

## Firme-réseau et logique d'entreprise étendue : l'organisation territoriale du système Airbus

**Jean-Marc ZULIANI**

Département de géographie UTM  
CIRUS-CIEU, UMR 5193 CNRS  
Université de Toulouse Le Mirail Toulouse II  
5, allées Antonio Machado  
31 058 – TOULOUSE Cedex 01

**Résumé :** L'organisation territoriale du système industriel d'Airbus révèle la constitution d'un modèle "d'entreprise-réseau" fondé sur une division du travail entre plusieurs villes européennes (Toulouse, Nantes, Hambourg, Bristol, Madrid), sièges d'établissements qui cumulent à la fois des fonctions "amont" de conception, des activités de montage et de fabrication, et pour Toulouse, centre de commandement et de coordination du meccano Airbus, des services "aval" de commercialisation et de maintenance. En Europe, le fonctionnement de l'entreprise réseau prévaut par l'échange de personnels et d'informations entre les sites de production, et par la mise en place d'une logistique sophistiquée pour le transport des composants vers les sites toulousains d'assemblage final. Dans les villes du système industriel Airbus, et notamment à Toulouse, les chaînes de compétences qui associent le donneur d'ordres Airbus à ses partenaires industriels, scientifiques et aux entreprises sous-traitantes, forme une structure "d'entreprise étendue".

**Mots-clés :** Industrie aéronautique. Airbus. Entreprise-réseau. Entreprise étendue. Logistique. Toulouse.

**Abstract :** The territorial organization of Airbus's industrial system reveals the construction of a model of "network-company" based on a split of work between several European cities (Toulouse, Nantes, Hamburg, Bristol, Madrid), headquarters that cumulate either "uphill" functions of conception, assembly, and fabrication activities; and for Toulouse, commandment and coordination center of "meccano" Airbus, "downhill" services of commercialization and maintenance. At the European scale, the functioning of a *network-company* prevails by the staff and information exchange between the production sites; and by putting into place a sophisticated logistic for the transport of the components towards the sites of the final assembly in Toulouse. In Airbus's industrial system cities, the oak of competence and relations that associate the Airbus's manager to its industrial partners, scientists and to the sub-treatment companies forms a structure of "extended company".

**Key words :** Aeronautic Industry. Airbus. Network-company. Extended Company. Logistic. Toulouse.

En mai 2004 a eu lieu sur le site de la zone AéroConstellation en bordure des pistes de l'aéroport international de Toulouse-Blagnac, l'inauguration officielle de la nouvelle usine géante baptisée Jean-Luc Lagardère destinée à l'assemblage du nouvel avion Airbus A380, dont les premiers essais en vol interviendront au début 2005. Ce projet industriel d'ampleur sans précédent pour un avion civil très gros-porteur, le plus important jamais réalisé (de 550 à 800 passagers selon les versions et les aménagements intérieurs, avion double pont, 73 m de long, 80 m d'envergure, 500 tonnes au décollage), symbolise l'aboutissement du système productif européen d'Airbus, dont l'organisation sera appréhendée selon une double échelle territoriale. La première renvoie à la "firme réseau" Airbus, implantée dans diverses villes européennes (Hambourg, Bristol, Madrid, Nantes et Toulouse entre autres) entre lesquelles existe une division spatiale du travail pour la réalisation des différents composants du produit "avion". La seconde concerne précisément les villes, à l'instar de Toulouse et de son agglomération, où l'entreprise Airbus s'est développée en tissant des relations avec plusieurs niveaux d'entreprises sous-traitantes (équipementiers de haut niveau, devenus des partenaires d'Airbus, PME spécialisées et prestataires d'ingénierie), des instituts de recherche appliquée et des

centres de formation technique. La double organisation du système productif d'Airbus est le résultat de 30 années d'évolution consécutives au partage des tâches entre les sites aéronautiques européens (Beckouche, 1996), qui a accompagné le développement des différents programmes Airbus jusqu'au dernier en date, celui de l'Airbus A380.

## I - LA CONCENTRATION ABOUTIE DE L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE EUROPÉENNE À FINALITÉ CIVILE

### A - À l'origine le GIE Airbus...

C'est en 1970 que fut créé le consortium Airbus Industrie sous forme d'un GIE (Groupement d'Intérêt Économique), dispositif juridique de droit français permettant de regrouper des segments aéronautiques civils de firmes européennes qui après diverses évolutions et concentrations nationales allaient devenir Aérospatiale (France), DASA (RFA), British Aerospace (Grande-Bretagne), auxquels vint s'adjoindre deux années plus tard l'avionneur espagnol CASA (Zuliani, Jalabert, Leriche, 2002). L'objectif était de développer un type d'avion de transport civil qui puisse être concurrent des produits proposés par les avionneurs américains (Boeing, McDonnell Douglas, Lockheed). Cette coopération européenne résultait à la fois de volontés politiques lors du rapprochement franco-allemand, et d'évolutions propres des activités aéronautiques des différents pays comme en Grande-Bretagne où la restructuration de la branche aéronautique a conduit à l'abandon de la production d'avions de ligne complets et à une spécialisation de BAES (British Aeronautic and Space) dans la production des voilures d'avions.

