

# GESTION STRATEGIQUE DE LA SUPPLY CHAIN ET FIRME-PIVOT DANS LE SECTEUR AERONAUTIQUE

Ayse CAGLI\*, Med KECHIDI\*\* & Rachel LEVY\*\*\*

---

Résumé. - L'objet de cet article est de montrer que le nouveau modèle d'organisation de l'activité aéronautique, porté par le développement poussé de la modularisation des programmes, favorise l'émergence de nouveaux acteurs : les firmes-pivot. Ces firmes jouent un rôle central en tant que forme organisationnelle de gestion des interfaces entre les architectes-intégrateurs et les firmes qui participent à la conception et à la production des avions. Tout d'abord, nous établirons les caractéristiques de ces firmes en proposant une lecture fondée sur les théories de la modularité et des liens inter-organisationnels. L'idée qui va traverser l'ensemble de ces développements est celle qui établit des corrélations positives entre l'évolution des modes de production des produits complexes et les formes organisationnelles qui leur donnent naissance. Puis, nous illustrerons ces développements à travers une proposition de typologie des principales firmes-pivot du secteur aéronautique et l'étude du cas de deux de ces entreprises : les groupes Goodrich et Safran.

Mots-clés : Aéronautique ; Firme-pivot ; Modularité ; Segmentation ; Supply chain.

## 1. Introduction

De profondes mutations techniques et organisationnelles caractérisent l'évolution du secteur aéronautique mondial ces dernières années. Elles sont un approfondissement de la

---

\* Doctorante, LEREPS, Université de Toulouse (UT1). Courriel : ayse.cagli@univ-tlse1.fr..

\*\* Maître de conférences (HDR), LEREPS, Université de Toulouse (UT2). Courriel : kechidi@univ-tlse1.fr..

\*\*\* Maître de conférences, LEREPS, Université de Toulouse (UT3). Courriel : rachel.levy@univ-tlse1.fr.

modularisation fondée sur les compétences ainsi que le résultat de nouvelles politiques « d'outsourcing », de gestion stratégique de la supply chain, largement pratiquées par le secteur aéronautique. Ces transformations sont annonciatrices de l'émergence d'un nouveau modèle d'organisation industrielle de l'activité. Les constructeurs aéronautiques adoptent progressivement un statut d'architectes-intégrateurs de systèmes aéronautiques (Kechidi, 2008). Les traits principaux de ce modèle sont :

- ⇒ le recentrage sur les activités stratégiques de la chaîne de valeur, à savoir l'architecture cabine et avion, l'intégration des systèmes, l'assemblage final, la customisation et les essais des équipements qui engagent l'intégrité des appareils ;
- ⇒ une segmentation stratégique de la supply chain assise sur la constitution de « paquets technologiques » fondés sur des blocs de savoirs homogènes (aérostructures, systèmes, propulsion, avionique, etc.) ;
- ⇒ une forte externalisation des activités jugées non stratégiques ;
- ⇒ la réduction du nombre de sous-traitants directs, réduction qui ne signifie pas la réduction du nombre de participants au projet productif mais une organisation plus hiérarchisée, de forme pyramidale avec une base élargie ;
- ⇒ une augmentation de la taille et du rôle des partenaires de premier rang qui se transforment en firmes-pivot, capables d'articuler les relations verticales entre l'architecte-intégrateur et les autres niveaux (inférieurs) de sous-traitance ou de fournitures de composants ou de pièces.

L'objet de cet article est de montrer que ce modèle, porté par le développement poussé de la modularisation des programmes, favorise l'émergence de nouveaux acteurs, les firmes-pivot. Ces firmes jouent un rôle central en tant que forme organisationnelle de gestion des interfaces entre les principaux architectes-intégrateurs (Airbus et Boeing) et les firmes qui participent à la conception et à la production des avions. Nous établirons les caractéristiques de ces firmes en proposant une lecture fondée sur les théories de la modularité et des liens inter-organisationnels. L'idée qui va traverser l'ensemble de ces développements est celle qui établit des corrélations positives entre l'évolution des modes de production des produits complexes et les formes organisationnelles qui leur donnent naissance. Dans la partie empirique, nous illustrerons ces développements à travers une proposition de typologie des principales firmes-pivot de Airbus et Boeing et l'étude du cas de deux entreprises : Goodrich et Safran.

## 2. Modularisation et supply chain

### 2.1 Modularité : produit-organisation-connaissances

Les travaux sur la modularité puisent leurs fondements théoriques dans les écrits d'H. Simon sur la décomposabilité des systèmes complexes (1962). Cette conception de la modularité, notamment développée par Ulrich (1995) et dite modularité du produit ou technique (Cohendet et al., 2005) est, en fait, d'abord, un instrument de réduction de la complexité. Pour Frigant (2004, p. 5), « l'architecture modulaire s'avère un puissant réducteur de la complexité des systèmes complexes en offrant une décomposition en sous-systèmes autonomes, au sens où il est possible de les développer et de les pré-assembler séparément, reliés les uns aux autres par des interfaces relativement stables ».

Sans la réduire à cet aspect, la décomposabilité des produits est une stratégie de réduction de la complexité et de rationalisation de la production. Dans cette acceptation, un objet modulaire est un produit complexe composé de sous-ensembles produits indépendamment les uns des autres mais s'articulant les uns avec les autres pour former un système cohérent et stabilisé par des interfaces standards (Sako et Murray, 2002).

La modularisation des produits complexes permet donc de réduire la complexité des objets techniques par le biais de leur décomposition d'une part, en sous-ensembles homogènes et stables, et, d'autre part, elle permet la rationalisation de l'organisation des processus de production et de la hiérarchisation de leurs séquences, comme le rappelle H. Simon à travers sa parabole des deux horlogers Tempus et Hora<sup>1</sup>.

