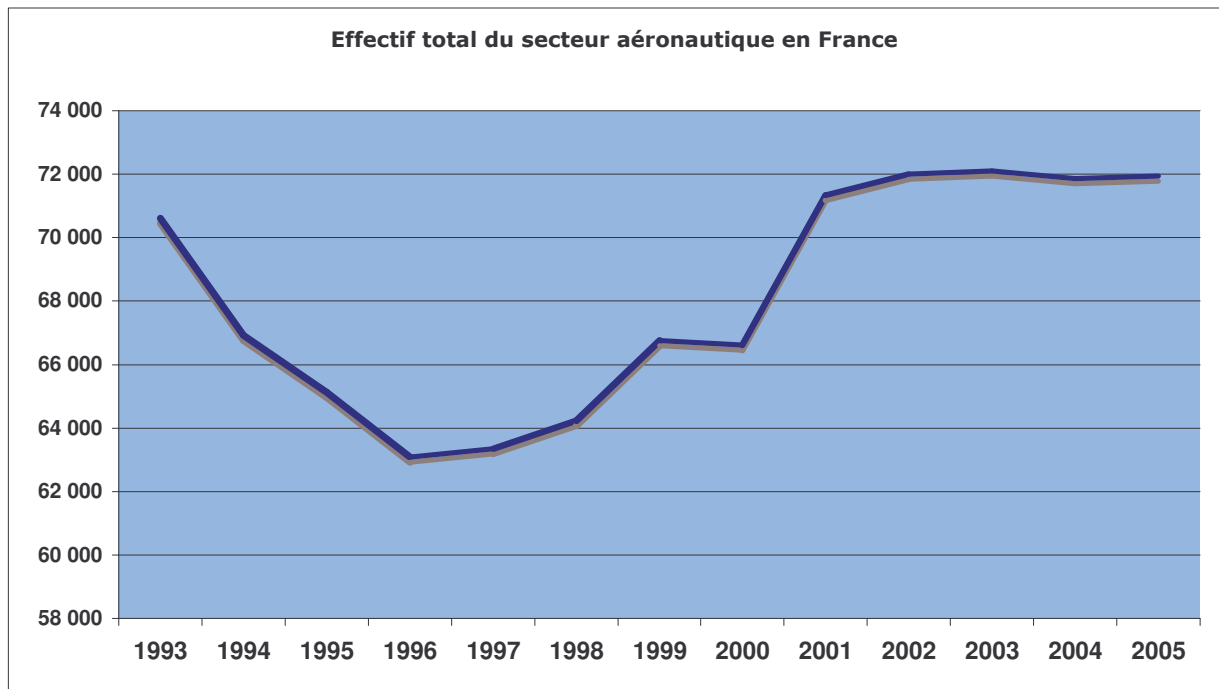
Les tableaux suivants ont pour source les résultats des travaux du SESSI.