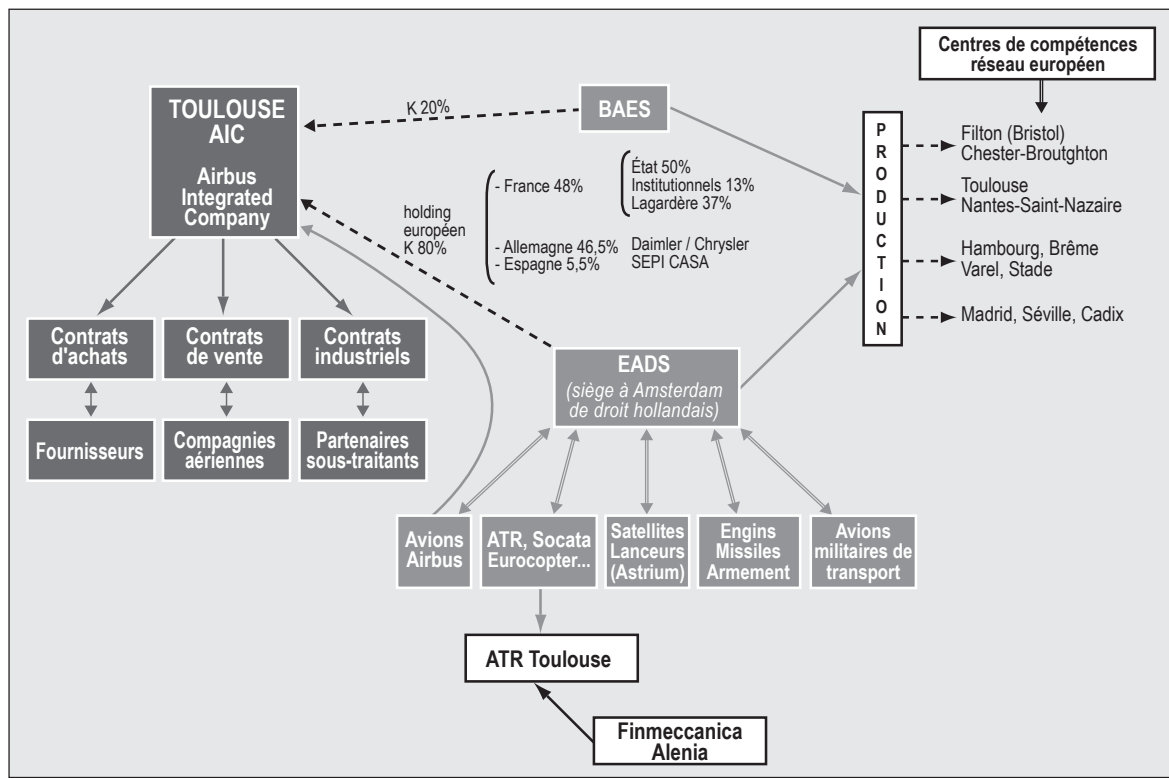


Fig. 1 : Concentration et organisation du système EADS-Airbus

La création du GIE, dont le siège est fixé en banlieue toulousaine (Blagnac), a pour avantage de développer une structure autonome avec la double fonction d'organiser et de coordonner le système productif d'une part, d'assurer la commercialisation d'autre part avec peu à peu mise en place d'un dispositif aval de services rendus aux compagnies aériennes clientes (études, formation des personnels, après-vente, maintenance...). Facteur important, le principal bureau d'études, celui d'Aérospatiale, demeure localisé tout près du siège du GIE mais sur le territoire de Toulouse (Saint-Martin du Touch) et va bénéficier progressivement des acquis techniques issus des différents programmes Airbus qui se

succèdent dans le temps. Cette proximité immédiate entre Airbus Industrie au nord de l'aéroport et le bureau d'études d'Aérospatiale au sud de l'aéroport a permis d'établir un lien constant entre les besoins des compagnies aériennes tels que les appréciaient les services commerciaux d'Airbus et les améliorations techniques qu'intègre et que propose le bureau d'études de l'avionneur concernant en particulier les commandes de vol assistées par informatique.

### **B - ... Puis la constitution d'Airbus Integred Company (AIC) à partir d'EADS**

Il faut attendre 1999 pour que se restructurent, en deux phases rapprochées, des segments des activités aérospatiales européennes comprenant notamment la construction des avions Airbus (Zuliani, Leriche, 2004). D'abord, s'est opérée la fusion entre Aérospatiale et Matra, qui se concrétise au passage par un retrait de l'État dans le capital de la nouvelle société, ce qui constituait un préalable à un regroupement européen des industries aérospatiales. Cette démarche a lieu peu après avec la création d'EADS (European Defense and Space Company), entreprise de droit privé, cotée en bourse, dont le siège pour raison fiscale est fixé à Amsterdam. Cette firme, en fait un quasi-holding financier, est organisée en cinq divisions, Espace, (lanceurs et satellites), Défense et sécurité (missiles, systèmes de communication et armement), Avions militaires de transport, Airbus, plus une division "aéronautique" constituée récemment qui réunit à la fois des activités de services aéronautiques (Sogerma pour la maintenance, EADS EFW pour la transformation et la conversion des appareils) et diverses filiales spécialisées dans la construction aéronautique en dehors des avions de gamme Airbus (Eurocopter pour les hélicoptères, Socata pour les avions de tourisme et d'affaires ; ATR en coopération avec l'Italien Finmeccanica, pour les appareils turbopropulseurs de transport régional). Pour sa part, Airbus devenue AIC (Airbus Integrated Company) représente à elle seule 60 % de l'ensemble des activités d'EADS et plus de 75 % de ses résultats financiers (2003). AIC (société de type SAS, Société Anonyme Simplifiée) résulte elle-même d'un montage complexe permettant de faire entrer dans le capital de l'entreprise British Aerospace (Bae) pour 20 % des parts, les 80 % restants se trouvant partagés entre capitaux français, allemands et espagnols (fig. 1).

Le nouveau statut de la firme filiale d'EADS et de BAE engendre plusieurs conséquences à l'égard de l'organisation du système productif Airbus. En tant que société à part entière, AIC acquiert d'abord une meilleure visibilité financière. Le regroupement dans EADS et la mise en bourse, permettent à la SAS, dotée de fonds propres, d'engager directement les investissements et d'élargir l'activité de financement. La firme Airbus sous sa forme définitive dispose totalement depuis 2002 de l'ensemble des établissements qui relevaient des anciennes entreprises nationales, soit au total 42 000 salariés, tant en ce qui concerne les bureaux d'études que les sites de production et d'assemblage. Le siège social d'AIC demeure fixé à Toulouse, et apparaît considérablement renforcé avec aujourd'hui près de 3 000 personnes. AIC détient désormais une complète autonomie de gestion et a opté pour le modèle d'une firme européenne intégrée en s'efforçant d'harmoniser son organisation pour la gestion sociale de la main-d'œuvre, les systèmes de sécurité sociale et les régimes de retraite, jusqu'alors variables selon les différentes législations nationales.