La perspective développée par Sanchez et Mahoney (1996) est quelque peu différente. Elle n'est pas centrée sur le produit. Ils développent l'idée selon laquelle il existe des corrélations positives entre l'évolution des modes de production des produits complexes et les formes organisationnelles qui leur donnent naissance. Même s'il pose directement la question de la

---

<sup>1</sup> Tempus et Hora étaient deux horlogers très réputés pour la qualité des montres qu'ils fabriquaient. Leur réputation était telle qu'ils étaient souvent interrompus dans leur travail par des clients qui passaient commande. Plus leur notoriété grandissait et plus le téléphone sonnait dans leur atelier. Pourtant, Hora prospérait et Tempus a fait faillite. L'explication de ces deux destins est la suivante. Les montres que fabriquaient les deux horlogers étaient constituées de 1.000 pièces chacune. Hora avait conçu ses montres « de telle façon qu'il pouvait assembler des sous-ensembles d'environ dix pièces chacun. Dix de ces sous-ensembles pouvaient à leur tour être assemblés en un sous-ensemble plus grand. Et un système fait de dix de ces derniers sous-ensembles constituait une montre complète » (Simon, 1962, p. 470). En revanche, Tempus n'a pas procédé à cette décomposition en sous-ensembles stables et homogènes. A chaque fois que le téléphone sonnait, il arrêtait son montage qui, aussitôt, s'écroulait. Après chaque interruption, Tempus reprenait la totalité du processus de fabrication. En considérant une probabilité

dialectique entre technologie et organisation, cet isomorphisme n'est pas fondé sur un déterminisme technique. La perspective modularité-produit se double d'une perspective organisationnelle où « la modularité est présentée comme une structure particulière en termes de coordination et de division du travail visant particulièrement la minimisation des coûts de transaction » (Cohendet et al., 2005, p. 122).

Avec les travaux de Langlois (2002), de Baldwin et Clark (2002) et de Brusoni et al. (2001), les deux dimensions de la modularité, technique et organisationnelle, se complètent alors par une dimension cognitive forte. Cette dimension cognitive signifie que les connaissances qui sous-tendent les produits (leur conception, leur production, leur assemblage) relèvent de la combinaison et de l'assemblage de modules (Nielsen, 2003). En d'autres termes, la modularisation est également une modularisation des blocs de savoirs qui donnent lieu aux produits.

C'est en définitive cette trilogie produit-organisation-connaissances qu'interrogent Brusoni et Principe (2001, p. 184) quand ils rappellent que la littérature sur la modularité se fonde sur trois postulats : « il existe une corrélation positive entre modularité du produit, modularité de l'organisation et modularité de la connaissance ; les architectures modulaires permettent la spécialisation croissante, à la fois à l'intérieur et entre les entreprises et les architectures modulaires permettent d'assurer la coordination avec un effort managérial minimum ».

La modularité est, de ce point de vue, la fin de la firme intégrée et l'avènement de formes organisationnelles particulières qui relèvent des théories des liens inter-organisationnels, telles que les « réseaux des producteurs » (Langlois et Robertson, 1992), les « réseaux modulaires de production » (Sturgeon, 2002), les réseaux « loosely coupled » (Brusoni et Principe, 2001). La modularité devient également une stratégie de gestion de la supply chain et des relations inter-firmes.

## ***2.2 Segmentation stratégique de la supply chain : du composant au produit***

Le passage du statut de « constructeur aéronautique » à celui « d'architecte-intégrateur de systèmes » est plus qu'une évolution des politiques de recentrage et d'externalisation ; il s'agit d'une véritable mutation des relations inter-entreprises. Au-delà des raisons généralement invoquées pour expliquer les politiques de sous-traitance, les démarches industrielles des acteurs majeurs du secteur procèdent d'une systématisation des stratégies d'outsourcing, elles-mêmes tirant tous les enseignements de l'approfondissement de la décomposition systémique des objets techniques.

---

raisonnable d'interruption pour les deux hommes, H. Simon montre, qu'au bout du compte, il faut à Tempus 4.000 fois plus de temps qu'à Hora pour achever le montage d'une montre.

La multiplicité et la diversité des activités (impliquées par la multiplicité des composants et des connaissances requises) rendent difficile pour une seule firme de se charger de toutes les fonctions découlant des activités de développement et de production. Ainsi, le recentrage sur les savoir-faire essentiels du métier d'avionneur suppose la maîtrise des activités stratégiques - architecture cabine et avion, intégration des systèmes, assemblage et mise en vol - et l'externalisation de celles engageant une technologie totalement maîtrisée ou banalisée (Frery, 1997). En même temps, la configuration du système industriel qui se dessine ne se réduit pas à cet approfondissement de l'externalisation ; elle recompose totalement la chaîne logistique de l'activité.

Ce type de stratégie est largement considéré dans la littérature sur les stratégies d'achat, d'impartition ou de management de la chaîne logistique (Nishiguchi, 1994 ; Loubière et Perrotin, 2005 ; Dornier et Fender, 2007). Il nous semble l'être moins dès lors qu'il s'agit d'industries de production modulaire.

Un produit sur le marché est l'œuvre d'une organisation qui, dans un premier temps, saisit l'opportunité du marché, ensuite conçoit, développe et fabrique le produit en utilisant des ressources matérielles et immatérielles, pour enfin le lancer sur le marché. Cette série d'activités définit le processus de développement du produit dont nous trouvons l'idée originelle dans la notion de chaîne de valeur introduite par Porter (1985). Ulrich et Eppinger (2004) mettent en avant trois fonctions qui nécessitent et mobilisent, dans la mise en œuvre de ce processus, des connaissances distinctes : le marketing, la conception et la production<sup>2</sup>.

