



HAL
open science

Externalisation de ressources et compétences stratégiques : Airbus et Boeing, des choix opposés

Aurélie Beaugency, Mustafa Sakinç, Damien Talbot

► To cite this version:

Aurélie Beaugency, Mustafa Sakinç, Damien Talbot. Externalisation de ressources et compétences stratégiques : Airbus et Boeing, des choix opposés. *Journal of Knowledge Management*, 2015, 49, pp.912 - 931. halshs-02337460

HAL Id: halshs-02337460

<https://shs.hal.science/halshs-02337460v1>

Submitted on 29 Oct 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

EXTERNALISATION DE RESSOURCES ET COMPETENCES STRATEGIQUES : AIRBUS ET BOEING, DES CHOIX OPPOSES

Aurélie Beaugency*, Erdem Mustafa Sakinç**, Damien Talbot***

Journal of Knowledge Management, 2015, vol. 49, n°6, pp. 912-931

Résumé

Selon l'approche par les ressources, les ressources et compétences stratégiques doivent être conservées dans l'entreprise car elles sont source d'un avantage concurrentiel. Les commandes de vol d'un avion constituent, en appliquant le modèle VRIO, un exemple de ressources et compétences stratégiques. Si Airbus internalise la conception et la production de ce système, ce n'est pas le cas de Boeing qui choisit de l'externaliser. Cet article vise à comprendre les raisons de ces choix stratégiques divergents opérés par ces industriels dans la définition de leurs frontières. Nous montrons qu'Airbus, via l'internalisation, opte pour une maîtrise à long terme de ce composant critique et cherche à étendre et à enrichir ses connaissances, comme le montre l'analyse des dépôts de brevets. La financiarisation de la stratégie de Boeing, qui privilégie la performance financière immédiate, explique le choix de l'externalisation afin de réduire les coûts de conception et de production des commandes de vol. Il apparaît alors nécessaire de ne pas en rester à la seule approche par les ressources pour analyser les choix d'externalisation.

Mots-clés : ressources, compétences, externalisation, financiarisation, aéronautique.

* Doctorante CIFRE, GRETHA - Université de Bordeaux / Thales Avionics aurelie.beaugency@u-bordeaux4.fr

** Doctorant, GRETHA - Université de Bordeaux mustafa.sakinc@u-bordeaux4.fr

*** Professeur des Universités, CRCGM - Université d'Auvergne damien.talbot@udamail.fr

INTRODUCTION

Une façon de questionner les frontières de la firme consiste à définir les compétences et les activités qu'elle doit conserver en interne et celles qu'elle doit externaliser, délimitant de la sorte un « dedans » et un « dehors ». Cette question du choix de l'externalisation est traitée notamment par l'approche par les ressources (*Resource-Based View*) (Wernerfelt, 1984 ; Prahalad et Hamel, 1990 ; Barney, 1991), pour qui la capacité d'une firme à construire et développer un ensemble de compétences cœurs, ou stratégiques, est garante de son avantage concurrentiel. Elle préconise alors de les conserver en interne car leur détention est source d'avantages compétitifs (Prahalad et Hamel, 1990 ; Barthélémy, 2007). Pour les avionneurs, les commandes de vol constituent des ressources stratégiques qui nécessitent des compétences elles aussi stratégiques pour les déployer. Notamment, la défaillance des commandes de vol d'un avion met en péril l'intégrité même des passagers. Ainsi, le niveau de certification exigé pour ce composant critique est maximal. Ce caractère critique impose *a priori* à tout avionneur la maîtrise totale de ce système pour conserver la confiance des compagnies aériennes clientes. En outre, les technologies incorporées dans les commandes de vol sont très spécifiques et rendent le système difficile à imiter. Pour autant, on observe que si Airbus a effectivement internalisé ce système, Boeing adopte une stratégie opposée d'externalisation. Comment expliquer ces choix stratégiques opposés effectués par deux concurrents dans la définition de leurs frontières ? C'est tout l'objet de cet article que de répondre à cette question.

Pour ce faire, nous proposons de ne pas en rester à une problématique de maîtrise des ressources et compétences. Si cette maîtrise intervient dans le choix d'externaliser ou non, d'autres critères sont aussi à prendre en compte, en particulier celui de la réduction de coûts que peut générer une externalisation. Et dans le cas d'une financiarisation croissante des stratégies qui fait de la performance financière à court terme et la valorisation des actions les premiers objectifs à atteindre, ce critère du coût devient dominant. Ainsi, si l'approche par les ressources conserve une portée explicative pour comprendre le choix d'Airbus, elle doit être enrichie d'une perspective plus financière pour rendre compte de la stratégie de Boeing qui connaît un tel phénomène de financiarisation.

Ce travail s'organise en trois temps. Dans une première partie, nous décrivons le caractère critique et stratégique (*via* le modèle VRIO) des commandes de vol. Dans une deuxième partie, nous montrons qu'Airbus et Boeing développent des stratégies opposées dans le cas

des commandes de vol, le premier internalisant le système, le second l'externalisant. Ces résultats sont ensuite discutés dans une troisième partie dans laquelle la financiarisation de la stratégie de Boeing est démontrée. Nous concluons sur la nécessité de ne pas en rester à la seule approche par les ressources pour analyser les choix d'externalisation.

1. LE MODELE VRIO APPLIQUE AUX COMMANDES DE VOL

1.1. L'APPROCHE VRIO

Si l'Ecole de Harvard (Porter, 1980) nous apprend que la performance de l'entreprise résulte des conditions du secteur dans lequel elle est insérée et, en particulier de son intensité concurrentielle, l'approche par les ressources (*Ressource based View*) (Wernerfelt, 1984 ; Prahalad et Hamel, 1990 ; Barney, 1991), lie quant à elle la performance aux déterminants internes. Le développement de l'entreprise dépend alors de la façon dont sont cultivées les ressources et améliorées leurs combinaisons pour forger des compétences (Prahalad et Hamel, 1990 ; Grandval et Soparnot, 2003, 2005).

Les ressources sont des actifs tangibles ou intangibles spécifiques, tels que les ressources financières, physiques, humaines, technologiques, organisationnelles, réputationnelles (Grant, 1996) et relationnelles (Dyer, 1996 ; Dyer et Singh, 1998). Notamment, la capacité d'une firme à entretenir sa base de connaissances constitue une ressource importante, faisant de celle-ci un catalyseur d'informations et de connaissances (Grant, 1996). Les compétences sont comprises comme le déploiement simultané de plusieurs ressources pour réaliser une activité. Elles renvoient à une capacité de coordination, d'agencement original des ressources particulier à la firme qui les exploite.

Une ressource ou une compétence est dite stratégique si elle permet à l'entreprise de disposer d'un avantage concurrentiel durable. Pour fonder cet avantage concurrentiel durable, plusieurs conditions doivent être respectées (modèle VRIO) (Barney, 1991, 1995 ; Peteraf, 1993 ; Barney et Hesterly, 2006) :

- les ressources et les compétences qui présentent le plus de valeur sont celles qui donnent accès à un grand nombre de marchés et donnent à un produit sa valeur aux yeux du client. Elles peuvent aussi permettre d'exploiter une opportunité offerte par l'environnement ou bien de se prémunir d'une menace (Valeur) ;
- les ressources et les compétences ne doivent pas être détenues par un grand nombre d'entreprises (Rareté) ;

- les ressources et compétences doivent être difficiles et/ou très coûteuses à imiter par les concurrents. L'ambiguïté causale, qui renvoie à l'idée que la firme maîtrise mal la causalité entre ressources et avantage concurrentiel, la dépendance de sentier qui fait place à l'histoire de l'organisation, la difficulté à répliquer les relations sociales internes ou encore le dépôt de brevets gênent l'imitation (Dierickx et Cool, 1989) (Inimitabilité) ;
- la firme doit être capable d'exploiter les ressources et compétences, ce qui suppose une organisation efficace des processus et de sa structure (Organisation).