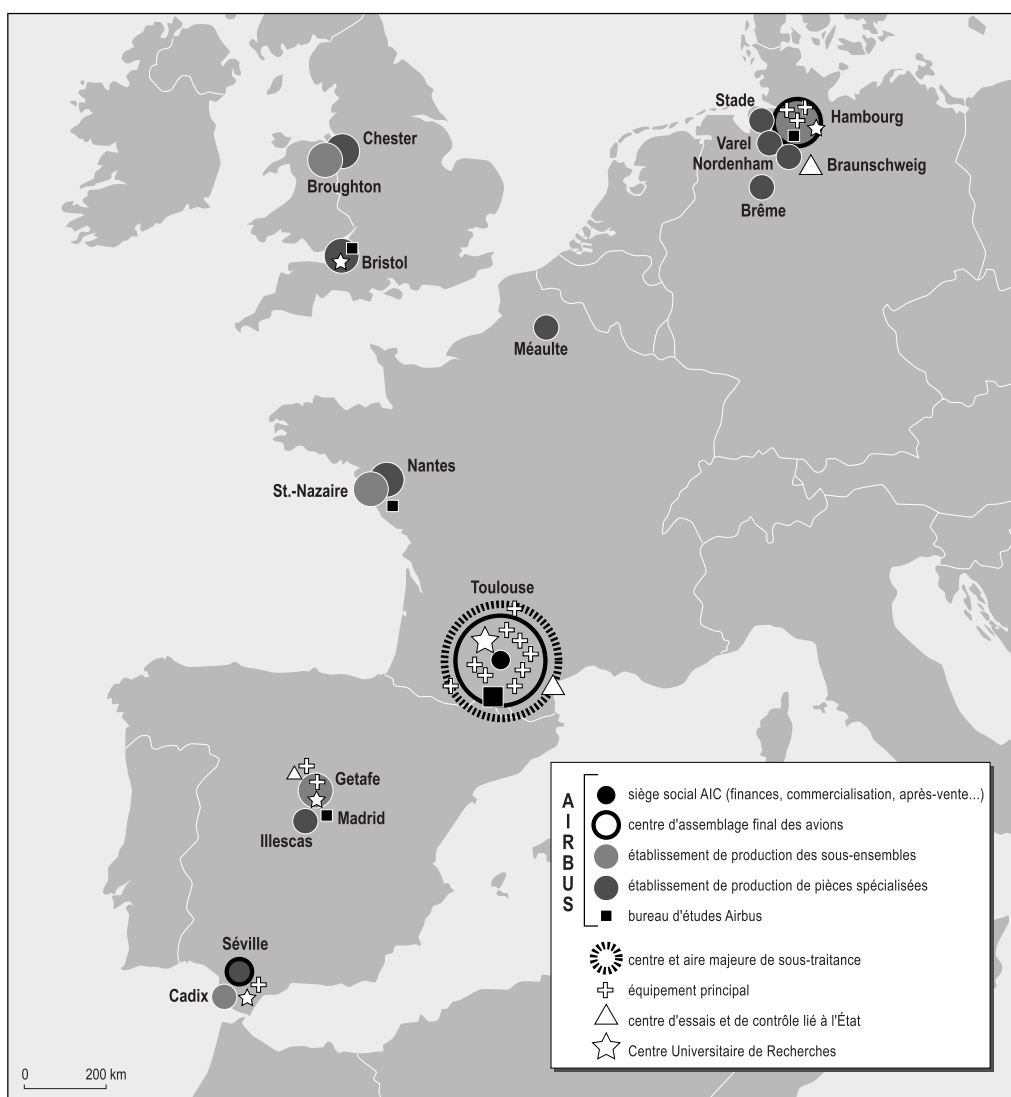
## **II - LE DÉPLOIEMENT DE LA "FIRME RÉSEAU" DANS L'ESPACE EUROPÉEN**

### **A - Une division technique du travail entre les sites européens de la "firme réseau"**

Au fil des trente années d'existence du GIE, s'est instaurée une division technique du travail entre les sites européens des avionneurs impliqués dans les développements successifs des différents programmes d'avions. De la sorte, une spécialisation des sites a été instituée en fonction des compétences acquises, ce qui a permis d'améliorer en retour dans divers domaines technologiques, le développement des avions. En outre, l'organisation de la production dans chacun des sites européens de la firme Airbus fait apparaître une combinatoire entre des fonctions conceptrices, des fonctions de production et d'intégration des parties fabriquées, et dans le cas de Toulouse, des activités de montage final, de contrôle et d'essai couplées au complexe des services "aval" de commercialisation, formation, maintenance et assistance auprès des compagnies aériennes.

En schématisant, il est possible de caractériser la spécialisation des sites en fonction des compétences accumulées en Grande-Bretagne (Bristol et Chester), en Allemagne (Hambourg et autres villes des länder), en Espagne (Madrid, Séville et Cadix) et en France pour ce qui concerne les sites de Méaulte (Picardie), de Nantes et de Saint-Nazaire puis de Toulouse, centre d'assemblage et d'essai final de la plupart des avions et pôle d'ingénierie majeur pour le développement technologique et la gestion commerciale des programmes.

À Bristol, sur le site de Filton au nord de la ville, où sont localisés un bureau d'études et les services d'ingénierie (près de 4 000 emplois), et à Chester (2 000 emplois) sont produits les voilures des avions, ce qui implique à la fois des recherches accrues dans le domaine de l'aérodynamique, et des outils de production spécialisés pour usiner les pièces longues des ailes (Leriche, 2004). Un nouveau site a été développé entre 2001 et 2003 à Broughton, près de Chester, au Pays de Galles (2 900 emplois) où sont élaborées et assemblées les ailes de l'A380, acheminées par barges vers le port proche de Mostyn.



**Fig. 2 : Les établissements d'Airbus en Europe**

En Allemagne, le site principal d'Airbus est à Hambourg, autour duquel gravitent plusieurs établissements Airbus, dans la ville-État de Brême et dans les petites villes de la région de Basse-Saxe comme à Stade (1 200 salariés), Nordenham (2 000 emplois), Varel (1 100), avec chacun ses particularités : usinages de pièces longues, outillages... Le centre de Finkenwerder (8 000 salariés), situé sur la rive gauche de l'Elbe en aval de Hambourg, est spécialisé dans l'étude de l'ensemble des

structures d'appareils, la production de tronçons de fuselage, l'hydraulique et enfin la "customisation" qui désigne l'habillage interne des avions. Ce site allemand a acquis, avec la montée en puissance des productions et la constitution d'EADS, le rang d'assembleur pour une partie des petits avions, A319, A321 et récemment A318, et bientôt de "livreur" à certaines compagnies aériennes des futurs A380, début d'une activité commerciale jusqu'alors monopole de Toulouse.