Nombre d'établissements sur le secteur E13 construction aéronautique et spatial

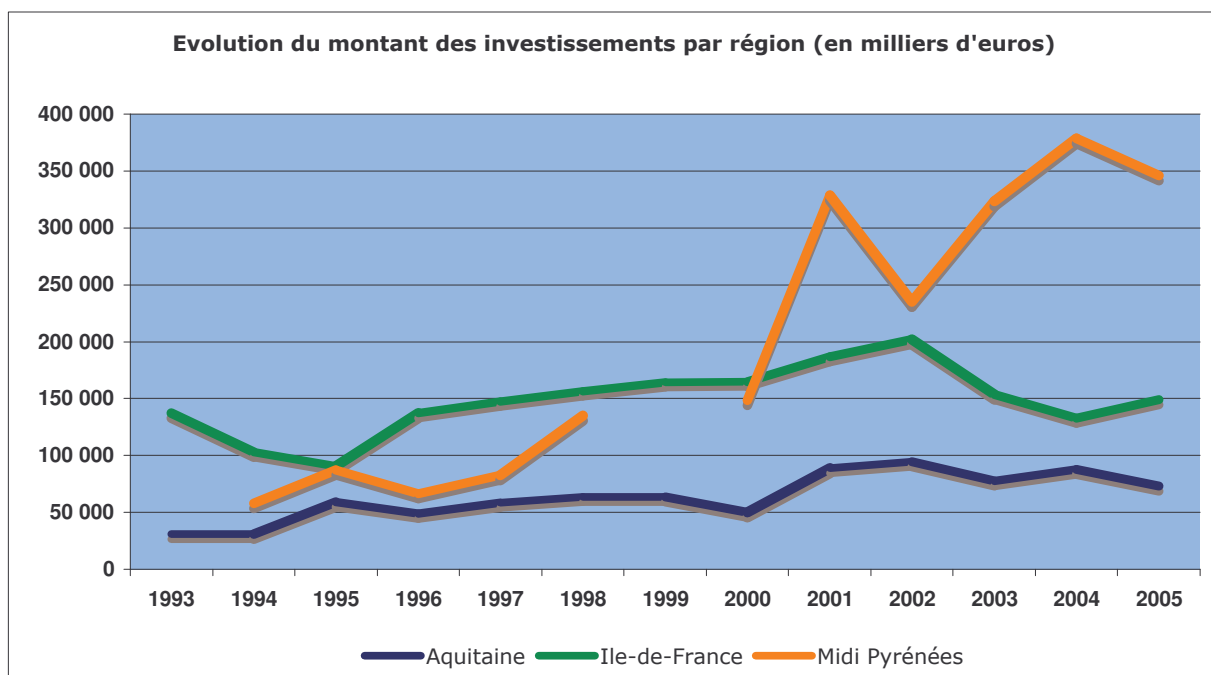




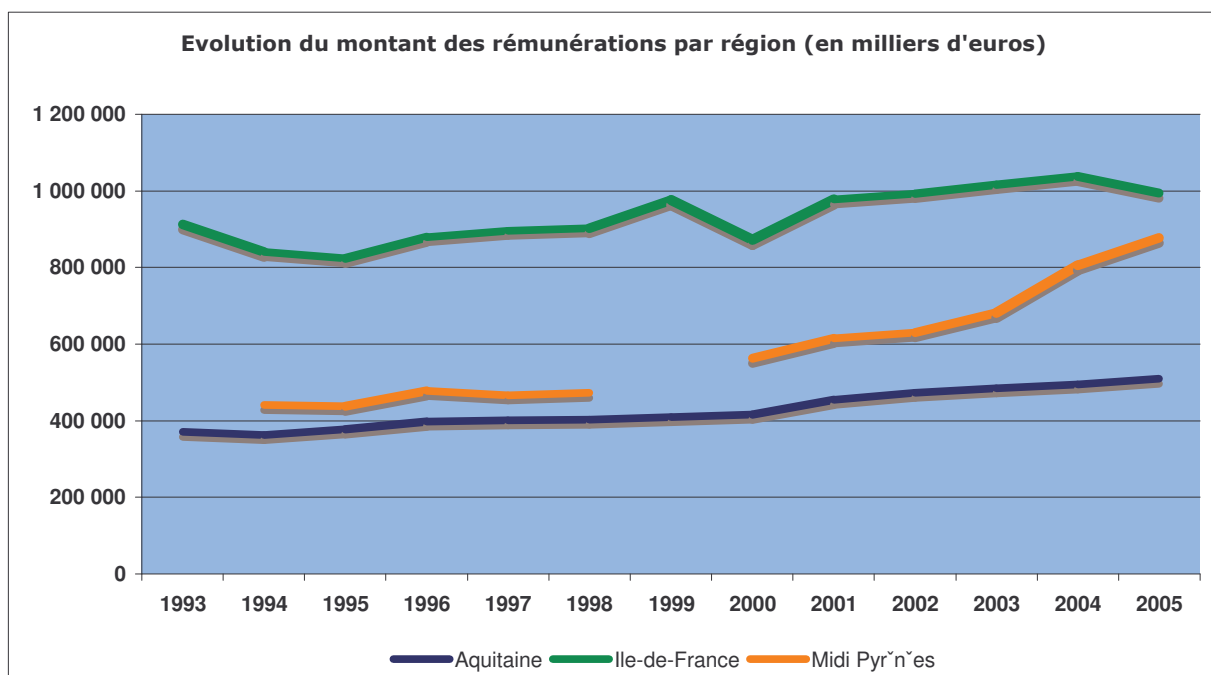
Effectifs aéronautique



Investissements pour E13 construction aéronautique et spatial



Evolution des rémunérations par région pour E13 construction aéronautique et spatial



6.3 Evolution de la certification en France

L'histoire de la certification en France et en Europe, histoire qui est parallèle à celle de la construction d'Airbus, peut être résumée de la façon suivante :

- Caravelle : la certification était à l'époque proche du conseil technique (les compétences étaient étatiques et militaires, l'Etat achetait un prototype) ;
- Concorde : addition des règles françaises (traduction des normes FAA) et des règles britanniques du BCAR, une équipe de certification en France, l'autre au Royaume-Uni ;
- A300 : création du BOCA (bureau officiel de certification Airbus) organisme franco-allemand qui dispose d'un bureau de certification dans chaque pays (certification française à la DGA). Le corpus des règles françaises repose sur la traduction des règles américaines auxquelles s'ajoutent les acquis de Concorde ;
- A320 création de l'association européenne JAA et élaboration d'un noyau de règles européennes communes la JAR 25 proche de la norme américaine. Ce noyau n'écartait cependant pas les particularités des principaux pays européens concernés à savoir UK, Pays-Bas, Royaume-Uni et France;
- Le système précédent ne résolvant pas totalement le problème Airbus, les différences nationales finissent pas être gommées au début des années 1990 avec un JAR 25 harmonisé. La certification engage cependant toujours le pays constructeur ; aussi la France doit maintenir une équipe complète d'experts doublée d'une deuxième équipe formée d'experts des autres pays européens concernés. Il n'y a pas à ce stade d'autorité supra nationale ;
- Création de l'EASA en 2002 dont l'enjeu reste celui de l'acquisition d'une autorité morale et de la reconnaissance internationale⁶⁴.

⁶⁴ Cet enjeu repose sur la compétence et les effectifs des experts de l'EASA dans la certification au regard de ceux dont dispose la FAA sur les mêmes sujets.

6.4 Compte rendu de l'entretien avec Air France

Le représentant de la compagnie aérienne rencontré le 3 mars, évoquant la question de l'augmentation des prix des carburants, souligne que jusqu'à présent le système a su s'adapter. Le système économique a pu compenser grâce au renouvellement de la flotte par des avions plus économiques (et plus généralement des gains de productivité) et un report des augmentations sur la « taxe carburant » supportée par les passagers. Au final, on constate que le trafic n'a pas vraiment diminué en liaison avec l'augmentation des prix des carburants et que globalement le modèle économique mondialisé reste fortement demandeur de liaisons aériennes. Au demeurant, pour les compagnies aériennes, l'équation est la suivante : le prix du pétrole augmentant, le prix de l'avion et de son exploitation doivent baisser.

Certains aspects du modèle économique du transport aérien sont ensuite évoqués :

- Les compagnies opèrent en général sur plusieurs types de marchés et notamment le marché des loisirs et celui des affaires, ces marchés surtout le premier étant saisonniers. Cette saisonnalité se reporte surtout sur le remplissage de l'arrière et un peu sur le milieu des appareils ;
- Le transport aérien est présenté comme étant le moyen de transport le plus taxé. Le rail semble comparativement bénéficier en France d'un statut plus favorable bien qu'il soit concurrent direct des lignes aériennes courtes distances ;
- Le transport aérien est un agrégat de nombreux métiers dont chacun a son propre cycle (contrôle aérien, avion, IFE ...). La difficulté pour les compagnies est de projeter cette complexité à 30 ans dans un environnement réglementaire dont l'évolution ne peut être totalement maîtrisée par les compagnies (il y a 5 ans les contraintes portaient sur le bruit, elles portent désormais aussi sur les émissions de CO₂) et alors que pour elles la prochaine génération d'avions, celle qui supportera ces nouvelles sujétions, est celle qui est actuellement programmée ou dont la production commence ;
- La concurrence des compagnies éphémères qui vendent un produit sur une liaison et disparaissent avec ce produit constitue un autre aspect de l'environnement concurrentiel. L'émergence de telles compagnies est possible grâce à la disponibilité d'avions (les moins compétitifs ou ceux que les avionneurs ont sur les bras), au fait qu'il suffit de peu d'argent pour lancer un tel projet dans la mesure où certaines banques y apportent de l'argent⁶⁵. Ces compagnies même si elles disparaissent font des dégâts...