Ces ressources et compétences définies comme stratégiques sont alors l'atout majeur de la firme et contribuent à la définition de ses frontières. L'entreprise peut retirer un avantage concurrentiel durable des ressources et des compétences qui respectent ces conditions. En suivant ce raisonnement, la firme ne devrait pas les externaliser car elles font partie de son cœur de métier.(Prahalad et Hamel, 1990 ; Barthélémy, 2007) et offrent un avantage compétitif à long terme (Quinn et Hilmer, 1994). C'est le cas pour les commandes de vol.

1.2. LES COMMANDES DE VOL ÉLECTRIQUES : UNE RESSOURCE STRATEGIQUE SELON LE MODELE VRIO.

Les commandes de vol appartiennent à la catégorie des systèmes embarqués dits « temps réel critique »¹, avec des exigences de réactivité et de sécurité de l'équipement très strictes. Trois types d'équipements composent le sous-système. **Les moyens de commandes du pilote** (manche, levier des aérofreins, palonnier) transmettent des informations sous forme de signal à **des calculateurs** qui le traitent et commandent les **actionneurs** situés sur les gouvernes. Un système de capteurs intelligents répartis sur l'ensemble de l'appareil analyse les données de vol (anémomètre, gyromètre, *etc.*) qui sont ensuite traitées par des calculateurs dédiés et affichées sur les instruments de bord du pilote. Le calculateur assure la transmission des données et devient le garant de la capacité de l'équipement à remplacer le mouvement de l'homme (manœuvre des câbles). Ce système peut être considéré comme une ressource stratégique telle que le conçoit le modèle VRIO.

¹ Les systèmes dits « temps réel critiques » sont assujettis à l'évolution dynamique de l'avion et à des contraintes temporelles dont le non-respect entraîne une défaillance catastrophique du système.

1.2.1. Les commandes de vol électriques : une présence indispensable sur les avions

La conception d'un avion se structure autour de l'assemblage de systèmes et sous-systèmes complexes. Parmi ceux-ci, l'avionique occupe désormais une position centrale du fait de l'introduction massive des commandes électriques et de l'électronique dans les systèmes qui visent à une réduction des coûts par un effet d'allègement de l'appareil.

Depuis une vingtaine d'années, les commandes de vol électriques sont des composants exigés par les compagnies aériennes pour l'achat d'un avion civil de plus de 100 places. Jusque dans les années 1960, les appareils militaires et civils étaient équipés de commandes de vol hydrauliques et mécaniques, où le pilote tirait sur un manche relié par des câbles à des actionneurs placés sur les ailes et gouvernes. Les programmes Concorde et Mirage 2000 sont les premiers à intégrer partiellement la commande électrique (ou Fly by Wire), les objectifs étant d'améliorer la manœuvrabilité de l'appareil et de faciliter l'introduction de nouvelles fonctions et équipements (Sghairi Haouati, 2010). Par la suite, les commandes de vol électriques sont progressivement généralisées dans le domaine civil à partir des programmes A320 pour Airbus et B777 pour Boeing. Leur présence est source de valeur pour le client, conditionne (sans l'assurer) le succès commercial et constitue une barrière à l'entrée pour d'éventuels concurrents.

Actuellement, les innovations successives ayant permis l'électrification progressive des commandes de vol vont dans ce sens, la version électrique apporte par rapport à la version hydro-mécanique un gain de masse (et donc de consommation de carburant) de 17% environ (Thillois, 2006), ainsi qu'une réduction de coûts de maintenance.

1.2.2. Un système complexe à produire et à imiter

Les critères de Rareté et Inimitabilité peuvent s'apprécier simultanément du fait du caractère critique des commandes de vol. Trois raisons à cela :

- premièrement, tout problème sur les commandes de vol entraîne un retour de l'appareil sur le site de maintenance et l'immobilisation pour plusieurs jours, donc des coûts supplémentaires souvent élevés (Delehelle, 2008) ;
- deuxièmement, une défaillance technique des commandes de vol met en péril la sécurité des passagers. Ici, la sécurité et la sûreté des vols influencent directement les orientations technologiques suivies en particulier pour les systèmes dits temps réels critiques comme les commandes de vol. Le domaine avionique est structuré en

plusieurs grands ensembles définis par l'*Air Transport Association*². La RTCA DO-178B répertorie ceux-ci selon leur niveau de criticité DAL (*Design Assurance Level*). Les commandes de vol sont des systèmes classés au niveau maximal A : toute défaillance du système peut entraîner un problème catastrophique ;

- troisièmement, ce système intègre de plus en plus de composants non dédiés aux applications aéronautiques, et dont l'utilisation peut, *a priori*, ne pas satisfaire aux critères de certification du milieu.

Plus généralement, l'électronisation des systèmes avionique a favorisé un lien technologique très fort entre les industries aéronautique et électronique, qui se traduit aujourd'hui par une dépendance de la première envers la dernière. En effet, suite à de la démocratisation de l'électronique pour le grand public, la production dédiée au marché de l'aéronautique et défense ne représente plus que 7% (Décision, 2012) de la production mondiale de semi-conducteurs. Par conséquent, l'industrie des semi-conducteurs ne fournit plus de composants spécifiquement adaptés aux besoins des architectes intégrateurs.

De fait, les firmes conceptrices de systèmes avioniques ont dû développer des compétences pour s'adapter aux contraintes réglementaires et technologiques que nous venons d'expliquer. L'effort de R&D doit porter sur la globalité du système tout en respectant les cahiers de charges précis pour chaque sous-système afin de garantir leur conformité au moment de la certification. Les exigences de réactivité et de sécurité très strictes des autorités de normalisation et de certification ont imposé la dissimilarité des équipements. Le principe de dissimilarité signifie que chaque équipement doit être redondé (d'où la présence de calculateurs primaires et secondaires), et sa conception *hardware* et *software* doit avoir été réalisée par deux équipes différentes, afin de prévenir toutes défaillances simultanées des équipements. Ce qui suppose un nombre suffisant d'acteur sur ce marché et ouvre la voie à une concurrence. Malgré ce principe, du fait de la complexité du système, des contraintes lourdes quant à sa réalisation (dissimilarité) et des exigences des organismes de certification, rares sont les firmes dans le monde (moins d'une dizaine) capables de concevoir et de produire un tel équipement (*cf.* tableau 1 pour une liste des firmes concernées sur les programmes étudiés).

² Entre autres grands ensembles on retrouve le pilotage automatique (ATA 22), les communications (ATA 23), l'électrique (ATA 24), les commandes de vol (ATA27), la navigation (ATA 34), l'avionique modulaire intégrée (ATA 42), les systèmes de diagnostic et de maintenance (ATA 45), la cartographie (ATA 91).

Tableau 1 : firmes par système

	Commandes de vol		
	<i>Calculateurs</i>	<i>Flight Management</i>	<i>Actionneurs</i>
<i>B777</i>	GEC Avionics	Honeywell	Parker
<i>A330/340</i>	Thales	Honeywell Thales	Liebherr
<i>B787</i>	GE-Smith (CCS) Honeywell (Calc)	Honeywell	Moog
<i>A350</i>	Airbus	Honeywell	Moog

Source : auteurs.

La très forte spécificité technologique de ce type de système le rend non redéployable à ce jour sur d'autres produits. Les rares firmes capables de concevoir et produire des commandes de vol électriques sont inscrites dans des trajectoires technologiques propres : elles bénéficient d'effets d'expérience construits dans le temps long, finalement peu imitables et peu redéployables. La complexité intrinsèque du système (matérielle, logicielle, ingénierie système), lui-même lié à d'autres systèmes étendent la base de connaissances nécessaire à la réalisation du système, chaque technologie devant être maîtrisée et combinée avec les autres. Cet assemblage technologique explique la diversité des brevets déposés par les acteurs maîtres d'œuvre du système (*cf. supra*), ce dernier ne pouvant pas être copié partiellement.