La segmentation de la supply chain configure donc une organisation des relations inter-entreprises assise sur une division cognitive du travail elle-même basée sur une hiérarchie des compétences et sur la décomposition du produit. Dans la phase de conception, les propriétés techniques du produit sont déterminées et son architecture finalisée. En d'autres termes, des fonctionnalités techniques sont attribuées aux différents composants. C'est également durant cette phase que les interactions entre ces composants sont spécifiées. La fonction de conception requiert des compétences à traduire le contexte d'utilisation (déterminé par la demande) en contexte de production. Dès lors, elle sollicite une base de connaissances étendue.

La fonction de production peut être, très schématiquement, scindée en phase de fabrication des composants et en phase d'assemblage de ceux-ci pour former le produit final. Ces deux dimensions se distinguent clairement par les compétences sur lesquelles elles

---

<sup>2</sup> La fonction de marketing s'avère importante dans la phase initiale du processus de développement où les fonctionnalités du futur produit sont déterminées en fonction des préférences des consommateurs. Elle est également décisive dans la phase finale où le produit est commercialisé. Néanmoins notre travail se focalisera sur les fonctions de production et de conception.

s'appuient. La fabrication des composants requiert des connaissances « limitées » aux caractéristiques des composants concernés, alors que l'assemblage exige une base de connaissance systémique, globale, sur le fonctionnement de chaque composant et sur ses interactions avec les autres composants au sein du produit final. « Le processus de production est décomposé en blocs de savoirs homogènes. En première approximation, on peut définir un bloc de savoirs comme un ensemble de connaissances rattachées à un même corps de principes scientifiques et techniques, soumises à une dynamique d'évolution et de transformation communes » (Moati et Mouhoud, 1994, p. 54). S'il en est ainsi, on peut définir un objet technique modulaire comme une combinaison de blocs de savoirs différenciés. Dès lors, il apparaît aux moins deux types de compétences, celles liées à la maîtrise des « principes scientifiques et techniques » relevant de chacun des blocs de savoirs et celles liées à la combinaison de ces blocs pour former le produit final. Intuitivement, on devine que le second type de compétences est plus étendu que le premier.

En d'autres termes, les compétences nécessitées par la production de systèmes ne sont pas celles mobilisées pour l'intégration de ces systèmes. Cette forme d'organisation de la division du travail appelle donc une forme organisationnelle particulière, en charge de la conception et/ou de la production d'un sous-ensemble du produit final et des interfaces, techniques et organisationnelles, avec les autres acteurs de la chaîne.

### **3. Les firmes-pivot : compétences et gestion des interfaces**

Dans les travaux sur les organisations résilientes, on doit certainement à Guilhon et Gianfaldoni (1990) l'utilisation originelle du terme de firme-pivot. Pour ces auteurs, la « firme-réseau peut être définie comme un réseau de type V (dimension verticale des opérations productives) organisé autour d'une firme pivot (la « hub firm ») et composé d'entreprises à travers lesquelles se constituent, s'identifient et s'allouent des ressources mobilisées en vue de la réalisation d'un projet productif » (Guilhon et Gianfaldoni, 1990, p. 106). La firme « hub » de Jarillo (1988) s'inscrit dans une analyse en termes de réseau stratégique dans lequel une firme organise la coopération d'un ensemble d'autres firmes autour d'un projet commun. C'est également le cas de la firme broker de Miles et al. (1992) ou encore de la firme noyau de Fréry (1997).

Ces approches renvoient principalement à des relations hiérarchiques, alors que l'approche que nous proposons de ce type de firme repose sur une position d'intermédiation entre l'architecte-intégrateur et les autres participants au projet productif, particulièrement les sous-traitants de second rang, position d'intermédiation qui induit des relations multiples. C'est dans des travaux plus récents que nous trouvons des acceptations proches de celle que nous

souhaitons développer. Ainsi, celle de Fulconis et Paché (2005, p. 175), qui écrivent : « Les travaux sur les organisations en réseaux (...) définissent notamment le rôle de la firme-pivot qui se charge de coordonner les activités d'entreprises juridiquement et financièrement indépendantes sur une même chaîne de valeur ». Nous verrons plus loin que la firme-pivot va au-delà de ce rôle de coordination organisationnelle.

### ***3.1 La firme-pivot : caractéristiques***

Dans une organisation modulaire, l'architecte-intégrateur confie à des firmes spécialisées, les firmes-pivot, la conception et/ou la production de modules ou de composants du produit final (Kechidi, 2008). Son rôle de supervision consiste à contrôler la réalisation des sous-ensembles et à s'assurer de la compatibilité des interfaces avec les autres modules ou ensembles. Dès lors, la firme-pivot révèle trois caractéristiques essentielles :

D'abord, elle détient des compétences spécifiques qui peuvent être mobilisées pour la conception et/ou la production d'un ensemble technique majeur. Elle est ainsi architecte pour un bloc de savoirs homogènes (avionique, aérostructures, etc.) et se positionne sur un segment stratégique (et/ou important) de la supply chain. Ensuite, elle possède des compétences combinatoires qui lui permettent d'articuler et de mettre en mouvement les compétences techniques et organisationnelles des autres participants au processus de conception ou de production. Enfin, dès lors qu'elle détient des compétences spécifiques et combinatoires, une firme-pivot, particulièrement dans une industrie de biens complexes, participe à la co-spécification des produits.