Différents aspects du modèle économique de l'industrie aéronautique et de son évolution possible sont ensuite évoqués :

- Les technologies sont potentiellement accessibles à tous les pays⁶⁶. La segmentation actuelle des producteurs repose plus sur le coût de la main d'œuvre avec, d'un côté, des pays développés qui produisent des avions de plus de 100 places, qui ont une main d'œuvre chère mais qui automatisent autant que faire se

⁶⁵ Voir les avions qu'elles ont déjà sur les bras

⁶⁶ NDLR : sans doute avec un décalage dans le temps.

peut⁶⁷ et, d'un autre côté, des pays moins développés qui produisent des avions régionaux avec une main d'œuvre à bas coût et des procédés plus artisanaux⁶⁸. Cet équilibre peut néanmoins se déplacer ;

- L'aéronautique reste un système à évolution lente dans une économie où les systèmes sont de plus en plus des systèmes à évolution rapide reposant parfois sur des sociétés qui ont la durée de vie de leurs produits. Il est rappelé que le métier d'avionneur est multiple mais qu'au final il se traduit par le fait de présenter le certificat de sécurité et de garantir cette sécurité dans le temps (il en est de même pour le transporteur avec le certificat de transporteur aérien) ;
- Les sous-traitants sont devenus des Risk and Revenue Sharing Partners, on peut se poser la question de savoir si dans le futur il n'y aura pas une forme de coresponsabilité conceptuelle de l'avionneur et de ses sous-traitants⁶⁹ ;
- L'obtention de certains marchés se fait aussi sur la base d'offsets et ce sur des valeurs de plus en plus technologiques ce qui contribue à l'émergence de nouveaux concurrents ;
- A la question d'une possibilité de développement des avionneurs⁷⁰ dans les services, le transporteur rencontré indique que ce type de développement est actuellement possible parce qu'il répond au besoin des compagnies qui viennent d'être lancées, compagnies low cost ou compagnies éphémères évoquées ci-dessus mais que les compagnies traditionnelles qui opèrent plusieurs centaines d'appareils ne peuvent se lier de cette façon à un avionneur. La possibilité de développement des avionneurs dans les services, à l'image de ce qui se fait dans d'autres secteurs industriels, semble donc limitée ;
- L'attention est également attirée sur divers aspects annexes du métier d'avionneur :
 - Airbus et Boeing sont parfois conduits pour vendre leurs produits à des compagnies aériennes, de reprendre des avions de ces compagnies y compris des avions de leur concurrent. Il est ainsi arrivé certaines années que Boeing vende plus d'avions Airbus que d'avions Boeing...
 - Le département Asset Management d'Airbus a été constitué en 1994 pour gérer et remettre sur le marché des avions de seconde main acquis par Airbus, à l'origine en raison de la faillite de certains de ses clients, et par la suite dans le contexte de certains engagements de rachat. Ce département fonctionne avec un effectif dédié et gère une flotte composée d'appareils Airbus de toutes catégories (de l'ordre de 50 appareils). A travers ses activités, le département Asset Management aide Airbus à répondre plus efficacement aux besoins à moyen et long terme de ses clients en matière de flotte. Ses principales missions comprennent la gestion commerciale et celle du risque du portefeuille d'avions de seconde main. La plupart des avions sont mis à la disposition des clients sous forme de vente simple mais certains ne peuvent être proposés que sous la forme de location d'exploitation ;

⁶⁷ Les composites, procédé automatisable, permettent un moindre recours à la main d'œuvre.

⁶⁸ La Russie semble faire le choix d'un modèle occidental avec des investissements lourds dans l'outil de production.

⁶⁹ NDLR on comprend que cette coresponsabilité pourrait faire que le transporteur n'ait plus un interlocuteur unique face à lui.

⁷⁰ Il est fait allusion à Airbus Customer Services qui emploie actuellement 3000 personnes et fait de la gestion de flotte et de la maintenance un peu à l'image d'un loueur tel qu'ILFC.

- Cette activité ne doit pas être considérée comme un axe stratégique de développement des avionneurs mais plus comme une adaptation à une réalité du marché ;
- Les ratios financiers d'un loueur comme ILFC sont très bons voire meilleurs que ceux de Boeing ou Airbus ; Ces loueurs auxquels les compagnies font appel pour une partie de leur flotte captent une partie non négligeable de la valeur de la chaîne transport aérien.

Il est indiqué que les contrats du type PSA (Preferred Supplier Agreement) entre les avionneurs et leurs équipementiers se font au détriment de la concurrence et des compagnies aériennes qui se retrouvent dépendantes de ces fournisseurs (exemple Rolls-Royce fournisseur unique sur l'A340-600). Notre interlocuteur reste rêveur devant le système militaire américain qui arrive à séparer les contrats de développement et à maintenir la concurrence entre deux fournisseurs en phase de production⁷¹. Les compagnies aériennes souhaiteraient, d'une part, réintroduire de la concurrence à un certain niveau et, d'autre part, être impliquées dans la négociation des monopoles de droit concédés à certains équipementiers.

L'apparition d'un troisième avionneur est souhaitée par les compagnies aériennes. Les possibilités existent avec Sukhoï⁷², Embraer, Bombardier et sans doute la Chine si celle-ci arrive à intégrer les normes occidentales. En résumé les scénarios vus et en tout cas souhaités par les transporteurs seraient les suivants :

- Apparition d'un troisième avionneur concurrent d'Airbus et de Boeing ;
- Plus de délocalisation et de concurrence sur des strates plus importantes (ensembles ou fonctions) ;
- A l'inverse, nos interlocuteurs ne croient pas au développement des avionneurs dans les services et en tout cas ne le souhaitent pas.

A la question de savoir ce qui ne changera pas, les points suivants sont mis en évidence par les compagnies aériennes :

- L'importance à gérer le risque d'accident en fonction de l'augmentation du trafic ;
- Les taxations du transport aérien ;
- La perturbation du marché tant que l'on peut créer une compagnie avec peu de chose.

⁷¹ NDLR ce système a son coût et ne peut exister que grâce à la puissance de l'acheteur DoD.

⁷² L'industrie russe est sans doute celle qui est capable d'aller le plus rapidement sur les segments haut de gamme c'est à dire nettement plus de 100 places et au-delà du régional.

6.5 Compte rendu des entretiens avec EADS et Boeing

Boeing (mars 2008)

Sur les contraintes environnementales qui sont un élément sinon l'élément principal de contexte, l'analyse suivante est faite par le représentant de Boeing :

- Les émissions de CO₂ liées au transport aérien ne représentent actuellement que 2 % des émissions totales de CO₂, toutefois la sensibilité des opinions à l'égard des nuisances du transport aérien va au-delà de ce constat ;
- Par ailleurs, avec un taux de croissance de 5 % par an et une flotte en exploitation qui va doubler en 20 ans, cette part va sensiblement augmenter. Le transport aérien ne peut donc se placer en dehors de ce contexte environnemental. Il en va également de l'image des industriels du secteur aéronautique qui doivent apporter leur contribution.

La lutte contre le bruit et celle contre les émissions de CO₂ sont relativement antinomiques sur le plan technique. Dans un contexte de droit limité et contrôlé aux nuisances sonores, les aéroports privilégient la lutte contre le bruit afin de maintenir le nombre de vols alors que les compagnies demandent à la fois des réductions de bruit et de consommation.