En Espagne, CASA a développé de façon complète et pour son propre compte des petits avions militaires de transport, puis a acquis depuis une trentaine d'années une forte compétence dans la mise au point, l'usinage et l'utilisation des matériaux composites, considérés comme des intrants stratégiques dans la recherche d'un allègement de la masse totale des avions. Les établissements espagnols qui travaillent pour Airbus sont localisés dans la proximité de Madrid, à Getafe et Illescas puis à Cadix et Séville, et fabriquent les empennages, les carénages ventraux et diverses pièces. Le site de Séville a été retenu par EADS pour l'assemblage et les essais du nouvel avion de transport militaire A400M et devrait accroître ses effectifs alors même qu'une partie de l'organisation industrielle du projet est centralisée à Madrid et que toutes les phases de conception demeurent à Toulouse.

En France, le site de Méaulte (Picardie) avec plus de 1 000 salariés a pour vocation l'usinage et la réalisation partielle des pointes avant des avions. Elles sont expédiées par Beluga depuis Beauvais vers Saint-Nazaire (2 200 emplois) qui monte les fuselages avant et arrière selon les types d'avions, après avoir reçu de l'établissement de sa voisine Nantes (2 000 emplois) des pièces de grandes dimensions, traitées aujourd'hui de plus en plus en matériaux composites (fibre de carbone, glare). Le tout est expédié à Toulouse où s'exercent les fonctions industrielles de montage final, d'intégration des systèmes embarqués puis de contrôle des appareils. Ces interventions se déroulent, soit dans les halls les plus anciens de Saint-Martin du Touch pour les Airbus A320 sur la commune de Toulouse, au sud de l'aéroport, soit dans les usines voisines de Clément Ader sur la commune de Colomiers à l'ouest de l'aéroport pour les A330 et A340, soit désormais sur le site d'AéroConstellation pour les A380 au nord de l'aéroport.

Autant à Toulouse, Madrid, Hambourg que Bristol et dans les autres centres urbains, les activités aéronautiques sont associées au déploiement de la firme Airbus qui gère l'organisation de la production entre ses différents sites à partir d'une centralisation coordinatrice toulousaine, surtout depuis la constitution en une entité intégrée d'Airbus (AIC). Le système productif d'Airbus se fonde sur des relations industrielles de nature interurbaine, portée à l'échelle européenne par une "firme réseau" dont le fonctionnement épouse une division spatiale et technique du travail avec dans chaque site le couplage entre activités d'ingénierie et de fabrication. Le fonctionnement en réseau des sites européens conduit à nous interroger sur les relations fonctionnelles qui les unissent au quotidien.

## **B - Le fonctionnement de l'entreprise-réseau en Europe : flux et logistique**

### ***1 - La logistique : avions, navires, camions et... itinéraire à grand gabarit (IGG)***

L'essentiel des transports des éléments des avions de la gamme Airbus est aujourd'hui transporté d'un site à l'autre par les avions-cargos Beluga, conçus et montés à Toulouse par Airbus. Les trajets des Beluga sont variables selon les programmes et la division du travail par gammes d'appareils. Dans le cadre du projet A380, les dimensions exceptionnelles des sous-ensembles principaux de l'appareil nécessitent d'autres modes de transport (fig. 2). La logistique mise en œuvre par Airbus implique dans un premier temps le recours à des navires "ro-ro" (roll-on/roll-off) qui effectuent d'abord le trajet entre Hambourg (tronçon central du fuselage) et Mostyn sur la River Dee, d'où par barges ont été acheminées les ailes depuis l'usine de Broughton toute proche. Ces navires font ensuite escale à Saint-Nazaire, où ils reçoivent la pointe et le tronçon avant et se rendent à Pauillac, sur un nouveau ponton aménagé dans l'estuaire de la Gironde. De Puerto Real (Cadix) sont simultanément livrés les éléments d'empennage arrière.

Les ensembles sont alors chargés sur deux barges, pour être acheminés jusqu'à Langon après avoir remonté la partie terminale de la Garonne. Une fois à terre, les "morceaux" de l'avion sont transférés vers l'IGG (Itinéraire Grand Gabarit) sur un convoi de six remorques qui, de nuit, achèvent le parcours en trois étapes jusqu'à l'entrée de l'usine AéroConstellation à Blagnac où est assemblé l'avion. Les

autres éléments, moteurs, train d'atterrissage, mâts de moteurs, ensemble des équipements électroniques à incorporer s'avèrent soit produits sur place, soit acheminés par avion ou camions depuis les différents sites de production d'Europe ou d'autres pays. Un IGG résulte d'une procédure exceptionnelle, votée par le Parlement, permettant d'accélérer les procédures juridiques et d'aménagement. Il s'agissait donc ici, une fois l'itinéraire choisi à travers la forêt landaise et ses marges, les collines gersoises, et via la vallée de la Save en Haute-Garonne puis la banlieue toulousaine, d'aménager le parcours, long de 237 km, dont 187 sur des tracés existants.

Une Mission spécifique d'aménagement, constituée par les Directions Régionales de l'Équipement (Midi-Pyrénées et Aquitaine) et Airbus, a été chargée du suivi opérationnel et financier du projet comportant quelques 80 chantiers. Le coût de l'aménagement de l'IGG s'est élevé à 171 M. d'euros, dont 98,1 assumés par AIC, le reste par l'État, ce qui se situe bien en deçà du prix catalogue d'un A380 établi entre 250 et 265 M. d'euros. L'addition des coûts occasionnés par les investissements réalisés, tant en matière de logistique que de construction de nouvelles unités de production sur les différents sites européens, atteint une estimation très approchée du milliard d'euros, chiffre que l'on peut doubler si l'on ajoute les coûts d'équipement des nouveaux ateliers de montage dans l'ensemble des sites de la "firme réseau".

## ***2 - Une organisation intégrée des sites via les échanges d'informations et de données***

Les moyens d'échanges d'informations entre établissements ont évolué en plusieurs phases. À partir des années 1980, l'échange de bandes magnétiques a constitué un progrès auquel a succédé l'échange de fichiers informatiques, ce qui n'a pas été sans difficulté compte tenu de la faible homogénéité des fichiers entre firmes constitutives du GIE Airbus. Or, avec la montée en puissance des productions, l'organisation rationalisée des programmations, la multiplication des partenaires et sous-traitants, et le perfectionnement constant des technologies d'information et de communication (TIC), l'objectif a été à la fois d'aller toujours plus vite dans les échanges volumineux d'informations, et de développer des systèmes homogènes, mais aussi de plus en plus sécurisés. La création d'EADS, puis d'AIC, permet de manière accélérée d'utiliser les mêmes outils de base de données communes, notamment au sein des divers bureaux d'études qui dépendent désormais d'une direction unique.