On peut appliquer au processus de co-spécification des produits les mêmes caractéristiques que celles du co-développement des produits (Laigle, 1998 ; Hatchuel et al., 2001 ; Midler, 2001 ; Cadix et Pointet 2002). Il s'agit là d'interactions entre des acteurs disposant d'actifs spécifiques et complémentaires. Au plan organisationnel, le co-développement et la co-spécification induisent des structures favorables à la réduction des délais et des coûts. L'avantage économique de la modularisation combinée à l'externalisation est, là aussi, net en termes de réduction des coûts de transaction et de gestion des contrats à travers la réduction du nombre de partenaires directs.

### ***3.2 Firme-pivot et gestion des interfaces***

La décomposition des objets techniques en sous-ensembles individualisés induit une forte densification des interactions entre acteurs. Cette densité est d'autant plus forte que les sous-ensembles ou composants d'un module sont reliés les uns aux autres. Ils sont, de par ce fait, ouverts aux influences réciproques. Dès lors, la modularisation génère de fortes exigences de

rationalisation des procédures de coordination entre les différents acteurs intervenant dans la réalisation des produits. La gestion des interfaces devient alors un élément central dans les processus d'assemblage et de production.

Pour analyser la variété de ces interfaces, nous reprenons la typologie des interfaces de ressource développée par Araujo et al. (1999). Ces auteurs définissent quatre types d'interfaces de ressource entre les participants aux processus productifs : les interfaces standardisées, spécifiées, de translation et interactives. Chaque type d'interface correspond à une forme relationnelle spécifique reliant les acteurs. Ces formes relationnelles évoluant des transactions marchandes classiques vers la sous-traitance traditionnelle ou vers des relations de collaboration.

Les interfaces « standardisées » correspondent à l'échange de produits standardisés ; les relations entre les parties sont portées par des contrats marchands. Quand le donneur d'ordre fournit au fournisseur des spécifications sur les caractéristiques du produit et/ou les détails de la fabrication, les interfaces sont dites « spécifiées ». Le fournisseur est alors considéré comme faisant partie de l'entreprise étendue, ce qui correspond à la quasi-intégration et aux formes traditionnelles de sous-traitance. Les interfaces « de translation » sont sollicitées quand le donneur d'ordre transmet au fournisseur des fonctionnalités du produit relevant du contexte d'utilisation, sans préciser les détails du contexte de production. Dans ce cas, le fournisseur est responsable de la traduction du contexte d'utilisation en contexte de production. Ainsi, il conçoit et développe le produit en sorte que ce dernier réponde aux caractéristiques explicitement demandées par le donneur d'ordre. Le fournisseur apparaît, là aussi, comme l'extension de l'organisation du donneur d'ordre, même s'il bénéficie d'une marge de manœuvre dans ses activités de production. En confiant la totalité de la conception d'un ensemble ou d'un sous-ensemble à son fournisseur, le donneur d'ordre sollicite et reconnaît les compétences spécialisées de ce dernier. Par exemple, dans le cadre du programme de l'A350XWB, contrairement aux programmes précédents pour lesquels Airbus édictait des cahiers des charges stricts pour chaque ensemble technique, l'avionneur laisse aux différents fournisseurs la possibilité de procéder eux-mêmes aux différents arbitrages techniques sur les sous-systèmes qui leurs sont confiés. Ainsi Thalès responsable d'un important « work package » sur les systèmes avioniques (le système de radio-navigation et les avioniques modulaires intégrées) a su convaincre Airbus d'adopter une configuration largement remaniée par rapport aux demandes initiales.

Les interfaces « interactives » émergent au moment du co-développement du produit. Elles mettent en relation des partenaires qui interagissent de près dans un processus d'apprentissage réciproque et collectif où chacun spécialise ses ressources par rapport à celles de l'autre. Il s'agit de mettre en commun des compétences spécifiques et complémentaires pour

déterminer les fonctionnalités des produits. Plus le produit à développer est complexe, plus importantes sont les interdépendances entre les acteurs, ce qui les pousse à interagir davantage. Par ailleurs, dans la mesure où les interfaces « interactives » mettent en jeu des ressources matérielles et immatérielles importantes et spécifiques, l'architecte-intégrateur n'est en relation qu'avec un nombre réduit d'entreprises.

Ainsi, les deux dernières formes d'interfaces, les interfaces « de translation » et les interfaces « interactives », renvoient aux relations techniques et organisationnelles entre architectes-intégrateurs et firmes-pivot.

#### 4. Les firmes-pivot dans le secteur aéronautique

Nous allons illustrer, dans ce qui suit, l'approche de la firme-pivot proposée précédemment en identifiant des firmes-pivot du secteur aéronautique. Nous proposerons, ensuite, une typologie permettant de différencier ces firmes selon le degré de spécialisation de leurs portefeuilles d'activités et le mode de coordination des firmes de rang 2. Enfin, nous illustrerons cette typologie par l'intermédiaire de deux exemples : les entreprises Goodrich et Safran.

##### 4.1 L'identification des firmes-pivot

Nous avons développé plus haut le point de vue selon lequel une firme-pivot participe à la co-spécification des produits, détient des compétences spécifiques et possède des compétences combinatoires. Nous allons proposer des critères empiriques permettant d'identifier ce type de firmes selon ces trois critères et ce à partir de la base de données Airframer.

*Pour identifier les firmes-pivot nous utilisons une base de données recensant la plupart des relations entre les deux principaux avionneurs du secteur aéronautique, Airbus et Boeing et leurs sous-traitants. Plus précisément, la base Airframer est une base de données en ligne qui relie les principaux avionneurs, les programmes d'avions, les sous-traitants, et l'objet technique sur lequel portent les contrats de sous-traitance (pour plus d'informations : <http://www.airframer.com/>).*

*Nous avons complété cette base de données en répartissant ces contrats en fonction des composants techniques de l'avion. Nous nous sommes basés sur la segmentation stratégique des achats d'Airbus et qui repose sur huit niveaux décomposés en 47 composants techniques (Airbus Procurement Directorate). L'étude porte donc sur des composants techniques déjà mis au point. Pour être complète, l'analyse que nous développons doit intégrer les cas de création de ressources technologiques nouvelles, la création de nouveaux composants à l'occasion de nouveaux programmes.*

Encadré 1 : Méthodologie d'identification des firmes-pivot.