Le recours aux nouveaux matériaux et notamment aux composites pour la réalisation des structures aéronautiques est une des réponses aux contraintes environnementales : en permettant de diminuer le poids des structures les composites permettent d'alléger la consommation et donc les émissions de CO₂. Boeing et Airbus ont réellement pris le virage de composites avec le B787 et son concurrent l'A350 dont les structures sont faites à plus de 50 % de matériaux composites (à comparer à environ 30 % sur les avions antérieurs).

Sur le scénario aile volante, présenté comme le moyen de doubler le nombre de passager dans un encombrement équivalent à celui d'un A380, il est indiqué que les travaux de Boeing ont été motivés par la perspective de réduire la traînée aérodynamique ainsi que la masse des structures. Le principal obstacle à la concrétisation de ce projet reste l'acceptabilité pour les voyageurs d'un espace relativement clos.

Le scénario bas de cycle est perçu comme particulièrement pessimiste. Les scénarios de croissance d'Airbus et de Boeing sont basés sur des fondamentaux qui ne semblent pas devoir être remis en cause par une crise comme celle des crédits subprime :

- Les compagnies traditionnelles européennes se sont restructurées et ont modernisé leur flotte, elles sont saines ;
- Les compagnies américaines vont entrer dans un cercle vertueux et, à leur tour, devoir moderniser leur flotte ;
- On ne voit pas la fin du développement de l'Asie : actuellement la demande chinoise porte sur les liaisons intérieures mais à terme elle se tournera vers l'étranger ;
- Il n'y a pas de véritable concurrence au transport aérien : le TGV est compétitif en Europe pour des voyages d'une durée maximale de 3 à 4 heures au-delà il ne l'est plus. C'est la raison pour laquelle aux Etats-Unis les liaisons inter-cités restent essentiellement assurées par le transport aérien.

Ainsi actuellement les avionneurs ne se battent pas pour le gain de parts de marché mais pour des délais de réalisation raisonnables.

Le scénario d'apparition d'un troisième voire d'un quatrième avionneur est perçu comme très réaliste. Il existe des projets (Canadien avec Bombardier, russe avec Sukhoï, chinois...).

Il est cependant souligné que si la Chine sort un avion au niveau actuel de sa technologique, cet avion risque d'être obsolète en l'espace de 10 ans alors que la durée de vie normale d'un avion est de 30 voire 40 ans. Airbus et Boeing attendent de leur côté un gap technologique significatif pour sortir les successeurs des A320 et B737.

A long terme, les duopoles risquent effectivement de disparaître qu'il s'agisse de ceux des avionneurs, des motoristes ou des équipementiers : Pratt & Withney reviendra dans la motorisation des moyens courriers et Airbus et Boeing seront concurrencés dans les moyens courriers.

Dans le cadre du scénario d'évolution de l'Air Traffic Management (système de systèmes), il est souligné qu'une meilleure gestion du trafic aérien permettrait des gains de 11 à 12 % de consommation ce qui est loin d'être négligeable tant pour les marges des compagnies que pour les émissions de CO2. Des progrès seront vraisemblablement à faire avant 2050 (horizon de l'étude FP 6 IFATS) avec une optimisation des roulages au sol et une optimisation des vols.

Le scénario de supersonique évoque le projet Sonic Cruiser⁷³ lancé par Boeing puis abandonné. L'analyse est que les compagnies aériennes ont un besoin d'homogénéité dans les vitesses de leur flotte. Le supersonique perturbe les schémas actuels des compagnies. Par ailleurs, les contraintes environnementales sont désormais telles que Boeing dit ne pas voir un retour du supersonique à horizon prévisible même lointain.

La vision de Boeing sur le métier d'avionneur est effectivement celle d'un concepteur, assembleur (référence à la CDV Architecture MOI) mais également celle d'un métier de services.

Boeing ne dispose que d'une seule chaîne d'assemblage et il fonctionne suivant un modèle « Best of Industrie » qui consiste à prendre là où il se trouve le meilleur de l'industrie. Ainsi Boeing s'est dessaisi de certaines activités comme son activité câblage vendue à Labinal qui est un bien meilleur industriel que lui sur ce sujet. Boeing se fournit également auprès des équipementiers européens. Ainsi en 2009 Boeing achètera pour 4 milliards d'€ à l'industrie aéronautique française ce qui représente de l'ordre de 20 000 emplois.

Les difficultés rencontrées sur le B787 sont liées à une sous-estimation du besoin de coordination des industriels que nécessite le modèle « Best of Industrie » et à la simultanéité de l'introduction de ce nouveau modèle industriel et de nouvelles technologies. Face à ces changements multiples Boeing s'est trouvé confronté à un manque d'ingénieurs : on avait mal évalué que la contrepartie du « BoI » était de disposer d'ingénieurs en propre pour piloter et coordonner les fournisseurs. L'introduction de nouvelles technologies n'a fait qu'accentuer le phénomène de pénurie.

Reviendra-t-on pour autant sur ce modèle ? La question n'est pas tranchée actuellement.

⁷³ Le Sonic Cruiser était en fait légèrement subsonique.

--- § ---

EADS (mars 2008)

Les grands objectifs du plan Vision 2020 pour EADS présenté par Louis Gallois en janvier 2008 sont rappelés :

- Rééquilibrer le poids des différentes branches d'EADS notamment en amenant celui d'Airbus de 64 % actuellement à 50 % en 2020 par une croissance organique des autres activités ;
- Délimiter les activités « core » de celles « non core » ;
- Faire passer les activités de services de 10 % à 20 % voire 25 % d'ici 2020 ;
- Internationaliser les activités d'EADS notamment par une politique d'acquisition hors Europe (Etats-Unis et Asie), cette politique devant permettre également d'être moins dépendant de la zone euro, dépendance handicapante dans le contexte actuel pour la rentabilité d'EADS ;
- Etre éco-efficient ;
- Savoir attirer les talents.

L'objectif prospectif et la liste des scénarios suscitent le commentaire suivant de la part de nos interlocuteurs : dans l'aéronautique l'horizon 2020 est du court terme pour ce qui concerne les produits, mais c'est bien du long terme pour ce qui concerne l'évolution des organisations et des structures industrielles. Ainsi la rapidité de l'évolution de la parité €/ \$ nécessite des adaptations qui bien que devant être rapides seront néanmoins structurelles.