1.2.3. Exploiter les ressources et les compétences

Enfin, dernier critère selon le modèle VRIO pour qualifier des ressources de stratégiques, la firme doit être organisée pour exploiter les ressources et les compétences (Organisation). C'est dans cette dernière dimension que la notion de frontière de la firme prend tout son sens puisqu'elle relève de la conception et de la production ou non par la firme de cette ressource, ou de la décision d'en confier la réalisation à un partenaire. Depuis une vingtaine d'années, des réflexions autour des nouvelles architectures des systèmes électroniques dans les futurs programmes, affectant notamment la conception des commandes de vol, ont été menées. Jusqu'alors, les avions étaient conçus selon une architecture dite « fédérée », où les calculateurs étaient affectés au traitement d'une fonction. Les nouvelles architectures dites

« modulaires » ou « distribuées »³ amènent une répartition des calculateurs sur l'ensemble de l'appareil (éclatement de la masse) et soutiennent l'embarquement sur un même calculateur de plusieurs fonctions. L'impact de ces changements d'architectures impose une implication forte des architectes intégrateurs dans leur conception puisqu'elle remet en cause la manière selon laquelle le produit « avion » était jusqu'alors conçu. Les calculateurs des commandes de vol sont affectés car maintenus sur une architecture indépendante des autres dû à leur criticité, ce qui pose des questions sur les futures architectures des nouveaux programmes. Concrètement, Dans le cas de la firme européenne, la création d'une structure dédiée à l'innovation (EADS IW) comprenant un Centre de Compétences dédié à l'électronique et à l'intégration des systèmes comme les calculateurs des commandes de vol, illustre cette volonté d'exploiter des ressources et compétences stratégiques liées à l'équipement. Par ailleurs, des process organisationnels contraignants et spécifiques sont déployés dans les firmes développant des équipements de DAL A. Parmi ces process, citons la rédaction obligatoire des documents traçant la réalisation du logiciel, la vérification de chaque point de spécification et leur justification, la vérification du code et la fourniture des résultats de tous les tests de vérification du logiciel. En tout, près de 70 points et objectifs doivent être défendus et conformes à la norme pour valider une certification.

Tableau 2 : modèle VRIO appliqué aux commandes de vol

<i>Conditions</i>	<i>Commandes de vol</i>
Valeur	Présence exigée par les compagnies aériennes Réduction des coûts d'exploitation et de maintenance Confiance des compagnies aériennes accordée à Airbus et Boeing dans leur maîtrise de ce système critique (« temps réel critique », composant « grand public »)
Rareté	Une dizaine de firmes conceptrices et productrices dans le monde
Inimitabilité	Trajectoires technologiques spécifiques Augmentation forte du nombre de brevets déposés par Airbus et Boeing
Organisation	Centre de compétences dédiés à l'électronique et à l'intégration des systèmes Processus de traçabilité des équipements de la conception à la maintenance.

Source : auteurs.

Si, *a priori*, les commandes de vol apparaissent comme une ressource stratégique dans la mesure où elles représentent un atout majeur dans la conception d'un avion, et par conséquent doivent en toute logique être maintenues à l'intérieur des frontières de la firme, l'étude terrain

³ Les architectures distribuées développées par les deux avionneurs sont l'IMA (*Integrated Modular Avionics*) pour Airbus, et CCS (*Common Core System*) pour Boeing.

montre des disparités dans les stratégies des avionneurs. Notre cas d'étude vient ici illustrer les différences de perception des acteurs concernant leurs propres frontières.

2. CAS D'ETUDE : AIRBUS ET BOEING, DES STRATEGIES OPPOSEES

2.1. METHODE DE RECHERCHE ET DONNEES

Cette recherche qualitative mobilise deux études de cas comparatives, concernant les programmes A330/340 et A350 d'Airbus et leurs équivalents chez Boeing, le B777 et le B787. Les données ont été recueillies dans le cadre de deux thèses en cours. A chaque fois deux sources, primaire et secondaire, ont été utilisées : l'entretien semi-directif et la documentation (Yin, 1989). Plus précisément, cet article a bénéficié des informations recueillies lors de 10 entretiens semi-directifs menés entre octobre et décembre 2013 auprès d'ingénieurs-experts des technologies de l'électronique et d'ingénieurs-managers des systèmes du domaine. Les données financières utilisées ont été recueillies par les sources primaires (les rapports annuels et les communiqués de presse des firmes) et les sources secondaires (les articles de presse, les entretiens donnés aux journalistes par les dirigeants des firmes et base de données sectorielles et financières Airframer et Capital IQ).

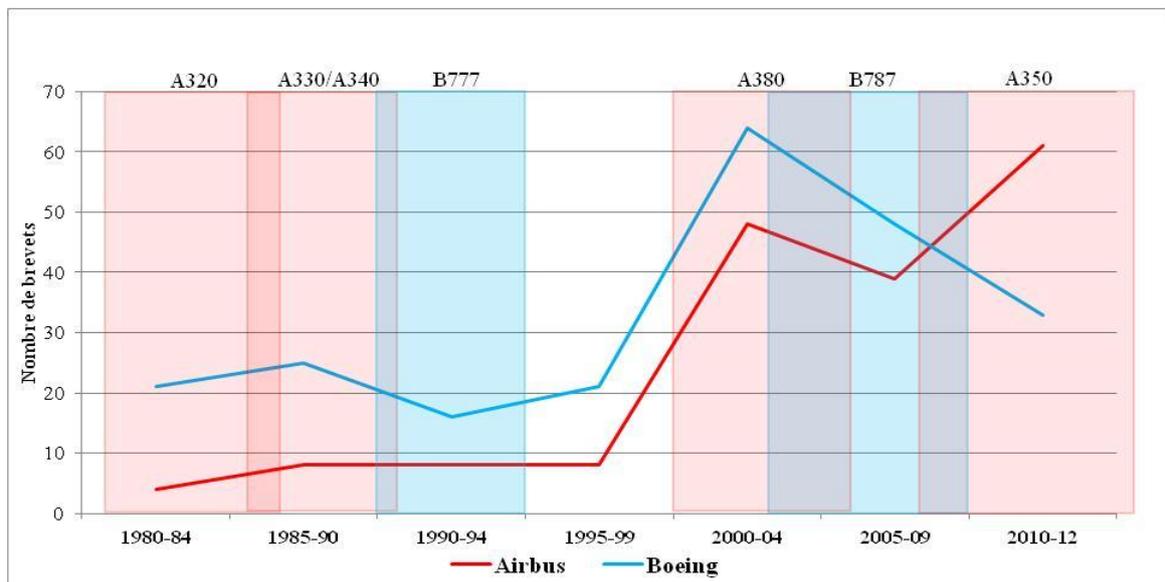
Nous associons à ces données l'étude des brevets. On considère généralement le brevet comme un *output* du processus de recherche et développement d'une firme, celle-ci protégeant ses développements importants pour sa survie par un dispositif de propriété intellectuelle étendu visant à empêcher la copie (Dierickx et Cool, 1989) mais surtout faire valoir une exclusivité d'utilisation (Granstrand, 1999). Si la complexité du système et ses multiples connexions générant des interdépendances technologiques constituent déjà une barrière à la copie, le brevet vient stratégiquement verrouiller les dispositifs clés.