Notre première hypothèse est que ces relations d'affaires sont couvertes par un ou plusieurs contrats. Le Tableau 1 indique la répartition du nombre de relations d'affaires selon les différents programmes aéronautiques des deux avionneurs.

Architecte-intégrateur	Programme aéronautique concerné	Nombre de relations d'affaires
Airbus S.A.S. : 879 relations	Airbus A320	198
	Airbus A330/340	210
	Airbus A350 XWB	53
	Airbus A380	418
Boeing : 1021 relations	Boeing 737	208
	Boeing 747	187
	Boeing 767	162
	Boeing 777	200
	Boeing 787	264
	Total	1900

Tableau 1 : Nombre de relations dans les programmes aéronautiques d'Airbus et de Boeing.

Nous avons écrit plus haut que les firmes-pivot détiennent des compétences spécifiques et sont en charge de la conception et/ou de la production d'un ensemble technique positionné sur un segment stratégique ou important de la supply chain. Pour identifier les firmes-pivot, il est donc nécessaire, de déterminer quels sont ces ensembles et sous-ensembles. Dans le cadre de notre analyse empirique, nous émettons l'hypothèse que ces ensembles ou sous-ensembles sont les composants techniques qui ont donné lieu à un grand nombre de relations d'affaires (Tableau 2).

Les segments Externalisés	Composants techniques stratégiques	Nombres de relations d'affaires
Les aérostructures	Assemblage métallique (am)	258
	Détails (det)	120
	Intérieurs (int)	52
Les systèmes	Cabines (cab)	194
	Navigation, et système de management du vol (nav)	174
	Communication, maintenance et systèmes d'alertes (maint)	140
	Systèmes hydrauliques (sh)	86

	Systèmes de carburation (sc)	73
	Systèmes électriques (se)	71
	Systèmes de contrôle et de guidage du vol (cont)	65
	Roues et freins (rf)	58
	Systèmes d'air (sa)	56
	Trains d'atterrissage (ta)	35
Les systèmes de propulsion	Moteurs (mot)	129
Les matériaux	Composites et consommables (com)	95

Tableau 2 : Nombre de relations d'affaire des composants techniques majeurs d'Airbus et de Boeing.

Les firmes chargées de la conception et/ou de la production de ces composants techniques, c'est-à-dire avec un nombre important de relations sur ces composants techniques répondraient donc au premier critère de définition des firmes-pivot : détenir des compétences spécifiques sur un ensemble technique majeur. Ce sont : Vought Aircraft Industries, C&D Aerospace, Rockwells Collins, Woodward, Messier-Buggati, Techspace Aero S.A., Pacific Scientific Aerospace, Goodrich Sensors & Integrated Systems, Thales Avionics S.A., Honeywell Aerospace et Goodrich Interiors. Elles sont, de ce fait, de potentielles firmes-pivot.

Une firme-pivot participe également à la co-spécification des produits en coordination avec l'architecte-intégrateur. Ce type de firme est de par ce statut, au moins, un sous-traitant majeur. Nous avons donc comparé notre liste de potentiels pivots avec la liste des sous-traitants majeurs d'Airbus (Airbus Procurement Directorate) et de Boeing (Boeing International Team Facts). Nous constatons que, quasiment l'ensemble des entreprises identifiées dans la première étape sont des sous-traitants majeurs d'au moins un des deux architectes-intégrateurs, soit au niveau de l'entreprise, soit au niveau du groupe, comme nous pouvons le voir dans le Tableau 3.

Groupes	Filiales et sous-traitants (présents dans la base Airframer)
Vough Aircraft industries* ∞ (22 contrats dont 19 sur le composant am.)	<u>Sous-traitant majeur</u> : Neill Aircraft Co.
Rockwell Collins* ∞ (63 contrats dont 48 sur le composant nav.)	<u>Sous-traitant majeur</u> : Groupe FTG Filiale : Athena Technologies, Inc
ZODIAC* (77 contrats pour le groupe)	<u>Filiales</u> : C&D Aerospace ∞ (28 contrats dont 20 sur le composant cab et 7 sur le composant int.)/ Air Cruisers

	Company / / ECE / Enertec SA / IDD Aerospace Corporation / Intertechnique / Monogram Systems / Northwest Composites Inc. / Sicma Aero Seat
GOODRICH ∞ (127 contrats pour le groupe)	<u>Filiales</u> : Goodrich Interiors (20 contrats dont 8 sur le composant cab) / Goodrich Sensors & Integrated Systems (38 contrats dont 16 sur le composant nav)/Goodrich Actuation Systems /Goodrich Aerostructures/ Goodrich Aircraft Wheels & Brakes /Goodrich Engine Control Systems / Goodrich Landing Gear/Goodrich Power Systems / Goodrich Turbine Fuel Technologies /Goodrich Turbomachinery Products / Lighting Systems, Goodrich Corporation
THALES * ∞ (30 contrats pour le groupe)	<u>Filiale</u> : Thales Avionics S.A. (26 contrats dont 14 sur le composant nav)
SAFRAN* (70 contrats pour le groupe)	<u>Filiales</u> : Messier-Bugatti ∞ (17 contrats dont 14 sur le composant rf)/ Techspace Aero (12 contrats sur le composant mot.) / Labinal* ∞ / Messier-Dowty ∞ / Aircelle/Hispano-Suiza / Snecma Moteur / Sagem Défense Sécurité / Technofan
HONEYWELL (38 contrats pour le groupe)	<u>Filiales</u> : Honeywell Aerospace (20 contrats sont 9 sur le composant nav) / Honeywell Lighting & Electronics / Honeywell Aircraft Landing Systems /Honeywell Sensor & Guidance Products / Honeywell Aerospace Electronic Systems / Honeywell Aerospace Electric Power Systems

Source : Base de données Airframer et liste des sous-traitants majeurs d'Airbus. Les symboles\* et ∞ signifient que le nom de l'entreprise ou le groupe apparaissent respectivement dans la liste des sous-traitants majeurs de Airbus et de Boeing. Les entreprises considérées comme sous-traitants majeurs de Boeing sont en réalité les « partenaires globaux » de Boeing sur le programme Boeing 787 (Boeing International Team Facts).