Les deux CDV « Architecture MOI » et « Structures aéronautiques » qui concernent plus directement Airbus sont plus particulièrement commentées. Le fait d'avoir distingué ces deux CDV paraît opportun. Sur le contour des activités les remarques suivantes sont faites :

- la forteresse du métier d'avionneur est constituée par la maîtrise de la certification, c'est ce qui ne doit pas être lâché. Pour la maîtriser il faut maîtriser effectivement certaines des briques indiquées dans la CDV « Architecture MOI » ;
- Il faut sans doute ajouter un pavé « services » peu développé à l'heure actuelle mais qui pourrait se développer dans le futur : si certains services comme la maintenance constituent des zones de friction avec les compagnies traditionnelles, les nouvelles compagnies ont tendance à se comporter comme de simples « agences de voyage » vendeuses de billets. Elles sont donc « simplement » demandeuses d'heures de vol, elles négocient par exemple des contrats de livraison d'avions avec pilotes formés (activité de formation). Par ailleurs, Airbus a un potentiel de développement dans les services pour la défense dont le futur contrat FSTA pour la RAF pourra constituer un exemple⁷⁴. L'objectif du développement dans les services est de trouver des relais de croissance acycliques voire contra cycliques ;
- L'assemblage représente plus vraisemblablement 6 à 10 % de l'activité que les 10 % à 15 % indiqués sur les diagrammes.

⁷⁴ Ce contrat PFI (initiative de financement privé) prévoit la fourniture de services élargis à des missions de ravitaillement en vol et de transport aérien confiés à l'industrie.

Un commentaire est fait par ailleurs sur la planche IFE. C'est un sujet considéré comme intéressant par Airbus : il s'agit de technologies non matures qui évoluent encore beaucoup trop vite pour susciter des investissements. Airbus souhaite ainsi éviter le financement de l'installation à bord d'infrastructures qui ne lui seront pas payées et qui risquent de devenir rapidement obsolètes. Il s'agit donc essentiellement du point de vue de l'avionneur de contrôler que le concurrent n'en fasse pas un avantage compétitif. A terme, le sans fil devrait donner une certaine autonomie aux passagers sans que l'avionneur ait à investir.

La liste des scénarios est commentée :

- le scénario nouveaux entrants paraît à long terme inéluctable ; il ne peut cependant s'agir d'une entrée « balistique » au standard Airbus ou Boeing ;
- le scénario nouveaux matériaux est en cours avec les freins que l'on connaît (dépendance de l'Europe, résistance des technologies aluminium, manque de retour d'expérience sur le composite). Sur le B787, Boeing a sans doute pris un double risque, celui d'introduire une nouvelle technologie et celui de sous-traiter plus. L'approvisionnement des matières premières reste à sécuriser notamment pour les fibres carbone (la dépendance pour le titane étant géologique) : l'investissement pour la partie industrielle est estimé à quelques centaines de millions d'€ auxquelles il convient d'ajouter un délai de 10 années de recherche ;
- le scénario Open Rotor n'est qu'un scénario parmi d'autres scénarios moteurs ;
- le scénario aile volante ne suscite pas de commentaire particulier⁷⁵ ;
- le scénario supersonique est qualifié de vrai sujet stratégique, il pose toutefois question « Doit-on préparer son retour ? »⁷⁶ ;
- le scénario bas de cycle semble devoir être argumenté sous la forme d'une tendance lourde environnementale qui pourrait bousculer les prévisions actuelles de croissance à 5 % pendant 25 ans. Les préoccupations écologiques peuvent en effet toucher les habitudes des touristes occidentaux⁷⁷ il ne resterait alors que la croissance liée aux pays émergents et celle liée à l'activité business. A l'inverse, si les problèmes écologiques sont résorbés sur les autres fronts (transports terrestres, chauffage...) la contribution du transport aérien aux émissions de CO2 pourrait être perçue pour ce qu'elle est c'est à dire comme relativement marginale.

La discussion porte ensuite sur ce qui pourrait motiver des changements de frontières entre l'avionneur et ses fournisseurs. Il est rappelé que l'avionneur porte une responsabilité d'ensemble sur l'avion notamment à travers la certification. Il prend à sa charge la part la plus importante des risques, il doit donc trouver sa contrepartie dans un accès aux marges.

Il est des endroits où les fournisseurs ne seront pas les bienvenus : l'intelligence et le cerveau électronique de l'avion... A l'inverse, il y en a d'autres où les avionneurs pourraient souhaiter aller. La séparation avionneur / motoriste pourrait par exemple être reconsidérée, elle n'est pas « naturelle », « elle sépare les activités qui supportent les risques de celles qui margent ». On risque d'aller vers des formules nouvelles où plus d'alliance sera nécessaire entre un avionneur et son motoriste.

⁷⁵ NDLR : sur le segment gros porteur Airbus dispose déjà de l'A380.

⁷⁶ NDLR : on remarquera les réactions opposées des représentants de Boeing et d'EADS sur les sujets supersonique et aile volante.

⁷⁷ « Ce n'est pas écologique de voyager à l'autre bout du monde »

6.6 Compte-rendu des entretiens avec le GIFAS et l'ONERA

Nos interlocuteurs (GIFAS et ONERA) ont souligné que l'avion qui entrera en service en 2020 est aujourd'hui relativement connu ; s'il s'agit de prospective la question serait donc d'imaginer l'avion que l'on commencera à étudier en 2020.

Le document « Out of the box » réalisé à la demande de la Commission pour imaginer des idées radicalement différentes du transport aérien peut éclairer cette vision post 2020.

L'étude européenne (FP6) IFATS (Innovative Future Aircraft Transport System – www.ifats-project.org), réalisée entre autres par l'ONERA qui vise à considérer l'avion comme un élément d'un système plus vaste (système de systèmes) va également dans ce sens.

Dans le contexte actuel la R&D est guidée par les préoccupations économiques et environnementales. Ceci concerne toutes les parties de l'avion (structures, formes aérodynamiques, moteurs, équipements...) ainsi que l'Air Traffic Management et se décline de la façon suivante :

- Sur l'avion : amélioration des rendements moteurs, réduction de la traînée aérodynamique, allègements des structures et des équipements ;
- Sur la conception du système transport aérien (activité de l'ONERA Toulouse) ;
- Les carburants alternatifs ;
- L'acoustique.

Le résumé utilisé par le GIFAS « moins de CO2 et pas plus de bruit » illustre assez bien les objectifs dans le domaine des avions commerciaux. Cet objectif est assez ambitieux car si les concepts open motor⁷⁸ permettent d'envisager un objectif de -20% de consommation par rapport aux dernières générations de turbo-fan, il restera à les faire fonctionner au même niveau de bruit que les actuels turbo-fans carénés.

Ce changement de type de moteur conduit vraisemblablement à reconsidérer complètement l'architecture des avions en plaçant les moteurs à l'arrière⁷⁹, en dédoublant l'empennage pour loger les moteurs. Il est probable que ces nouvelles architectures vont nécessiter, en phase initiale, une optimisation par l'avionneur et donc une reprise en main de la maîtrise de certaines fonctions qui, dans les configurations antérieures, avaient pu être déléguées aux équipementiers⁸⁰ (motoristes, nacellistes...). Sur les moteurs mêmes, l'architecture conduit à introduire un réducteur de vitesse de forte puissance et des hélices plutôt que des fans⁸¹ ...