La littérature a longtemps débattu de l'usage du brevet comme outil d'analyse des dynamiques technologiques des firmes, notamment en raison des biais induits par les pratiques différentes de droits de la propriété intellectuelle entre les Etats, de la propensité inégale des secteurs à breveter, ou encore de leur réelle utilisation par les firmes (Laperche, 2004 ; Ben Lakhdar et Foucault, 2004 ; Gallini, 1992 ; Arundel et Kabla, 1998). Malgré ces limites, dans un secteur peu étudié comme l'avionique, le brevet apparaît comme un outil utile à la compréhension des dynamiques technologiques des acteurs. Déjà, l'analyse du secteur conduite par Acha et Brusoni (2007) montrait, au travers de l'analyse brevets, un changement

de gouvernance technologique dû à l'explosion de l'électronique grand public. Dans l'approche VRIO, l'utilisation du brevet permet de rendre compte partiellement de la structuration des bases de connaissances de ces deux acteurs sur les commandes de vol, système complexe à appréhender de par la combinaison technologique nécessaire à sa réalisation (comme Prencipe (1997, 2000) l'avait souligné pour les moteurs d'avions).

Les brevets ont été extraits de la base de données FamPat (Questel) via le logiciel Orbit. Une recherche combinant codes CIB, mots clés et analyse d'experts a permis l'identification de 176 familles de brevets pour Airbus et 228 pour Boeing, sur une période de 30 ans correspondante aux périodes de développement et de lancement des programmes aéronautiques étudiés (1980-2010). Comme le montre la figure 1, le séquençage de la période en 6 séries permet d'affiner l'analyse des dynamiques technologiques tout en tenant compte des cycles de développement long (6-7 ans) de l'industrie aéronautique (*cf. supra* pour une analyse de la figure).

Figure 1 : dépôts de brevets d'Airbus et Boeing depuis 1980 dans le domaine des commandes de vol (moyenne des familles de brevets par période)



Source : auteurs, à partir de la base de données Qpat.

Légende : les colonnes rouges (Airbus) et bleues (Boeing) symbolisent la période débutant avec le lancement de chaque programme et finissant avec le premier vol de l'avion.

2.2. AIRBUS : RÉ-INTERNATIONALISATION PARTIELLE DES RESSOURCES ET COMPÉTENCES

Du fait de l'extension croissante du champ des savoirs à maîtriser pour concevoir et produire un avion de plus en plus complexe, les avionneurs ne sont plus en capacité de conserver en interne l'ensemble des compétences nécessaires. Airbus ou Boeing centrent leurs activités sur l'amont (conception, R&D) et sur l'aval de la chaîne de valeur (assemblage, commercialisation, services associés en formation et assistance technique) et remplissent de la sorte des fonctions d'architecte et d'intégrateur des activités (Brusoni et Prencipe, 2001 ; Brusoni, Prencipe et Pavitt, 2001 ; McGuire, 2007), tant la maîtrise des interactions entre les systèmes composants l'avion est cruciale (Mowery et Rosenberg, 1989). Au-delà de ces traits communs, on observe des différences notables entre Airbus et Boeing concernant la conception et l'industrialisation des éléments de structure et des systèmes les plus stratégiques. C'est le cas pour les commandes de vol.

Sur les premiers programmes Airbus lancés dans les années 70, comme l'A300 et l'A310, la division du travail était simple et correspondait essentiellement aux politiques industrielles nationales, organisées autour d'entreprises nationalisées. Ces programmes étaient conçus pour être technologiquement conservateurs afin de maîtriser les coûts en insistant sur l'utilisation de composants standardisés. L'idée était de convaincre des clients potentiels de la similarité de leurs achats avec leurs flottes existantes (Thornton, 1995). Airbus concentrait ses développements internes sur quelques technologies de pointe comme les commandes de vol électriques, dont l'A320 sera, le premier dans la gamme Airbus, équipé du système.

Airbus a choisi en prime abord d'externaliser les commandes de vol électriques, confiant la réalisation et la conception des calculateurs à la SFENA⁴ qui disposait des compétences nécessaires (notamment la maîtrise des lois de pilotage) à la réalisation du sous-système. La chute des financements publics conduit Airbus en effet à recourir à des partenaires pour partager les risques, maîtriser les coûts de développement, tout en continuant à s'inspirer des compétences technologiques de ses fournisseurs. Avec l'A330/340, Airbus adopte une nouvelle politique d'achat qui induit l'externalisation de systèmes vers des firmes appartenant à des pays non-partenaires du consortium européen, sous réserve qu'elles contribuent aux

⁴ La SFENA (Société Française d'Équipements pour la Navigation Aérienne) fut intégrée à la société Sextant Avionique, créée en 1989 qui regroupait les branches avionique d'Aérospatiale, de Crouzet, de Thomson CSF. Sextant Avionique est depuis 2001 nommée Thales Avionics, filiale du groupe Thales.

coûts de recherche et développement⁵. Avec l'A380, Airbus a poursuivi sa recherche de nouveaux partenaires partout dans le monde. Le coût du programme, estimé à plus de 10 milliards de dollars, explique grandement cette stratégie croissante d'externalisation. Ainsi, certaines firmes asiatiques ont été élevées du rang de sous-traitant à celui de partenaire partageant les risques. Considérant le potentiel commercial des compagnies aériennes asiatiques envers ce nouvel appareil, de nombreux contrats ont été signés avec des firmes chinoises, japonaises et coréennes. L'externalisation est aussi orientée vers les firmes américaines en raison de leur positionnement dans les technologies de pointe, des ventes prévisionnelles d'avions aux compagnies américaines et de certains motifs financiers, comme la couverture des risques de change (les avions sont vendus en dollars, tandis qu'Airbus paie un grande partie de ses achats en euros) (McGuire, 2007). Le programme A350 est l'occasion de développer encore cette stratégie en consolidant le réseau des fournisseurs (« *New System Policy* »). Pour ce faire, des *work packages* plus globaux et plus intégrés sont proposés à des équipementiers qui interviennent plus tôt dans le processus de développement (Doerfler, Baumann et Becker, 2012). Ainsi, Airbus a établi trois joint-ventures avec ses partenaires chinois. La décision en 2012 de construire un nouveau site d'assemblage aux Etats-Unis (Mobile) démontre l'ambition de la firme européenne de devenir une entreprise mondiale. C'est la combinaison entre les perspectives de marchés, le contrôle des coûts de production et la possibilité d'acquérir auprès des fournisseurs des compétences technologiques qui ont décidé de la stratégie d'externalisation d'Airbus.

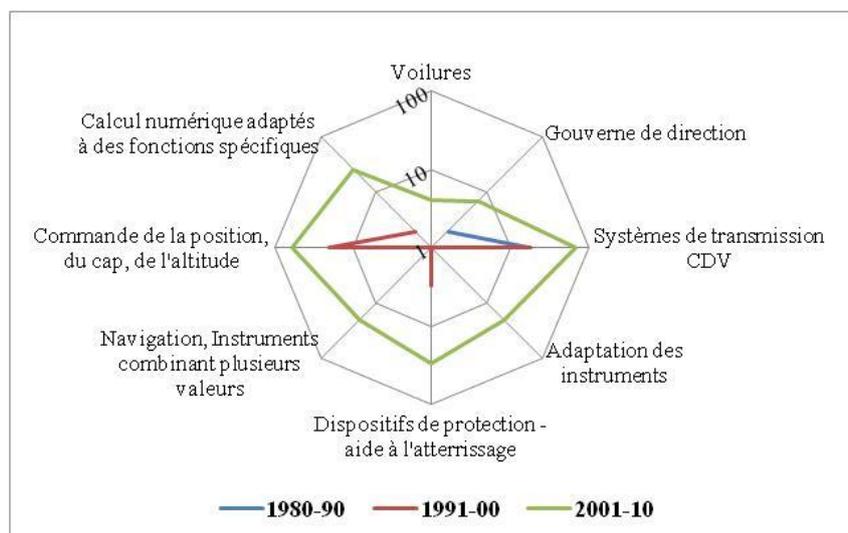
C'est pourtant dans ce contexte favorable à l'externalisation qu'à partir du programme A330/340 Airbus entame un processus progressif de ré-internalisation de la conception et de la production de l'équipement, même si Sextant Avionique se voit encore confier les calculateurs secondaires. Finalement, l'internalisation complète des calculateurs interviendra dans les années 2000 avec les programmes A380 et A350. Airbus est le seul architecte intégrateur à avoir pratiqué une telle ré-internalisation d'un sous-système des commandes de vol (*cf. infra* tableau 1).