Tableau 3 : Les potentielles firmes-pivot d'Airbus et de Boeing.

Du reste, les programmes d'Airbus et de Boeing donnent des exemples des pratiques de co-spécification du produit dans une démarche concurrente (Garel et Berry, 1996). Pour le programme A350XWB, Airbus définit dix work packages dont cinq<sup>3</sup> ont été externalisées à la fin de l'année 2007 (Beauclair, 2007). Les firmes sont choisies à travers une phase de développement collectif (Joint Development Phase) où des équipes formées d'ingénieurs d'Airbus et d'ingénieurs de ces firmes travaillent ensemble sur un plateau de conception pendant six à neuf mois. Cette méthode de sélection, qui a été déjà utilisée dans le programme d'A380, correspond à la co-spécification du produit. De façon similaire, dans le processus de développement du B787, Boeing a réuni ses « partenaires globaux » (au nombre de 43) à Seattle dans différentes

<sup>3</sup> Le train d'atterrissage (centre par Messier-Dowty ; nez par Liebherr-Aerospace Lindenberg), les nacelles-thrust reverser (Goodrich), le système climatique (Honeywell), APU (Honeywell), les moteurs (Rolls-Royce, GE), les avioniques (Thalès, Honeywell, Rockwell Collins).

équipes pour concevoir, développer ou améliorer les spécifications du produit (Dodge, 2007). Les capacités combinatoires s'entendent comme la capacité à coordonner plusieurs participants à un projet. La coordination réside dans la gestion des interfaces avec l'architecte-intégrateur et les sous-traitants de rangs inférieurs.

Pour les firmes-pivot, l'externalisation peut être opérée soit auprès d'une firme indépendante soit auprès d'une firme appartenant au même groupe industriel. Là aussi, on peut relever que la totalité des entreprises ou des groupes identifiés précédemment et présentés dans le Tableau 3, sous-traitent une partie de leurs activités auprès d'autres sous-traitants ou de filiales de groupe. On peut raisonnablement faire l'hypothèse que la capacité à travailler avec un architecte-intégrateur et ensuite à coordonner la réalisation d'un ensemble significatif de l'avion auprès d'acteurs de rangs inférieurs sont significatifs de capacités combinatoires techniques et organisationnelles. Ces firmes répondent également à des critères financiers et de taille qui les rendent à même de partager le risque avec l'architecte-intégrateur. Ainsi, l'ensemble de ces entreprises peuvent être considérés comme pivots. Nous allons maintenant proposer une typologie soulignant la diversité de leurs formes.

#### ***4.2 La diversité des firmes-pivot***

Nous proposons de représenter les firmes-pivot identifiées dans le Tableau 3 en fonction de deux critères : le degré de spécialisation du composant technique et la forme de coordination des compétences des firmes de rang 2 représentés sur la Figure 1.

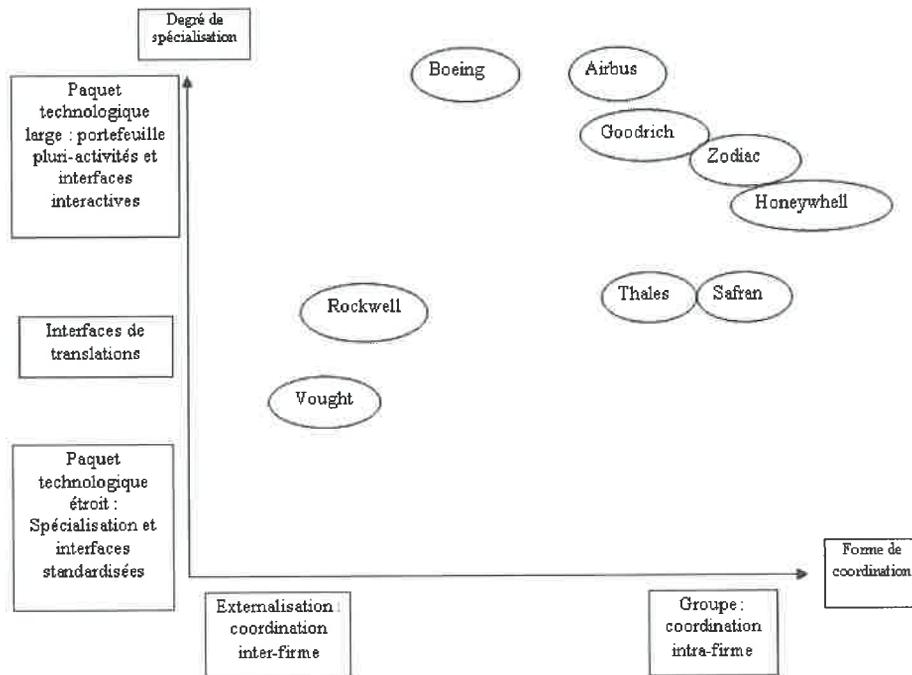


Figure 1 : Une typologie des firmes-pivot.