Les innovations de rupture ne sont pas à ce stade évidentes d'autant plus que la pression sur l'environnement et les coûts d'exploitation guident les choix techniques :

- Les biocarburants s'ils constituent un carburant de remplacement risquent de se heurter au même problème que les dérivés du pétrole au regard de l'environnement. Par ailleurs, on ne voit pas actuellement en quoi ils conduiraient à une rupture ;

⁷⁸ Il s'agit en fait de turbo propulseurs rapides non carénés éventuellement avec des hélices contrarotatives.

⁷⁹ Et éviter d'avoir une trop grande interaction entre le souffle des pales et les ailes.

⁸⁰ Cf. l'expérience de l'A400M où l'étude de l'interaction souffle-ailes a conduit l'avionneur à respecifier le sens de rotation des différents moteurs.

⁸¹ Verra-t-on alors Ratier Figeac intervenir dans ce type de conception ?

- Le supersonique civil ne semble pas dans l'air du temps, s'il renaît un jour il devrait se cantonner aux jets d'affaires ;
- Avion biplan ?
- L'aile volante peut se concevoir dans le cas d'avions de très grande capacité mais comment faire accepter des rangs de 20 sièges sans proximité des fenêtres. De plus, les problèmes de stabilité à faible vitesse doivent être résolus ;
- Le dirigeable, même si on peut aujourd'hui envisager des vitesses de 100 à 200 km/h, reste un engin lent. De plus, il nécessite de nouvelles infrastructures au sol et pose certaines questions de sécurité.

Il est conseillé de se reporter pour ces aspects futuristes aux réflexions « Out of the book ».

L'évolution de l'architecture actuelle des gros bimoteurs est proche de son asymptote. Les quelques optimisations perceptibles sont l'open motor contrarotatif, l'architecture avec des moteurs placés à l'arrière, des dérives en V ou en U (architecture moins lourde). Les hélices doivent permettre d'atteindre des vitesses proches de celles obtenues par les turbofans, la baisse de performance étant quasi imperceptible sur des liaisons courtes.

Sur la question de savoir si les contraintes environnementales et les programmes de recherche afférents constituent un avantage compétitif pour Airbus et l'industrie européenne, nos interlocuteurs sont sceptiques car Boeing est également tiré dans ce sens par des financements de la NASA.

Sur la sécurité, il y a toujours eu quelques axes recherches (sécurité du poste de pilotage, givre, foudre) mais il n'y a pas de ruptures en vue. Dans le domaine du pilotage des concepts de pilotage adaptatif (par exemple en situation dégradée) ou de pilotage avec un seul pilote pourraient émerger.

La « révolution du composite » est plutôt une évolution. On arrive aujourd'hui à des taux de 50 % tant sur le B787 que sur son concurrent l'A350. Il convient en effet de rester relativement prudent dans l'introduction de cette technologie et d'attendre les premiers retours d'expérience. Un des intérêts de cette technologie réside au plan de l'outil industriel dans la possibilité d'automatisation. L'aluminium a cependant encore quelques réserves à faire valoir.

A la question de savoir si les technologies hydrauliques vont survivre au tout électrique, la réponse est qu'à terme il se peut effectivement que ces technologies disparaissent. On perçoit également qu'il y aura moins de métaux et d'usinage mécanique (les composites entrent aussi dans les moteurs et autres pièces mécaniques).

D'autres projets d'Airbus sont évoqués :

- Projet d'avion low cost post A350 ;
- « Simple Fly Bus » projet long terme incluant la prise en compte du coût de possession ;
- Allongement de la durée de vie des avions afin de favoriser le ROI et corollaire sur la modularité cellules et moteurs.

Globalement, il semble à nos interlocuteurs qu'Airbus doit aussi chercher à mieux profiter de la structure EADS et de l'ensemble des compétences R&T qui s'y trouvent.

Les compétences appelées à se développer dans le domaine de la R&D sont, outre l'aérodynamique qui reste le sujet fondamental, la gestion du trafic aérien (aspects système et optimisation) et la maîtrise des émissions autour des aéroports (chimie de l'environnement). Plus de transversal et d'inter- disciplines seront introduits pour éclairer l'optimisation du choix des solutions.

6.7 Compte rendu de l'entretien avec la DGAC

Février 2008

Notre interlocuteur signale une étude américaine (USAIRE (United States Aerospace Industry Representatives in Europe) AWARD 2007) qui peut présenter un intérêt dans le cadre de la mission PIPAME dans la mesure où il y est fait état de scénarios novateurs. Il signale également qu'il existe déjà une structure de réflexion DGE/DGAC/DGA dont les axes de travail sont :

- la dualité (compenser ce que la défense ne fait plus ou ne finance plus, ainsi dans le domaine de la navigabilité la création de l'EASA illustre le remplacement d'une ancienne filière militaire par une filière civile...)
- l'alternance des cycles civil/ militaire ...

Il évoque ensuite plusieurs pistes qui peuvent concerner à son sens l'étude PIPAME :

1. Lien entre les CDV et certains services régaliens (certification, évolution du référentiel normatif et réglementaire)
2. Problématique €/ \$ / possibilité d'une évolution vers une facturation en €
3. Problématique des low cost (il s'agit ici des délocalisations vers les pays à bas coûts)
4. Restructuration des CDV structures aéronautiques : paysage morcelé en Europe, Airbus souhaite réduire ses fournisseurs de 580 à 20 au premier rang, la conception plus monolithique des pièces composites et leur fabrication plus automatisée conduisent de toute façon à la réduction du nombre de sous-traitants et du poids de la main d'œuvre. Il illustre ce propos par l'exemple du caisson de la dérive du Falcon 7X réalisé en une seule opération. Il est également circonspect quant aux possibilités de transfert de réelles responsabilités vers les sous-traitants alors que l'avionneur reste techniquement responsable de l'enveloppe aérodynamique et du comportement de la structure.
5. La problématique de gros sous-traitants pose plus généralement la question de la maîtrise de la chaîne logistique et technique par l'avionneur. L'avionneur ne peut s'affranchir de cette maîtrise ce qui réduit considérablement la marge de manœuvre des sous-traitants.
6. Le road map technologique aéronautique 2020 est relativement connu mais les conséquences sur les chaînes de valeur et l'organisation industrielle n'ont pas encore été vraiment étudiées.
7. Le discours général selon lequel la R&D est tirée dorénavant par les PME ne s'applique pas en l'état au secteur aéronautique et à ses longs cycles d'intégration des technologies. Pour espérer s'inscrire dans les futurs programmes, il est en effet nécessaire que la PME fasse, d'une certaine façon, *valider* son programme de R&D en amont par l'avionneur.
8. La question de la certification en tant que moyen d'écartier de nouveaux entrants est évoquée : notre interlocuteur fait cependant remarquer que Airbus coopère avec Embraer, Boeing avec Sukhoi et que la Chine n'a pas besoin d'assimiler les normes occidentales si elle destine son avion régional à son marché intérieur. Les grands équipementiers sont quant à eux capables d'assumer leurs propres responsabilités avec les avionneurs nouveaux entrants.