Pour comprendre ce processus de ré-internalisation des commandes de vol, nous avons analysé plus finement la structuration du portefeuille de brevets détenus par Airbus (*cf. figure* 2). Deux évolutions sont observables. D'une part, Airbus approfondit sa connaissance des technologies liées à ce système critique. En effet, le nombre de brevets déposés par

⁵ Par exemple, BAE a externalisé la production d'une partie de la structure des ailes à la firme américaine Textron Aerostructures, et Aerospatiale a externalisé la production de composants au canadien Bombardier.

l'architecte intégrateur européen croît considérablement à partir du milieu des années 1990, ce qui correspond à la préparation du programme A380 pour lequel l'effort de recherche et développement pour le système « commandes de vol » a été conséquent (*cf. infra* figure 1). Les enjeux portaient notamment sur la capacité à maîtriser l'appareil en vol (très gros porteur) et la réduction du poids des équipements, en remplaçant les circuits et les actionneurs hydrauliques par des solutions électriques. D'autre part, et plus généralement, Airbus améliore sa maîtrise des connaissances liées au processus de commande des équipements (calcul numérique notamment) pour contrôler l'appareil (navigation, transmissions, *etc.*). Ce constat éclaire la volonté d'Airbus de maîtriser complètement le processus de développement et ainsi de pallier toute défaillance d'un fournisseur.

Figure 2 : évolution des bases de connaissances technologiques d'Airbus sur la période 1980-2010 (en nombre de brevets enregistré par technologie)



Source : auteurs, à partir de la base de données brevets Qpat.

2.3. BOEING : UNE EXTERNALISATION MAÎTRISÉE

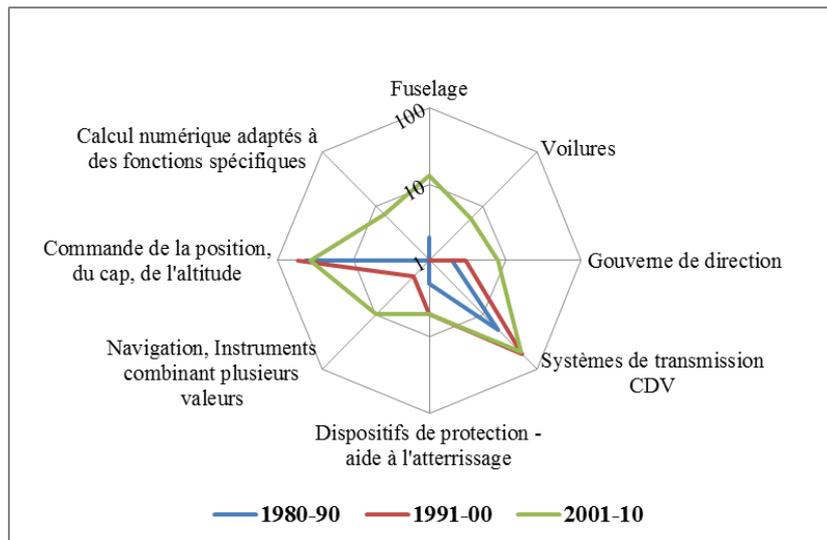
Dès les années 70, Boeing cherche de nouveaux partenaires en ouvrant sa production à un consortium composé par le gouvernement japonais comprenant trois acteurs majeurs (Mitsubishi, Kawasaki et Fuji) et à l'italien Finmeccanica, chaque équipementier participant au financement des programmes *via* le partage de risques. Grâce à l'approche de partage de coûts et des risques, Boeing a encouragé ses partenaires à s'impliquer dans l'outil de production et a ainsi amélioré la qualité et le prix des éléments. Avec le lancement du programme B777, pour s'adapter à la contraction des budgets de défense des gouvernements

américains et européens et à l'intensification de la concurrence avec Airbus, Boeing a porté l'accent sur l'accélération des cadences de production et la consolidation de ses marchés, renvoyant le développement de nouveaux produits aux décennies suivantes. Ce mouvement d'externalisation s'accroît encore avec le programme B787 (externalisé à hauteur de 70% en valeur, contre 50% pour l'A350) (Fingleton, 2005 ; MacPherson et Pritchard, 2007 ; Sorscher, 2011). Les contrats de partage des risques et coûts ont été signés avec les partenaires historiques mais aussi avec nombreux nouveaux fournisseurs répartis dans le monde entier. La capacité à développer les compétences exigées, à supporter les coûts, à respecter les exigences de qualité et à financer à parts égales la R&D ont été les critères de sélection des fournisseurs, lesquels sont responsables de l'intégralité de la conception, et du management de leur propriété intellectuelle sur le programme.

Concernant les commandes de vol électriques proprement dites, la firme américaine ne les a introduites qu'à partir du programme B777 en confiant, par exemple pour la partie calculateurs, leur conception et fabrication à GEC Avionics. Il s'agit ici d'une externalisation « maîtrisée » par l'architecte-intégrateur, ce dernier cherchant à conserver, potentiellement, une possibilité de ré-internalisation.

L'analyse des orientations technologiques prises par la firme de Seattle révèle une stratégie différente de celle d'Airbus. Si les brevets ont montré clairement la volonté d'Airbus de maîtriser et développer ses compétences pour réaliser le système « commandes de vol », ceux déposés par Boeing sont révélateurs d'une maîtrise de l'intégration de ces systèmes dans l'appareil, avec une prise en compte plus importante de leurs impacts sur la voilure, le fuselage, (positionnement des actionneurs), les liaisons avec les autres équipements en bord (transmissions).

Figure 3 : évolution des bases de connaissances technologiques chez Boeing sur la période 1980-2010 (en nombre de brevets enregistré par technologie)



Source : auteurs, à partir de la base de données Qpat.

En outre, la figure 1 montre à partir du début des années 2000 une réduction forte du nombre de dépôt de brevets menée par Boeing qui ne cherche plus à conserver une base technologique forte, signalant une divergence stratégique avec Airbus. De cette façon, Boeing marque son intention de se concentrer sur un rôle d'intégrateur de technologies plus qu'un investisseur dans les nouvelles technologies. Cependant, l'analyse de l'organisation du groupe montre une prise de conscience de l'importance de la maîtrise interne des compétences avec une réorganisation en 2013 de ses centres de Recherche et Développement, ouvrant notamment un Centre de Recherche spécialisé (*Flight Sciences, Electronics and Networked Systems, Structures*) dans le sud de la Californie.