Le premier axe du graphique représente le degré de spécialisation du composant technique. Il intègre à la fois la complexité de l'objet technique pris en compte, mais également, la largeur ou l'étroitesse de son positionnement le long de la chaîne de valeur de l'avion. Largeur et étroitesse du composant technique sont issues de la largeur et de l'étroitesse du portefeuille d'activité de la firme. Ainsi, si le composant technique que conçoit et/ou produit la firme est trop étroit, cette entreprise tend vers un modèle du sous-traitant de premier rang 1 et non de firme-pivot. En effet, si le degré de spécialisation du composant technique est trop étroit, ce composant technique ne pourra pas être considéré comme majeur. De plus, la production ou la conception de ce composant technique nécessitera une moins grande capacité organisationnelle de combinaison des compétences des sous-traitants (ou filiales) de rang 2. A l'opposé, si le composant technique sur lequel travaille la firme est large (comme par exemple pour le groupe Goodrich comme on le verra plus loin), cette entreprise tendra vers un modèle d'architecte-intégrateur, statut adopté par Airbus ou Boeing.

On peut également émettre l'hypothèse que le degré de spécialisation des composants techniques est lié à la nature des interfaces entre l'architecte-intégrateur et les sous-traitants. Plus le composant technique est large et complexe, plus on évolue d'une interface standardisée

vers une interface interactive. A l'intermédiaire entre les 2 niveaux, on trouve les interfaces de translations.

Le deuxième axe sur lequel nous avons positionné les firmes-pivot est relatif à la forme de coordination des compétences des sous-traitants de rang 2. Certaines entreprises, situées sur la gauche de l'axe, n'ont pas de filiales, elles vont donc combiner les compétences techniques de sous-traitants. A l'opposé de l'axe, nous retrouvons des groupes industriels qui vont combiner des compétences provenant de leurs différentes filiales. Nous considérons que, dans ce cas, le niveau d'analyse pertinent du statut de pivot est celui du groupe qui apparaît comme l'interlocuteur direct des deux architectes-intégrateurs.

### 4.3 Deux exemples : Goodrich et Safran

Nous représentons sur les figures suivantes les différents composants techniques sur lesquels sont positionnées les entreprises Safran et Goodrich à travers leurs différentes filiales et selon les différents programmes aéronautiques.

A travers ses filiales, et en particulier Techspace Aero, Messier-Dowty et Messier-Bugatti, le groupe Safran participe à la conception et à la production de tout ou partie du moteur, des roues, des freins et du train d'atterrissage des avions. Nous avons vu plus haut que ces composants relèvent de la segmentation stratégique de la supply chain d'Airbus.

En tant qu'acteur pivot, Safran est principalement en relations avec Airbus, même s'il participe à la chaîne de sous-traitance de Boeing (48 relations d'affaires avec Airbus et 24 avec Boeing) D'ailleurs, si certaines filiales du groupe (Labinal, Messier Bugatti et Messier-Dowty) sont des partenaires globaux de Boeing, seul Airbus considère l'ensemble du groupe comme l'un de ces sous-traitants majeurs. Cette relation avec Airbus peut notamment s'expliquer par la proximité géographique avec les filiales du groupe ainsi que par l'ancienneté des relations (Talbot, 2008).

A travers ses différentes filiales, le groupe Goodrich, se positionne sur un segment beaucoup plus large de la supply chain de production d'un avion. Tout comme Safran, il intervient dans la production et la conception du moteur, des roues, des freins et du train d'atterrissage de l'avion ; mais il participe également à la co-spécification des systèmes embarqués (notamment les systèmes de navigation, de communication et de maintenance). Ainsi, le groupe Goodrich, à travers ses différentes filiales, se positionne sur un nombre considérables de composants techniques stratégiques dans la production d'un avion (cf. Tableau 2). Cette entreprise tendrait vers un modèle d'architecte-intégrateur.

A l'opposé du groupe Safran, le groupe Goodrich collabore principalement avec Boeing (49 relations d'affaire avec Airbus et 77 avec Boeing). Là aussi, cela peut s'expliquer à la fois par la proximité géographique (collaboration entre 2 groupes américains), mais également par le fait qu'étant donné que Boeing externalise des segments et des volumes de production plus importants qu'Airbus, il va solliciter des acteurs positionnés sur des segments plus larges de la supply chain.

## 5. Conclusion

Dans les développements précédents, nous avons voulu soutenir une dimension cognitive prononcée de la firme-pivot. Dans une industrie de biens complexes, comme l'aéronautique, l'émergence et le développement de firmes essentiellement assises sur la maîtrise d'un bloc de savoirs homogènes donne corps aux travaux sur l'économie de la connaissance, particulièrement ceux qui analysent le passage d'une division technique vers une division cognitive du travail.

La forme organisationnelle de firme-pivot est également significative du développement de formes de relations inter-entreprises nouvelles dites de concourance (Capul, 2000). Comme le soulignent Igalens et Point (2009, p. 50), « la réduction des temps de conception et de mise sur le marché, la nécessaire complémentarité de nombreuses spécialités pour arriver à la mise au point du produit ont poussé de nombreux industriels à réunir sur un même site (« le plateau ») leurs salariés et ceux de leurs cotraitants. Cette modalité de travail particulière, la concourance, a souvent nécessité l'invention de formes d'organisation nouvelle ». La firme-pivot issue de cette concourance est typique de ces formes organisationnelles nouvelles qui empruntent au marché, à l'appel d'offre, pour identifier et sélectionner les participants aux différents projets, et à la coopération comme modalité principale de l'interaction dans le réseau ainsi constitué.