9. Il souligne l'importance de la CDV aménagement intérieur comme stratégique pour certains avions et certaines compagnies dans la mesure où elle est un des rares endroits de customisation et de différenciation.
10. Enfin, il signale la mise en place d'une mission préliminaire chargée de déterminer quelles pourraient être les missions d'un futur conseil pour la recherche aéronautique

6.8 Les aspects militaires

(Mars 2008)

L'évolution générale en cours dans l'aéronautique civile (Power 8, RRSPs⁸², limitation du nombre de contractants d'Airbus...) fait songer à celle observée il y a quelques années dans le secteur de l'automobile.

Du point de vue du ministère de la défense, il s'agit d'éviter les dommages collatéraux et la disparition de sociétés ou d'activités qui sont impliquées dans le déroulement des programmes en cours ou qui sont considérées comme stratégiques pour les programmes futurs. Le sort des sociétés de taille sous-critique fait ainsi l'objet d'une attention particulière de leur part.

Cette recomposition du paysage est observée au sein du ministère de la défense notamment via le dispositif de contrôle des investissements étrangers dans des activités ayant trait à la défense.

Par ailleurs, la Délégation Générale pour l'Armement est membre du Groupe Opérationnel National qui assure le suivi de la mise en place du plan Fillon pour l'aéronautique.

Le plan de charge des industriels de l'aéronautique est actuellement largement assuré par le secteur civil.

Le contexte dans le secteur aéronautique défense est connu (le problème de la « bosse budgétaire »). La sortie du Livre Blanc de la Défense et de la Sécurité nationale devrait permettre d'éclairer en terme de doctrine les choix à venir, il faudra toutefois attendre la nouvelle loi de programmation pour en connaître les conséquences sur le plan des programmes et donc sur le plan industriel.

Le budget annuel de financement de la R&T aéronautique militaire est actuellement dans la continuité de ces dernières années, il faut également prendre en compte les subventions (R&T et fonctionnement) à l'ONERA. La doctrine de ne plus financer le dual sur le budget défense est en place depuis plus d'une dizaine d'années.

Il est indiqué que le plan stratégique d'EADS « Vision 2020 » vise à équilibrer les activités d'Airbus par un développement des autres activités (dont défense et services) et à diminuer l'exposition au risque de taux de change. Dans cette perspective, la répartition actuelle des effectifs Europe et hors Europe pourrait être appelée à évoluer.

En ce qui concerne un recours croissant aux composites, les représentants de la DGA font remarquer que l'on ne peut réellement parler de rupture. L'introduction des composites dans l'aéronautique remonte à plus de 30 ans⁸³. Cependant, le recours aux composites sur de grandes structures à longue durée de vie ne dispose pas encore d'un retour d'expérience suffisant. Aussi Airbus reste pour le moment partisan de structures mixtes (alliages / composites).

⁸² Risk and Revenues Sharing Partners

⁸³ NDLR : Echech de Rolls-Royce dans l'introduction de fans en fibre de carbone (1970), empennage en bore du Mirage F1, caisson de dérive et élevons des Mirage 2000, puis aviation civile. Le début des années 90 a vu l'introduction des fibres carbonées sur les fuselages puis les structures caissons.

Les scénarios d'un troisième voire d'un quatrième avionneur sont à prendre en considération. Outre les avionneurs qui ont fait leurs preuves dans l'aviation régionale (Embraer, Bombardier), certains pays ont des volontés stratégiques de se maintenir ou de se développer dans l'aéronautique tant civile que militaire. C'est le cas de la Chine, de la Russie voire du Japon et de l'Inde. Ces pays disposent d'un accès à certaines matières premières stratégiques pour l'aéronautique comme le titane (Russie, Japon, Chine, Inde, Etats-Unis). Les grosses capacités de production de fibres de carbone à haut module d'élasticité sont quant à elles essentiellement sous contrôle japonais ou américain.

Le scénario à plus long terme (2050) visant à penser le transport aérien comme un système de systèmes rappelle une évolution qui a eu lieu dans la défense avec les échanges de données (liaison 16 : standard OTAN permettant l'échange de données tactiques), les drones et le concept de système de forces.

6.9 Dualité civile / militaire dans les moteurs aéronautiques

Les compétences scientifiques et techniques nécessaires à la maîtrise du domaine concernent :

- les matériaux pour application haute température;
- les technologies de refroidissement associées;
- l'aérothermodynamique et la combustion des écoulements instationnaires dans les turbomachines;
- l'aéroélasticité des structures;
- les capteurs et actionneurs de régulation/pilotage,
- l'intégration de l'ensemble de ces techniques.

La dualité civile / militaire des technologies et des moyens industriels est particulièrement marquée dans l'industrie des moteurs. Les bureaux d'études, les moyens d'essais et les moyens de production sont le plus souvent communs. De nombreux moteurs civils dérivent de moteurs militaires notamment aux Etats-Unis. Cette dualité permet d'améliorer la rentabilité des investissements techniques et humains et de lisser la charge.

Il est à noter également que les marchés des turbines à gaz dérivées de l'aéronautique (secteurs de l'énergie et du transport) offrent des débouchés complémentaires à la plupart des motoristes.

En règle générale, un motoriste "majeur" est un industriel qui maîtrise les technologies des "parties chaudes" (compresseur haute pression, chambre de combustion, turbine haute pression) ainsi que la conception et l'intégration de l'ensemble des composants (et en conséquence de la régulation). Il est en outre un acteur majeur sur le marché civil et dispose de la plupart des moyens d'essais nécessaires.

Pour les moteurs civils, la performance globale attendue est différente de celle d'un moteur militaire. Les moteurs militaires privilégient une vitesse d'éjection élevée avec un taux de dilution faible alors que les moteurs civils privilégient l'obtention d'une poussée élevée avec un taux de dilution élevé. La différence s'explique également par les conditions d'utilisation plus variées et plus sévères du moteur militaire compte tenu de la nature de ses missions : les performances pures prises au sens du moteur, en termes de puissance, de poussée, de capacité d'accélérer et de tolérance à accepter des conditions d'alimentation anormales, sont plus élevées pour le moteur militaire. En contrepartie, la durée de vie d'un moteur militaire est moindre que celle d'un moteur civil dont les pièces sont moins sollicitées mais d'un meilleur rendement énergétique afin de privilégier la diminution de la consommation de carburant et la fiabilité. De manière générale, la principale "performance" attendue d'un moteur civil est un coût d'exploitation réduit.