3. BOEING, L'EXTERNALISATION COMME CONSÉQUENCE DE LA FINANCIARISATION DE SA STRATÉGIE

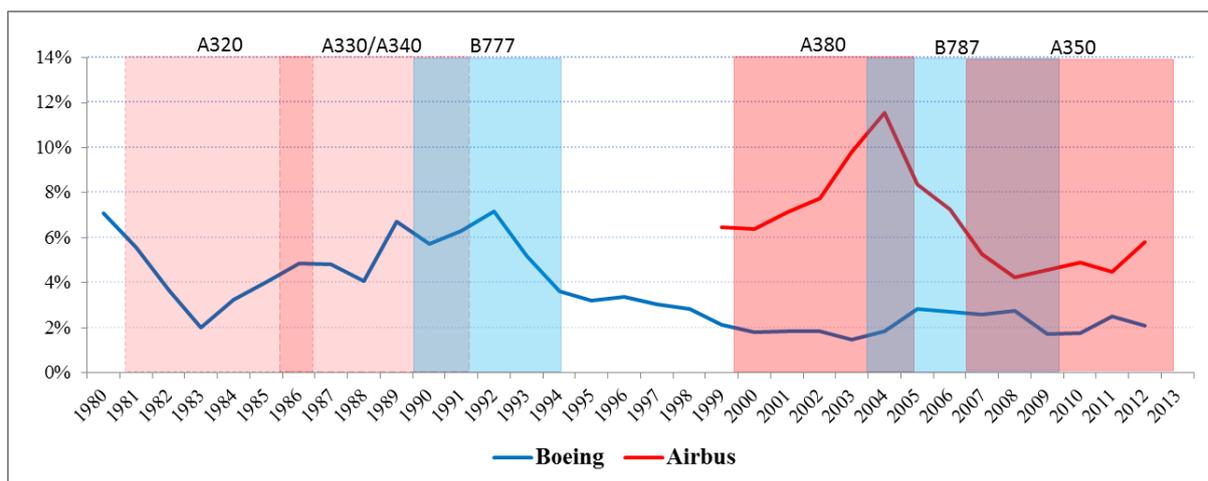
Finalement, si l'utilisation du modèle VRIO explique la ré-internalisation des calculateurs des commandes de vol opérée par Airbus, il ne permet pas d'analyser le choix de l'externalisation fait par Boeing. Nous proposons pour ce faire de prendre en compte la financiarisation des stratégies qui fait de la réduction des coûts l'objectif premier à atteindre et devient, au côté d'une approche par les ressources, explicative des stratégies d'externalisation (Milberg, 2008 ; Milberg et Winkler, 2010).

Si la conservation de ressources et compétences stratégiques est un premier facteur explicatif des choix d'internalisation vs externalisation, la réduction des coûts de production est une seconde explication à prendre en compte. L'externalisation croissante vers des fournisseurs internationaux est une réponse à cette recherche de réduction des coûts, ici d'achats. Si cette préoccupation est commune à tous les architectes intégrateurs⁶, elle est particulièrement prégnante chez Boeing du fait du phénomène de financiarisation de sa stratégie.

L'entreprise financiarisée est vue par ses dirigeants comme un actif financier duquel la valeur peut être enlevée, plutôt qu'un actif productif au travers duquel la valeur peut être créée. De ce point de vue, les dirigeants doivent maximiser la valeur actionnariale en alignant leurs propres intérêts sur ceux des actionnaires (Lazonick, 2010). La performance d'une entreprise est de plus en plus basée sur les critères financiers à court-terme et sur le cours des actions (Christensen, et al., 2008). La financiarisation peut alors être définie comme le processus de subordination des stratégies de la firme à l'accumulation du capital financier.

La financiarisation des stratégies se traduit par une réduction des dépenses d'investissement afin d'augmenter les valeurs de court-terme, à l'exemple du bénéfice par action (*earnings per share*). Une comparaison entre Airbus et Boeing nous montre que les dépenses d'investissement de Boeing ont diminué depuis des années 1990 et restent toujours inférieures aux dépenses d'Airbus (cf. figure 4).

Figure 4 : dépenses d'investissement sur chiffre d'affaires chez Airbus et Boeing (en %)

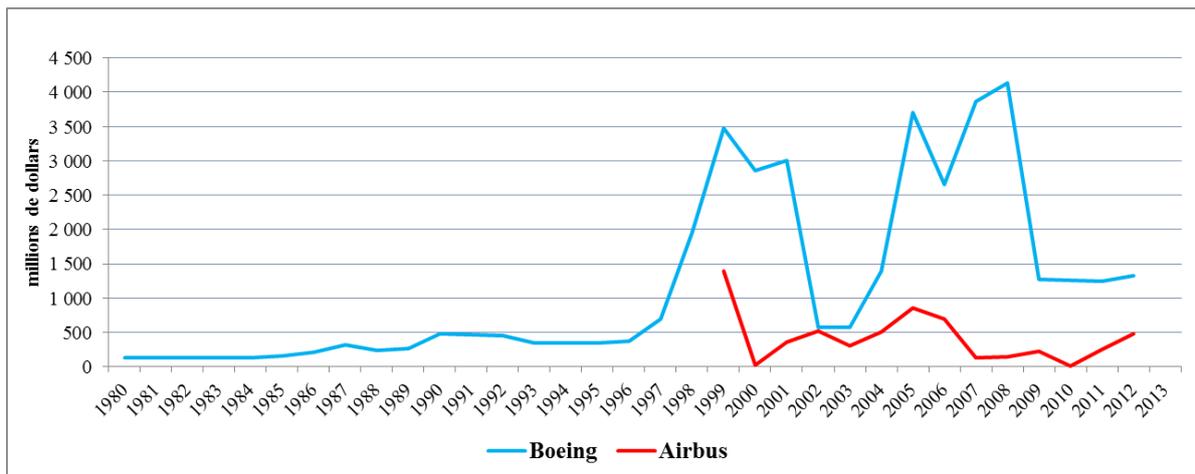


Source : auteurs, à partir des rapports annuels.

⁶ Au début des années 2000, Airbus a mis en place successivement trois plans de réduction des coûts (Route 06 qui a été suivi par Power8 et Power8+).

Le phénomène de financiarisation affecte aussi la distribution de bénéfices sous la forme de dividendes et le rachat d'actions, illustrant la montée de l'influence des investisseurs institutionnels (Lazonick et O'Sullivan, 2000). Entre 1999 et 2012, Boeing a ainsi distribué cinq fois plus de dividendes à ses actionnaires qu'Airbus et racheté cinq fois plus d'actions (cf. figure 5).

Figure 5 : distribution annuelle aux actionnaires chez Airbus et Boeing (dividendes et rachat d'actions)



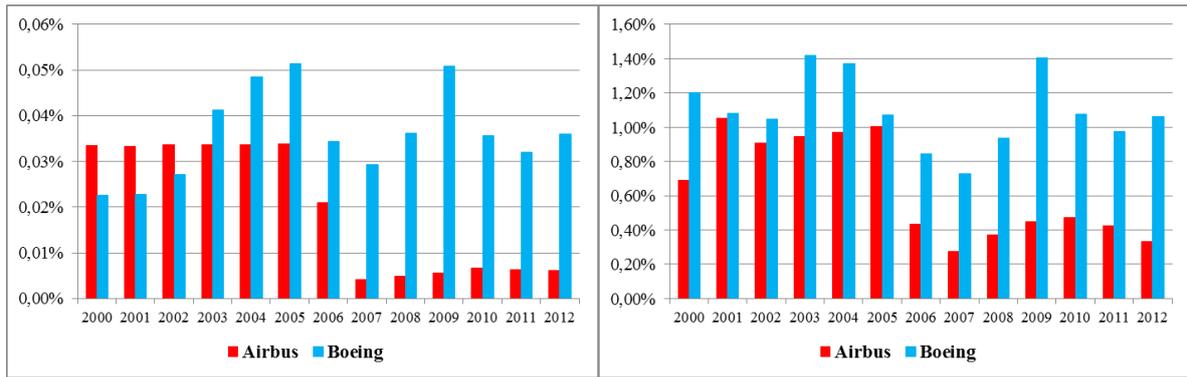
Source : auteurs, à partir des rapports annuels.