## 6. Bibliographie

- Acha, V., Brusoni, S., Prencipe, A. (2007), Exploring the miracle : management of the knowledge base in the aeronautics industry, *International Journal of Innovation and Technology Management*, Vol. 4, n° 1, pp. 15-39.
- Araujo L., Dubois A., Gadde L.-E. (1999), Managing interfaces with suppliers, *Industrial Marketing Management*, Vol. 28, pp. 497-506.
- Baldwin C., Clark K. (2000), *Design rules : the power of modularity*, Volume 1, The MIT Press, Cambridge (MA).
- Beauclair, N. (2007), New deal for Airbus suppliers, *Interavia Business & Technology*, n° 690, pp. 13-15.

- Brusoni, S., Prencipe, A. (2001), Managing knowledge in loosely coupled networks : exploring the links between product and knowledge dynamics, *Journal of Management Studies*, Vol. 38, n° 7, pp. 1019-1035.
- 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*, Vol. 46, n° 4, pp. 597-621.
- Cadix, A., Pointet J.-M. (2002), *Le management à l'épreuve des changements technologiques*, Editions d'Organisation, Paris.
- Capul, J.-Y. (2000), Les enjeux économiques de la démarche d'ingénierie concurrente, *Revue Française de Gestion*, n°128, pp. 28-42.
- Cohendet P., Diani M., Lerch C. (2005), Stratégie modulaire dans la conception. Une interprétation en termes de communauté, *Revue Française de Gestion*, n°158, pp. 121-143.
- Dodge, J. (2007), Designing around the clock, and the world, *Design News*, Vol. 62, n° 8, pp. 97-100.
- Dornier P.-P., Fender M. (2007), *La logistique globale et le SCM : enjeux, principes, exemples*, Editions d'Organisation, Paris.
- Frery F. (1997), La chaîne et le réseau, in Besson P. (ed.), *Dedans, dehors*, Vuibert, Paris, pp. 23-53.
- Frigant, V. (2004), La modularité : un fondement pour des firmes architectes ?, *Cahier du GRES*, n° 2004-02, Bordeaux.
- Fulconis F., Paché G. (2005), Piloter des entreprises virtuelles : quel rôle pour les prestataires de services logistiques ?, *Revue Française de Gestion*, n°156, pp. 167-186.
- Garel, G., Berry, M. (1996), *L'entreprise sur un plateau : un savant bazar pour gagner du temps*, Annales de l'Ecole de Paris.
- Guilhon, B., Gianfaldoni, P. (1990), Chaînes de compétences et réseau, *Revue d'Economie Industrielle*, n° 51, pp. 97-112.
- Harland, C. (1996), Supply chain management : relationships, chains and networks, *British Journal of Management*, Vol. 7, Special Issue, pp. 63-80.
- Hatchuel, A., Le Masson, P., Weil B. (2001), Le co-développement à l'épreuve de l'innovation intensive : vers de nouvelles formes d'organisation de la conception innovante entre constructeurs et équipementiers, *Les actes du GERPISA*, n° 32.
- Igalens, J., Point, S. (2009), *Vers une nouvelle gouvernance*, Dunod, Paris.
- Jarillo J.-C. (1988), On strategic networks, *Strategic Management Journal*, Vol. 9, pp. 31-41.
- Kechidi, M. (2008), Modularité, firme-pivot et innovations : le cas Airbus, *Revue Française de Gestion Industrielle*, Vol. 27, n° 2, pp. 21-40.
- Laigle, L. (1998), De la sous-traitance classique au co-développement, *Actes du GERPISA*, n°14.
- Langlois R. (2002), Modularity in technology and organization, *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 49, pp. 19-37.
- Langlois, R., Robertson, P. (1992), Networks and innovation in a modular system : lessons from the microcomputer and stereo component industries, *Research Policy*, Vol. 21, pp. 297-313.

- Loubière J.-M., Perrotin R. (2005), *Stratégies d'achat*, Editions d'Organisation, Paris.
- Midler, C. (2001), *Partager la conception pour innover : nouvelles pratiques de relations inter-firmes en conception*, Congrès Francophone du Management de Projet, Paris, novembre.
- Miles R., Snow C., Coleman H. (1992), *Managing 21st Century network organizations*, *Organizational Dynamics*, Vol. 20, n° 3, pp. 5-20.
- Moati, P., Mouhoud, E. (1994), *Information et organisation de la production. Vers une division cognitive du travail*, *Economie Appliquée*, tome XLVI, n° 1, pp. 47-73.
- Nielsen, J. (2003), *Modularité et innovation*, Working Paper IMRI, n°03/2003.
- Nishiguchi, T. (1994), *Strategic industrial sourcing : the Japanese advantage*, Oxford University Press, Oxford.
- Porter, M. (1985), *Competitive advantage*, The Free Press, New York (NY).
- Sako M., Murray F. (2002), *Automobile, informatique et stratégie modulaire*, *Les Echos*, Dossier L'art de la stratégie.
- Sanchez R., Mahoney J. (1996), *Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design*, *Strategic Management Journal*, Vol. 14, pp. 63-76.
- Simon H. (1962), *The architecture of complexity*, *Proceedings of the American Philosophical Association*, pp. 467-482
- Sturgeon, T. (2002), *Modular production networks : a new American model of industrial organization*, *Industrial and Corporate Change*, Vol. 11, n° 3, pp. 451-496.
- Talbot, D. (2008), *EADS, une transition inachevée. Une lecture par les catégories de la proximité ?*, *Géographie, Economie, Société*, Vol. 10, n° 2, pp. 243-261.
- Ulrich, K. (1995), *The role of product architecture in the manufacturing firm*, *Research Policy*, Vol. 24, pp. 419-440.
- Ulrich, K., Eppinger, S. (2004), *Product design and development*, Irwin-McGraw-Hill, New York (NY).