Il faut cependant distinguer deux espaces de communication : les communications locales, dépendantes d'un site, relevant de plus en plus des réseaux locaux qui se sont mis en place dans les grandes agglomérations, sous forme de boucles locales à débit élevé, mais qui exigent, pour être performants, de ne desservir que de courtes distances, et les réseaux externes entre établissements de l'entité Airbus. Pour ces derniers, le service informatique/communication de Toulouse disposait en 2002 de 600 personnes, et en fait "donnait les gammes" par exemple aux usines de Basse Loire (production de tronçons de fuselage) pour tout ce qui était calcul de structures et essais des matériaux. Des lignes sécurisées avec Bristol, Hambourg et Madrid de 1 à 2 mégabits ont été mises en place. La sécurisation est l'un des soucis majeurs dans l'utilisation des technologies d'information et de communication, avec cryptage et contrôle permanents, particulièrement lors des échanges majeurs comme l'envoi des plans d'ensemble des avions aux motoristes américains ou britanniques (Rolls-Royce).

Les travaux d'ingénierie et d'études revêtent des enjeux forts pour l'application des systèmes d'information et de communication raccordées à l'avionneur Airbus. Désormais, le suivi et le développement des programmes aéronautiques épousent les méthodes dites de "l'ingénierie simultanée" par lesquelles Airbus avec ses différents établissements et en collaboration avec ses partenaires procèdent à des échanges interactifs et en temps réel de données pour l'avancement des projets. En retour, la consolidation du siège social d'Airbus et des bureaux d'études principaux à Toulouse est allée dans le sens d'un renforcement et d'une intégration européenne de la firme : « à travers les TIC, c'est un rapprochement quasi physique permanent des équipes de travail qui est en œuvre » constate l'un des responsables.

## ***3 - Les échanges de ressources humaines entre les têtes de pont de "l'entreprise réseau"***

C'est essentiellement Toulouse qui bénéficie de la présence de personnels étrangers d'Airbus, principalement des salariés allemands, britanniques et, à un degré moindre, espagnols (italiens aussi

pour les avions régionaux ATR). Le cas du siège d'AIC est particulier : près du quart des 3 000 salariés (dont 300 pour la partie purement directionnelle), relève d'une vingtaine de nationalités, répartie dans des équipes commerciales, avec leurs spécialistes marketing, financiers, juridiques, selon les compagnies clientes visées, la langue de travail y étant l'anglais. Les Allemands forment les effectifs les plus importants parmi le personnel non français du site toulousain (au total, près de 700) avec des durées de séjour variant de quelques mois à plusieurs années avec parfois une fin de carrière qui s'achève par une fixation définitive dans la région. À l'inverse, le personnel français détaché à Hambourg est moins nombreux, environ 150 personnes, cadres et techniciens. Pour leur part, les Britanniques sont représentés à Toulouse par quelque 400 personnes, dépendant tant d'Airbus que de petites firmes sous-traitantes installées sur place.

L'organisation du travail en plateau, adoptée par Airbus dans le cadre du développement des programmes A330 et A340 puis accru avec les programmes récents A380 et A400M n'est pas sans susciter une amplification des mobilités. Il s'agit, pour une période limitée, de regrouper lors de la mise au point conceptuelle ou organisationnelle de telle ou telle partie d'un programme, des personnels provenant des différents sites et services d'Airbus et de ses partenaires majeurs concernés. L'objectif est de faire travailler ensemble des personnels de spécialités et d'entreprises différentes, de mettre au point les différentes phases de préparation et d'exécution du programme puis d'anticiper les aléas de réalisation. Au-delà, les relations entre les sites ont accru les déplacements de courte durée entre les personnels. Ainsi, des navettes aériennes ont été affrétées entre Hambourg et Toulouse (tri-hebdomadaires), avec Bristol, tandis que les lignes régulières vers Madrid ou Nantes sont en partie nourries des échanges de personnels des divers établissements d'Airbus.

L'organisation des échanges entre les sites renvoie à un autre niveau de réflexion sur la proximité qui ne se résume pas aux seuls territoires locaux. La logistique plus performante au plan des transports des modules d'avions, les échanges d'informations unifiées et multipliées en temps réels grâce aux TIC, les échanges accrus de compétences, soit au quotidien, soit de longue durée entre les sites contribuent à rapprocher les pôles de la firme d'autant que ses personnels relèvent désormais d'une même entité de gestion. Cette organisation n'exclut nullement l'existence de polarisations de compétences concentrant selon des processus variés et plus ou moins intégrés, les ingrédients locaux de systèmes productifs.