La distribution par les marchés financiers, cette fois aux dirigeants et cadres supérieurs, de stock-options et autres actions de performance est une troisième caractéristique de la financiarisation. Illustrant le passage d'une stratégie de « *retain and reinvest* » (retenir et réinvestir) à une stratégie de « *downsize and distribute* » (licencier et distribuer), les dirigeants se sont davantage concentrés sur la distribution des dividendes afin de faire monter le prix des actions et augmenter la valeur des stock-options (Lazonick et O'Sullivan, 2000). On assiste ainsi à un alignement des intérêts des actionnaires et des dirigeants. Entre 2000 et 2012, Boeing a accordé deux fois plus des stock-options aux cadres supérieurs.

Figure 6 : proportion de stock-options accordées au PDG (A) et aux cadres supérieurs (B) par rapport aux actions en circulation chez Airbus et Boeing

A

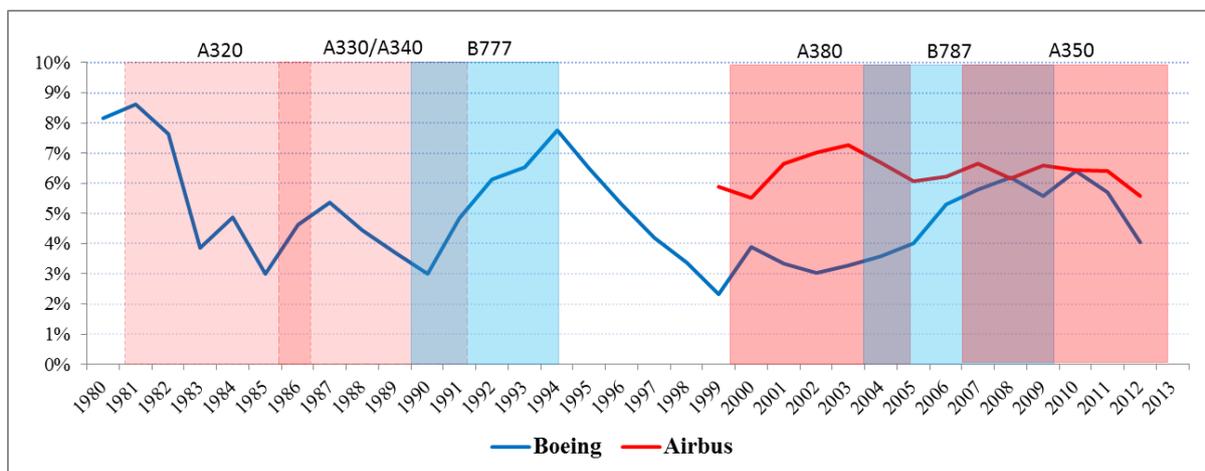
B



Source : auteurs, à partir des rapports annuels.

Enfin, la concentration sur la performance de l'action et le court-termisme induits par la financiarisation impactent négativement l'effort de R&D (Christensen, *et al.*, 2008 ; Lazonick, 2010). Malgré l'introduction de nouvelles technologies au fil des programmes américains et européens, la proportion de dépenses de R&D est restée stable tandis qu'Airbus a investi plus que Boeing en R&D pendant les années 2000.

Figure 7 : dépenses de R&D comparées au chiffre d'affaires (en %) chez Airbus et Boeing entre 1980 et 2013



Source : auteurs, à partir des rapports annuels.

CONCLUSION

Nous avons montré qu'Airbus a progressivement ré-internalisé la partie calculateur, cœur du système des commandes de vol, au fil des programmes tandis que Boeing externalise de façon maîtrisée ce composant critique et stratégique. L'approche par les ressources est utile à la compréhension de la stratégie d'Airbus qui cherche, comme le montre l'étude de l'évolution de ses bases technologiques, à étendre et à enrichir ses connaissances. Simultanément, Boeing reste centré sur des technologies qui traitent de l'intégration de l'équipement dans l'architecture globale de l'appareil. En nombre de brevets déposés dans le domaine des commandes de vol, la dynamique est clairement du côté d'Airbus qui développe une stratégie de maîtrise de ces ressources et compétences stratégiques.

Si l'approche par les ressources en général, et le modèle VRIO en particulier, sont pertinents pour analyser le choix de la firme européenne, ils n'expliquent pas celui opéré par la firme américaine. La financiarisation des stratégies, qui fait de la réduction des coûts l'objectif premier à atteindre, est l'autre facteur explicatif à prendre en compte. Nous avons souligné que, dans une telle perspective, l'entreprise est perçue par ses dirigeants comme un actif financier duquel la valeur peut être enlevée, plutôt qu'un actif productif au travers duquel la valeur peut être créée. Quatre indicateurs sont venus rendre compte de ce phénomène de financiarisation : réduction des dépenses d'investissement, augmentation de la distribution de bénéfices sous la forme de dividendes et de rachat d'actions, proportion de stock-options accordées aux dirigeants et réduction de l'effort de R&D. A chaque fois, si la financiarisation affecte bel et bien Airbus, tous les indicateurs montrent un impact plus important de ce phénomène dans le cas de Boeing.

Au final, l'approche par les ressources et le modèle VRIO font de la maîtrise des ressources et compétences stratégiques le premier critère de choix de l'internalisation vs externalisation. Airbus s'inscrit dans cette démarche, privilégiant la maîtrise technologique dans le long terme. Boeing, en privilégiant l'externalisation d'un composant critique et stratégique, opte pour une rentabilité immédiate. Deux visions s'opposent donc. Toutefois, Airbus annonce vouloir dans le futur augmenter sa performance financière immédiate. Une perspective de travail empirique, sera donc d'étudier le phénomène de financiarisation en dynamique dans le cas de l'architecte intégrateur européen. Sur le plan théorique, nous avons mis en exergue que la financiarisation des stratégies en particulier et des considérations d'ordre financier en général doivent venir compléter une approche par les ressources. Une perspective théorique serait de proposer un cadre intégrant ces enseignements.

L'approche dite « intégration des systèmes » peut s'avérer être une piste féconde. Elle traite de l'organisation instaurée par les firmes des industries électronique et aéronautique pour développer des produits complexes affectés par des évolutions technologiques rapides (pour une introduction aux COMplex Products and Systems (COTS), voir Hobday et al, 2005). Contrairement à l'approche VRIO, elle présente l'avantage de tenir compte des caractéristiques de l'environnement. Par exemple, l'analyse intègre les effets de la coordination d'acteurs autour d'une chaîne de valeur complexe. Souvent, les acteurs concernés par le développement de tels systèmes sont impliqués dans un mode d'organisation industriel qui impose le partage des connaissances et compétences, tandis que la complexité et la haute technicité des systèmes nécessitant le recours à des entreprises très spécialisées (Prencipe et al, 2003). L'architecte intégrateur conserve une maîtrise d'œuvre globale et détermine quels sont les sous-systèmes dont la maîtrise complète peut lui garantir un avantage concurrentiel, celui-ci étant souvent relatif à un gain financier. L'importance des financements en R&D sur des durées de vie de programmes très longues avec des retours sur investissements non immédiats est aussi étudiée. Plus généralement, l'approche d'intégration des systèmes intègre également une dimension financière, dans la mesure où la structuration en chaîne de valeur facilite la répartition des coûts de R&D et de production sur l'ensemble des acteurs. La complexification des systèmes a rendu nécessaire une telle répartition, un acteur n'étant plus en mesure de porter seul les coûts induits par de tels projets. Ainsi, alors que la production d'un système occupant la même place stratégique pour deux projets, les architectes intégrateurs responsables des projets vont opérer des choix différents quant au maintien de la conception en interne, ou à son externalisation, en fonction de leurs stratégies commerciales, et favoriseront le résultat financier à la préservation de compétences si cela n'impacte pas leur avantage concurrentiel.