Il existe des spécificités propres à chacune de ces deux familles de moteurs nécessitant des études sans retombées communes : diversité d'utilisation du moteur (opérabilité), cas de la réchauffé ou de la discrétion pour le moteur militaire d'avion de combat, des nouvelles chambres "antipollution" pour les moteurs d'avion civil. Les contraintes d'intégration à l'aéronef sont également différentes. Les besoins militaires déterminent les avancées technologiques qui servent de base au succès des programmes civils.

En revanche, en raison de la taille et des caractéristiques du marché militaire, le maintien d'une capacité de développement et de production doit s'appuyer sur le marché civil pour donner lieu à une activité économique rentable. La branche militaire profite alors de cette structure industrielle pour les phases de développement, de fabrication et de mise au point,

voire de commercialisation et d'après-vente pour le maintien en condition opérationnelle (MCO). Compte tenu de la réduction des programmes militaires, le potentiel industriel qui garantit la capacité de production ne peut être maintenu que grâce aux programmes civils. Le marché est aujourd'hui particulièrement segmenté à partir des paramètres type de mission, type de propulsion et classe de poussée. Le haut niveau capitalistique requis pour cette industrie (temps de retour sur investissement d'environ 20 ans pour une famille de produits) conduit désormais l'industrie des moteurs d'avions et d'hélicoptères à de nombreuses alliances industrielles, à l'échelle mondiale, qui varient en fonction des opportunités et des gammes de produits. Cette industrie évolue dans le domaine civil de plus en plus vers la vente de services (fourniture d'heures de vol) : cette tendance s'amorce dans le domaine militaire, freinée essentiellement par les contraintes opérationnelles (dommages de guerre, contraintes de projection, etc.).

7 BIBLIOGRAPHIE

- Travaux du consortium VIVACE
<http://www.vivaceproject.com>

VIVACE (Value Improvement through a Virtual Aeronautical Collaborative Enterprise) est un consortium européen qui vise à répondre aux objectifs de la "Vision 2020" formulés par l'ACARE, le "Conseil pour la Recherche Aéronautique en Europe". Les travaux de VIVACE se sont terminés en 2007, le site du consortium sera maintenu jusqu'en 2012. Les travaux de VIVACE couvrent la façon dont l'industrie doit se préparer pour répondre aux objectifs 2020. L'évolution des outils et des méthodes y est notamment évoquée. Les aspects "coût sur le cycle de vie" et "modélisation de la chaîne d'approvisionnement" ont été explorés dans le cadre de ces travaux. Les aspects chaîne de la valeur ont été explorés essentiellement dans le secteur des moteurs (cf. les deux liens et références cités dans le § 3.1 du rapport).

- Travaux du MIT Aerospace Computational Design Laboratory
<http://acdl.mit.edu/>

L'ACDL est un laboratoire du département aéronautique et astronautique du MIT. Il a pour mission d'améliorer la conception des systèmes aérospatiaux à travers la promotion de méthodes de calcul et d'outils d'analyse multidisciplinaire et d'optimisation. Etudiant les systèmes de transport aérien, l'ACDL est amené à s'interroger, même si ce n'est pas le cœur de ses travaux, sur les modèles économiques sous-jacents. Plusieurs liens avec des sujets proches des chaînes de valeur sont cités dans le §3.2 du rapport.

- National plan for aeronautics research and development and related infrastructure
<http://www.ostp.gov/galleries/defaultfile/Final%20National%20Aero%20RD%20Plan%20HIGH%20RES.pdf>

Ce plan, qui a été publié en décembre 2007, peut être considéré comme l'équivalent américain de Vision 2020.

- Out of the box Part 2 (ideas about the future of air transport)

Cette étude a été menée sous contrat ACARE et financée par la Commission. Le rapport évoque des pistes très futuristes pour l'évolution des avions et du transport aérien.

- ACARE (Advisory Council for Aeronautics Research in Europe)
<http://www.acare4europe.com/>

L'ACARE, le conseil consultatif pour la recherche aéronautique en Europe a été mis en place en juin 2001, comme l'avait recommandé le rapport "Vision 2020" réalisé en janvier 2001 par un groupe de personnalités du secteur rassemblées autour de Philippe Busquin, Commissaire en charge de la recherche en Europe. Ce conseil a tout d'abord confirmé les deux objectifs de haut niveau de la vision 2020 : répondre aux besoins de la société en terme de transport aérien plus efficace, plus sûre et respectueux de l'environnement, et assurer la compétitivité de l'industrie aéronautique européenne. Les réflexions de ce comité ont été poursuivies au sein

d'ACARE, qui a établi un agenda stratégique récapitulant l'ensemble des actions de recherche à mener pour permettre au système de transport aérien de relever les défis auxquels il aura à faire face d'ici 2020. De nombreux documents sont téléchargeables sur le site, voir en particulier la présentation de la vision 2020 :

<http://www.acare4europe.com/docs/Vision%202020.pdf>

- Site de la FAA (Federal Aviation Administration)
<http://www.faa.gov/>

De nombreux documents sont disponibles sur ce site, voir en particulier le lien suivant "Roadmap for performance-based navigation" :

http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/afs/afs400/rnp/media/RNProadmap.pdf?CFID=64670506&CFTOKEN=c896e1d6712d772c-48E55797-1372-4132-8DEC9D446955C164@jsessionid=f830cf21a9087f485d2d

- Airbus : Global Market Forecast 2006/2025
http://www.airbus.com/fileadmin/documents/gmf/PDF_dl/00-all-gmf_2007.pdf
Etude du marché à 20 ans
- Boeing : Current Market Outlook 2007/ It's 20 years into the future
http://www.boeing.com/commercial/cmo/pdf/cmo7_summary.pdf
Etude du marché à 20 ans
- JTI Clean Sky
http://www.cleansky.eu/index.php?arbo_id=83&set_language=en

Pour partie il s'agit de la déclinaison du programme de recherche ACARE 2020. Clean Sky est une initiative technologique commune visant à développer des technologies de rupture pour réduire significativement l'impact du transport aérien sur l'environnement.

- Compte-rendu des entretiens de Toulouse d'avril 2008
<http://www.entretienstoulouse.com/>

Publication du collège de Polytechnique qui évoque à travers le compte rendu des entretiens de 2008 les grands sujets technologiques du secteur aérospatial.

- Site de la DPAC
http://www.aviation-civile.gouv.fr/html/actu_gd/act_int.htm

Site sur lequel on retrouve les références des publications de la DPAC.