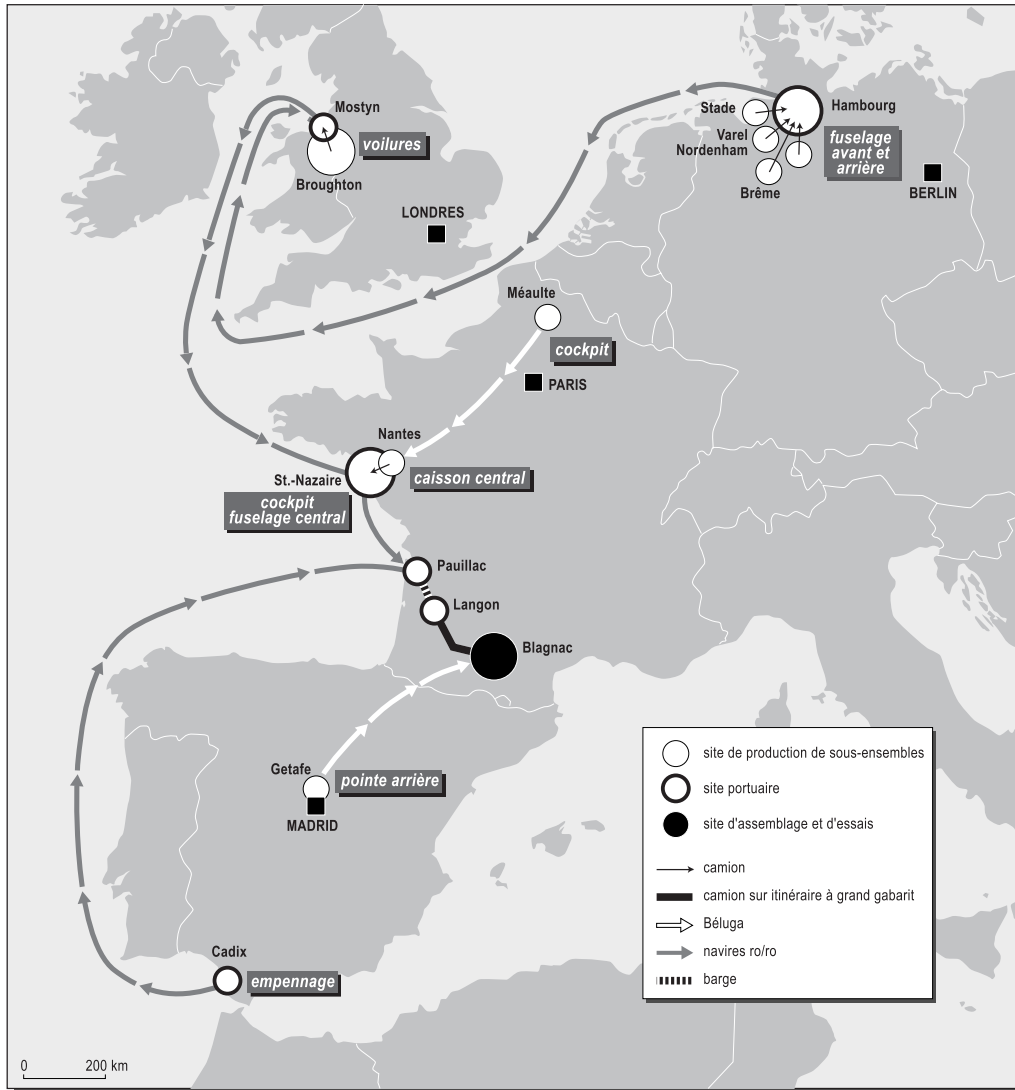
### **III - "L'entreprise étendue" ou l'organisation territorialisée de la production : le cas du site toulousain**

#### **A - Deux corpus d'activités étroitement imbriqués : la conception et l'assemblage des appareils**

Parmi la toile de l'entreprise réseau, le centre de Toulouse (au total 9 000 salariés pour la partie bureaux d'études et ateliers de montage final, plus 3 000 pour la partie siège, direction, commercialisation et essais) demeure, avec l'importance de son bureau d'études (2 500 personnes), le centre de décision technologique majeur, notamment par sa vocation à coordonner le développement d'ensemble des programmes comme l'atteste la centralisation pour les projets les plus récents A340, A380 et avion militaire de transport A400M, des plateaux de compétences où il s'agit de réunir des équipes intégrées et multimétiers. Cependant depuis les années 1980, s'est mise en place de manière quasi officialisée la spécialisation des centres géographiques de compétences entre les partenaires industriels des programmes Airbus (fig. 3). Ce processus a nécessité de renforcer en permanence, par des stratégies localisées de recherche et développement, des savoirs spécifiques. Il reste à coordonner les centres et à mettre en relation chacune des fonctions spécialisées, d'où une gestion en réseaux constitutive de l'entité Airbus sous sa forme actuelle.

L'attribut du pôle toulousain en matière d'ingénierie a trait aux activités historiquement développées par les équipes toulousaines dans plusieurs registres technologiques : les commandes de vol, l'architecture des calculateurs et les systèmes de propulsion. Ces domaines de recherche et développement procèdent d'un acquis de compétences obtenu à la faveur des différents programmes qui se sont succédé dans le temps (Caravelle, Concorde et diverses gammes d'Airbus). On expliquera par exemple, le succès des commandes électriques et systèmes de vol des avions Airbus par l'accumulation progressive des savoir-faire établie depuis 40 ans parmi le bureau d'études toulousain

et nourrie par des modes de transmission des savoirs et savoir-faire entre les générations d'ingénieurs. Le temps long exerce un rôle déterminant dans l'évolution de l'industrie aéronautique dont les innovations technologiques sont faites d'ajouts successifs, de perfectionnements mais en introduisant au fur et à mesure le produit de découvertes d'autres secteurs comme l'électronique ou l'informatique.



**Fig. 3 : La logistique des éléments de l'A380**

Selon une articulation logique avec les compétences "amont" dédiées au développement des programmes, le site de Toulouse concentre une fonction d'assembleur, de montage de différents éléments reçus de l'extérieur, tronçons de fuselages, accrochage des voilures au fuselage et des moteurs sous les ailes, reçus par exemple des États-Unis ou de Grande-Bretagne (General Electric/SNECMA ou Rolls-Royce/SNECMA). Mais il a aussi pour tâche d'incorporer les équipements aujourd'hui de plus en plus complexes dont sont pourvus les avions. C'est le cas des mâts de moteurs, sous-ensembles vitaux qui permettent d'arrimer le propulseur à l'aile avec toutes ses commandes électroniques et hydrauliques, qui sont tous, quelle que soit la gamme d'appareils, fabriqués dans les ateliers de Saint-Éloi au nord de la ville. L'incorporation s'étend aux équipements électroniques et informatiques de commandes de bord, ordinateurs de vol, outils de communication et systèmes de propulsion...etc, qui sont définis par Airbus, mais pour la plupart réalisés par des équipementiers ou "systémiers" majeurs localisés dans la périphérie toulousaine, tant au niveau de la conception, de la fabrication que de l'intégration, tels Liebherr Aerospace, Latécoère, Rockwell Collins, Microturbo (Snecma), Honeywell... À la lumière de la répartition des activités du programme A380, un des responsables de ce projet analysait la structure du centre toulousain en indiquant « *qu'il*



*était impensable de séparer spatialement l'assemblage final de la conception initiale d'ensemble car il existe un lien continu entre l'avion virtuel conçu dans les bureaux d'études jusqu'aux essais ». La combinatoire des fonctions ainsi à l'œuvre s'explique par le besoin d'établir un lien continu entre "l'avion virtuel" conçu dans les bureaux d'études et l'assemblage, dans un souci de contrôler l'avancement des programmes.*