BIBLIOGRAPHIE

- Acha, V., Brusoni, S., Prencipe, A., (2007), Exploring the miracle: strategy and management knowledge of the knowledge base in the aeronautics industry, *International Journal of Innovation and Technology Management*, 4, n°1, 15-39.
- Acha, V., Brusoni, S., (2008), The changing governance of knowledge in avionics, *Economics of Innovation and New Technology*, 17:1-2, 43-57.
- Arundel, P., Kabla, I., (1998), What percentage of innovation is patented? Empirical estimates for European firms, *Research Policy*, 27 (1),
- Barney, J. (1991), Firm resources and sustained competitive advantage", *Journal of Management*, 17: 1, 99–120.
- Barney, J. (1995), Looking inside for competitive advantage, *The Academy of Management Executive*, 9 : 4, 49-61.
- Barney, J., Hesterly, W. (2006), *Strategic Management and Competitive Advantage*, Pearson/Prentice Hall.
- Barthélémy, J. (2007), *Stratégies d'externalisation, Préparer, décider et mettre en œuvre l'externalisation d'activités stratégiques*, 3^{ème} édition, Paris : Dunod.
- Ben Lakhdar, Ch., Foucault, M., (2004), Innovation et brevet : une comparaison transatlantique, *Revue Internationale et Stratégique*, n°55, 2004/3.
- Brusoni, S., Prencipe, A. (2001), Unpacking the Black Box of Modularity: Technologies, Products and Organizations, *Industrial and Corporate Change*, 10 :°1, 179-204.
- Brusoni S., Prencipe A., Pavitt K. (2001), Knowledge Specialization, Organizational Coupling, and the Boundaries of the Firm: Why Do Firms Know More Than They Make?, *Administrative Science Quarterly*, 46 : 4, 597-621.
- Christensen, C. M., Stephen K., Willy S. (2008), Innovation Killers: How Financial Tools Destroy Your Capacity to Do New Things?, *Harvard Business Review*, 86 : °1, 98-105
- Decision, (2012), *World Electronic Industry outlook 2015-2020 challenges and opportunities ahead Europe at a crossroad*, Electronica Conference 2012, Munich.
- Dierickx, I., Cool, K. (1989), Asset Stock Accumulation and Sustainability of Competitive Advantage, *Management Science*, 35 : 12, 1504–1511.
- Delehelle, A., (2008), *Etude d'un concept d'actionneur électromécanique linéaire à effet magnétique et piézoélectrique en vue d'applications dans le domaine des commandes de vol*, thèse de doctorat en Génie Electrique, Université de Toulouse
- Doerfler, I., Baumann, O., Becker, M., (2012), Choosing Paths to Becoming a Systems Integrator: Lessons from Airbus' "New Systems Policy", paper presented at *DRUID 2012 Conference*.
- Duménil, G., Lévy, D. (2004), *Capital Resurgent*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Dyer, J.H. (1996), Specialized supplier networks as a source of competitive advantage: evidence from auto industry, *Strategic Management Journal*, 17 :°4, 271-292.
- Dyer, J.H., Singh, H., (1998), The relational view: cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage, *Academy of Management Review*, 23 :°4, 660–679.

- Fingleton, E., (2005), Boeing, Boeing ... gone: How an American titan clipped its own wings. *The American Conservative*, January 31
- Gallini, N. T., (1992), Patent policy and costly imitation, *The RAND Journal of Economics*, vol. 23, n°1.
- Granstrand, O., (1999), *The Economics of Intellectual Property*, Edward Elgar, Chettenham, Northampton.
- Grandstrand, O, Patel, P., Pavitt, K., (1997), Multi-technology corporations: why they have “Distributed” rather than “Distinctive Core” Competencies, *California Management Review*, 39/4, pp. 8-25
- Grandval, S., Soparnot, R., (2005), Le développement durable comme stratégie de rupture : une approche par la chaîne de valeur intersectorielle, *Management & Avenir*, 5, 7-26.
- Grandval, S., Soparnot, R., (2003), Les actions grises dans la théorie des ressources : une compétence cardinale pour la PME ?, *Revue Internationale PME*, 16 : 3-4,121-149.
- Grant, R. M., (1996), Toward a knowledge-based theory of the firm, *Strategic Management Journal*, 17 :7, 109–122.
- Hobday, M., Rush, H., Tidd, J., (2000), Innovation in complex products and systems, *Research Policy*, 29, 793-804.
- Laperche, B., (2004), La propriété industrielle : moteur ou frein à l’innovation ? », in Uzunidis, D., *L’innovation et l’économie contemporaine*, De Boeck Université « Economie, Société, Région», 62-84.
- Lazonick, W., O’Sullivan, M. (2000), Maximizing Shareholder Value: A New Ideology for Corporate Governance, *Economy and Society* 29 : °1, 13-35.
- Lazonick, W. (2010), Marketization, Globalization, Financialization: The Fragility of the US Economy in an Era of Global Change, *Center for Industrial Competitiveness at Umass Lowell Research Paper*.
- MacPherson, A., Pritchard, D., (2007), Boeing’s diffusion of commercial aircraft technology to Japan: Surrendering the US industry for foreign financial support, *Journal of Labor Research* 28 : °3, 301-321
- McGuire, S., (2007), The United States, Japan and the aerospace industry: from capture to competitor?, *The Pacific Review* 20 : °3, 329-350.
- Milberg, W. (2008), Shifting sources and uses of profits- sustaining US financialization with global value chains, *Economy and Society*, 37 : °3, 420-451
- Milberg, W., Winkler, D., (2010), Financialization and the Dynamics of Offshoring, *Cambridge Journal of Economics* 34 : °2, 275-293.
- Mowery, D., (1989), The US commercial aircraft industry, dans David Mowery and Nathan Rosenberg (eds) *Technology and the Pursuit of Economic Growth*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 169–204.
- Porter, M. (1980), *Competitive Strategy*, Free Press.
- Peteraf, M. (1993), The Cornerstones of Competitive Advantage: A Resource-Based View, *Strategic Management Journal*, 14 : 3, 179-191.
- Prahalad, C.K., Hamel, G. (1990), The core competence of the corporation, *Harvard Business Review*, 68 :°3, 79–91.
- Prencipe, A., (1997), Technological competencies and product’s evolutionary dynamics: a case study from the aero-engine industry, *Research Policy*, 25, 1261-1276.

- Prencipe, A., (2000), Breadth and depth of technological capabilities in CoPS: the case study of the aircraft engine control system, *Research Policy*, 29, 895-911.
- Prencipe, A., Davies, A., Hobday, M., (2003), *The Business of Systems Integration*, Oxford University Press, 398p.
- Priem, R.L., Butler, J.E., (2001) Is the resource-based “view” a useful perspective for strategic management research?, *The Academy of Management Review*, vol. 26, n°1, pp. 22-40.
- Quinn, J. B., Hilmer, F. G. (1994), Strategic Outsourcing, *Sloan Management Review*, 35 :°4, 43-55.
- Sghairi Haouati, M., (2010), Architectures innovantes de systèmes de commandes de vol, thèse soutenue à l’université de Toulouse.
- Sorscher, S., (2011), *Problem-solving culture in Boeing Commercial Airplanes*, Unpublished Research Paper.
- Thillois, H., (2006), L’avion plus électrique rempli ses objectifs, *Air & Cosmos*, vol. 2040.
- Thornton, D. W., (1995), *Airbus Industrie, The Politics of an International Industrial Collaboration*, New York: St. Martin’s Press.
- Tsai, W., Ghoshal, S., (1998), Social capital and value creation: the role of intrafirm networks, *Academy of Management Journal*, vol. 41, n°4.
- Wernerfelt, B. (1984), A resource based view of the firm, *Strategic Management Journal*, 5 :°2, 171-180.
- Yin, R. K. (1989), *Case study research: Design and methods*, Beverly Hills, Sage Publishing.