## **B - Dans l'orbite de la firme motrice, la mobilisation de plus en plus étendue de compétences**

### ***1 - Le regroupement des "systémiers" à proximité de l'avionneur Airbus***

La compétence organisationnelle du pôle toulousain s'est aussi manifestée par la structuration d'un réseau efficient et hiérarchisé, de partenaires et sous-traitants, quelques-uns de grande qualité et associés directement aux projets tels les "systémiers". Ce terme désigne de véritables partenaires, ayant la responsabilité financière et technique d'un ensemble en "risque partagé", investissant eux-mêmes dans la recherche-développement, mais s'assurant en contrepartie pour la durée de vie du programme l'intégration et la maintenance des ensembles produits. Les "systémiers" livrent de multiples sous-ensembles, par exemple les nacelles de moteurs fournies soit par Aircelle, désormais filiale de SNECMA via Hurel-Dubois, soit par Goodrich. Ces deux dernières entreprises se localisent quasiment sur le site d'Airbus à Colomiers. Le cas le plus caractéristique est celui de Thalès Avionics (ex-Sextant, filiale de Thomson) qui au début des années 2000 a quitté Vélizy pour se transférer à Toulouse, avec 350 salariés, et en emploie aujourd'hui plus de 630 (dont 80 % d'ingénieurs), le surplus ayant été recruté sur place. Ce rapprochement physique a été aussi sur le plan des relations entre entreprises car dès le lancement du programme A380, Thalès et Airbus ont constitué des équipes communes de recherche-développement pour la définition de calculateurs de bord. Dans ce cas, prévaut une logique de rapports "horizontaux" entre Airbus et son partenaire, qui procède de la nécessité d'une combinatoire des connaissances, inhérentes à la définition de composants complexes d'avionique.

Les méthodes dites de "l'ingénierie simultanée" par lesquelles Airbus et ses partenaires procèdent à des échanges constants et interactifs de données pour concevoir des projets, déterminent des enjeux forts pour l'application des systèmes d'information et de communication raccordés au site d'Airbus. Les contraintes techniques et les coûts limitent cependant le déploiement des réseaux de communication à haut débit dans un rayon de 25 à 30 km autour du site de l'avionneur toulousain. Cette aire territoriale de desserte n'est pas sans renforcer la localisation à proximité d'Airbus notamment des "systémiers" qui se sont spécialisés dans la conception et l'intégration des systèmes embarqués. Enfin, un phénomène de désintégration du processus productif sous la forme d'une sous-traitance en cascade naît à partir des "systémiers" qui cèdent la réalisation de pièces de série à des PME-PMI. Des consortiums de PME aux larges spectres de métiers en ingénierie et en fabrication tendent à émerger souvent à la faveur d'interventions de politiques régionales de soutien. L'objectif de ces entités fondées sur la base d'une mutualisation des compétences est d'accéder au rang de développeur complet de composants pour le compte d'Airbus ou de ses "systémiers". Les fonctions conceptrices et organisatrices intègrent certes des modalités relationnelles basées sur l'échange de données via des systèmes perfectionnés de communication, mais la proximité physique de contacts demeure indispensable entre les équipes d'ingénieurs d'Airbus et celles de ses partenaires.

### ***2 - Les liens avec la recherche et la polarisation des services technologiques***

L'importance fondamentale du secteur de la recherche-développement dans le *process* productif de l'aéronautique est allée en se renforçant et a changé de dimension au fur et à mesure que le produit avion se complexifiait. Depuis le début des années 1990, se précise une accentuation des relations d'Airbus et des systémiers locaux avec l'appareil universitaire régional de recherche. D'abord avec les établissements liés directement à l'aéronautique, telles les écoles d'ingénieurs (ENSAE ou Sup-Aéro, ENSICA, ENSHÉIT, INSA, École d'Ingénieurs de Tarbes, plus récemment des Mines d'Albi), les centres de recherche (CERT-ONERA, 350 personnes), et les laboratoires du CNRS en sciences de l'ingénieur (LAAS, 400 chercheurs) ou en informatique de l'université scientifique (IRIT, 250 chercheurs). Dans la recherche comme dans le partenariat industriel, Airbus France a restructuré depuis les années 2000 l'organisation de sa coopération de recherche en distinguant les partenaires

stratégiques, qui se voient déléguer une recherche spécifique, des laboratoires inclus dans un réseau de recherche contractuel. En dehors du potentiel de recherche appliquée, s'ajoutent les structures spécialisées d'essais divers dits de "tortures", de résistance, de solidité, de chocs, subis au fil des productions, assurées à Balma, dans la banlieue est de Toulouse, par le CEAT (Centre d'Essais Aéronautique de Toulouse, 650 salariés). Cet organisme dépend du ministère de la Défense, mais travaille de plus en plus pour le secteur civil. Les essais en vol, après des parcours régionaux, se déroulent ensuite dans toutes les parties du monde, notamment dans des conditions extrêmes (froid, chaleur) mais permettent de comparer dans le centre de mesures de Toulouse les performances réelles et les prévisions du bureau d'études, puis d'effectuer localement les ajustements si nécessaires.

L'accumulation des activités conceptrices dans différents champs des systèmes embarqués (commandes de vol, calculateurs, systèmes de propulsion) a logiquement induit la formation d'un environnement spécialisé de soutien à la recherche-développement à partir des prestations produites par un complexe de firmes d'ingénierie et de services informatiques. Les compétences d'ingénierie informatique vont de SSII nationales à de nombreuses PME locales développées depuis une vingtaine d'années spécialisées dans divers domaines, de l'organisation et de la gestion de la production, à la formation, aux études techniques et à l'ingénierie logicielle. Or, les travaux de développement se rapportent en grande partie aux systèmes informatiques et aux équipements incorporés sur les avions. Ils nécessitent de plus en plus de recherches, et leur valeur ne cesse de monter dans le prix final d'un avion, de l'ordre de 35 %, la part des moteurs représentant 30 %, et les structures (carlingue, ailes) 35 %. Leur utilisation rend obligatoire le contact entre les personnels de ces équipementiers et ceux d'Airbus, auxquels s'ajoutent ceux des SSII effectuant des contrôles, des développements, des mises au point, des tests de fiabilité et de maintenance. Le facteur "proximité" non seulement demeure une nécessité, mais se renforce d'autant que les personnels de ces différents partenaires sont conduits à travailler directement dans les établissements même d'Airbus (Zuliani, 2001).

### **C - À l'aval, une activité en croissance axée sur la commercialisation, l'après-vente et la maintenance**

La pénétration d'un marché ne se résume pas seulement à l'offre de produits, aussi technologiquement réussis soient-ils comme les avions de la gamme Airbus : la conquête commerciale revêt à cet effet une importance capitale. Les compagnies aériennes clientes ont des besoins qui varient selon leurs clientèles, leurs politiques tarifaires et les réseaux qu'elles exploitent. Elles attendent des constructeurs des réponses adaptées à leurs besoins, certes dans les limites des possibilités techniques, mais aussi des services offerts après-vente, de maintenance, de conseils qui ont tous pour objectifs de rendre plus rentables les appareils en les immobilisant le moins possible au sol. En conséquence, un constructeur comme Airbus n'est pas qu'un producteur d'avions, mais doit offrir une série de services liée à l'aéronautique elle-même (maintenance, après-vente), à l'aviation commerciale (formation des équipages), et aux produits de consommation du public (Internet et téléphonie à bord...).

Le renforcement de la structure centrale d'Airbus et de ses activités commerciales conduit à des processus polarisateurs, générant à proximité du siège toulousain une série d'activités plus ou moins liées de filiales industrielles ou commerciales, d'entreprises de conseils, de maintenance qui ne cessent de se développer.

\* Le premier niveau de ces fonctions de services relève directement du siège de la firme et intègre des prestations stratégiques pour l'exploitation d'un avion : la formation au pilotage, la maintenance ainsi que le suivi technique des avions vendus, autant de fonctions utilisatrices de technologies performantes d'information et de communication, le plus souvent développées sur place. La nécessité d'une proximité de services avec les compagnies clientes dans des aires géographiques aux fortes potentialités commerciales (Amérique du Nord et l'Asie) a favorisé la délocalisation de centres pour la formation des équipages à Miami et à Pékin. Les services à la clientèle d'Airbus font partie intégrante d'une chaîne logistique à laquelle se greffent dans chaque site de production des centres de pièces de rechange, directement connectés aux bureaux de liaison établis à Washington, Pékin, à Singapour, Dubaï, Moscou et Sydney.

\* Ensuite, dépend directement d'Airbus une série de services externes d'assistance à la commercialisation, de plus en plus diversifiée, comme la structure Air Business Academy créée par

l'avionneur, et dédiée à la formation à la vente et maintenance des avions. Ses retombées sont loin d'apparaître négligeables sur le plan commercial dans la mesure où les bénéficiaires de ces formations sont sensibilisés à l'utilisation et à l'exploitation des "systèmes Airbus". Le continuum de services liés au marché aéronautique comprend également des activités de maintenance et reconversion d'avions qui sont autonomisées à l'exemple de la Sogerma, une filiale d'Airbus, implantée à proximité des sites toulousains d'assemblage des aéronefs.

\* À un troisième échelon, se développent des activités de conseil et de maintenance logistique, induites indirectement d'Airbus, tel par exemple Aéroconseil et ses filiales, 800 salariés, dont divers transfuges d'Airbus qui mènent des études pour les compagnies aériennes, l'aide à la navigation et les procédures de qualité dans le milieu du transport aérien utilisateur des avions Airbus. Dans l'environnement de la firme Airbus, s'est aussi structurée une compétence pourvue par des PME dans des niches d'activités comme la maintenance, les tests et essais d'équipements. Par ailleurs, plusieurs sous-traitants étrangers ont installé dans un souci de contact et de négociation avec le centre décisionnel d'Airbus, des représentations commerciales en charge de la livraison et de l'intégration de leurs produits.

L'organisation productive du système Airbus apparaît spécifique car elle associe à un fonctionnement réticulaire, porté par le déploiement européen de la "firme réseau", une structure territorialisée de la production dans les villes où l'entreprise Airbus est implantée. Le complexe toulousain des activités aéronautiques révèle un "système local de compétences", constitué par l'accumulation de savoirs et de savoir-faire, d'interrelations entre personnels issus souvent des mêmes lieux de formation, cadres des grandes écoles et des universités. Selon les responsables de la firme, il serait impensable de brutalement transférer sur un autre site tel ou tel segment de l'activité sans désorganiser l'ensemble de la chaîne intellectuelle et organisationnelle qui les unit en permanence, et forme ce que l'on qualifie d'*entreprise étendue* à l'échelle d'un territoire métropolitain. Or, ce type d'organisation productive se structure dans un contexte à la fois de spécialisation des sites et d'accumulation progressive des compétences. Il en résulte un renforcement des polarisations autour du principal donneur d'ordres qu'est Airbus, de relations accrues avec les secteurs publics de la recherche et des formations universitaires techniques par des jeux de "réseaux sociaux" dans les interrelations entre acteurs économiques et institutionnels. Quelques territoires précis du système industriel Airbus se caractérisent par de puissants mécanismes de concentration des activités aéronautiques à partir d'une imbrication des fonctions de conception, de contrôle et d'organisation. Se pose alors la question de l'intégration de ces complexes d'activités au milieu local selon des logiques de régulation qui associent acteurs publics et économiques locaux dans un contexte de concurrence internationale et de mondialisation, dont l'aéronautique est l'un des enjeux.

## Bibliographie

- BECKOUCHE P., 1996. *La nouvelle géographie de l'industrie aéronautique européenne*. Paris, L'Harmattan.
- INSEE., 2003. Aéronautique, espace et sous-traitance. Résultats de l'enquête 2003. *Les Dossiers de l'INSEE*, n° 118, INSEE Midi-Pyrénées, 53 p.
- JALABERT G., 1998. Les industries aéronautiques et spatiales. *Atlas de France, Industries*, vol. 9, Reclus, Documentation Française, pp. 46-49.
- JALABERT G., ZULIANI J.-M., 2003. Airbus, AéroConstellation : un grand équipement structurant de l'agglomération toulousaine. In Fontan J.-M., Klein J.-L., Lévesque B. (dir), *Reconversion économique et développement territorial*. Presses Universitaires du Québec, pp. 297-316.
- LERICHE F., 2004. Le système Airbus en Grande-Bretagne : mutations économiques et enjeux territoriaux. *Les Papiers du Cieu*, n° 6, pp. 19-40.
- MULLER P., 1989. *Airbus, L'ambition européenne, logique d'État, logique de marché*. Paris, L'harmattan.
- ZULIANI J.-M. (Dir.), JALABERT G., LERICHE F., 2002. *Système productif, réseaux internationaux de villes, dynamiques urbaines : les villes européennes de l'aéronautique*. CIEU-CNRS/Ministère de la Recherche, Programme Cité, Rapport, 343 p.
- ZULIANI J.-M., LERICHE F., 2004. Airbus et les recompositions territoriales, Toulouse et Bristol. *Géographie et Culture*, n° 48, pp. 60-78.

