

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

LA COÉVOLUTION DES INDUSTRIES ET DES SYSTÈMES
D'INNOVATION : L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE

THÈSE
PRÉSENTÉE
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN ADMINISTRATION

PAR
MAJLINDA ZHEGU

Juin 2007

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

*À ma mère,
Pour m'avoir donné le meilleur exemple de volonté*

*À mon père,
Pour m'avoir inspiré la curiosité*

REMERCIEMENTS

Comme toute autre idée nouvelle, celle qui s'apprête à prendre la forme d'une thèse se développe dans un contexte systémique. La qualité des acteurs et de leurs interactions, les intrants, financiers et autres, l'infrastructure et les institutions de soutien sont primordiaux. Bien qu'il semble être un travail solitaire, le doctorat est le résultat d'un système.

Souvent, c'est un acteur-ancre qui définit les dynamiques du système. C'est le cas dans l'industrie aéronautique que j'étudie dans cette thèse, mais c'est aussi le cas de l'expérience de recherche que j'ai vécue. Quelle fierté que celle d'avoir travaillé, pendant toutes ces années, aux côtés du professeur Jorge Niosi, mon directeur de thèse et le *Boeing* canadien de la recherche sur la gestion de la technologie! Quel privilège que celui d'avoir assisté et partagé sa passion et ses routines de recherche et d'enseignement! C'est motivant et frustrant en même temps. Motivant, puisqu'il maîtrise l'art de nous rendre si intelligible les tâches, pourtant ardues, de repérer, de s'engager et de contribuer dans des avenues de recherche prometteuses. Frustrant, puisque c'est difficile d'atteindre son rythme de travail et de satisfaire à ses standards élevés de qualité. Toutefois, les réussites de ceux qui, avant moi, ont 'souffert' cette frustration, démontrent que c'est un système qui 'produit' des gagnants et je rends ici hommage aux qualités exceptionnelles, professionnelles et humaines de son ancre, le professeur Niosi. Je lui exprime ma gratitude infinie de m'avoir fait confiance et soutenue sans réserve, tout au long de ce parcours!

Je suis très reconnaissante envers les membres du comité de lecture, Monsieur Serghei Floricel, Madame Silvia Ponce et Madame Catherine Beaudry, pour leurs précieux conseils.

Les externalités de connaissance sont importantes dans un cluster. Je crois que mes collègues Tomas Bas, Norhene Chabchoub, Johanne Queenton, et d'autres après eux, peuvent témoigner autant que moi de l'abondance des externalités de connaissance qui ont eu lieu dans notre cluster à nous, la Chaire de recherche du Canada en gestion de la technologie. Je les remercie d'avoir contribué à rendre *le mystère de la recherche moins mystérieux, en le disséminant dans l'air*. Merci aussi à Odette Dallaire, pour ses inoubliables décorations et cartes de Noël pour les *soupers de famille* dans la petite cuisine de la chaire et pour nous avoir assisté, tous, à maintes reprises.

L'infrastructure est indispensable. Face à l'impressionnante progression géométrique des programmes et d'autres outils informatiques, j'avoue m'être sentie parfois dans un total désarroi. Dans de tels moments, j'ai eu recours à des coups de baguette magique : quelques *clics brillants* qui sauvent des journées ou des mois entiers de travail. Je remercie pour cela Lucie Comeau, Raymond Laliberté, Philippe Gendron et François Vallières.

Je remercie mes amis pour leur *indéfectible patience* à l'égard de mes 'récidives'. Vous tous, qui vous vous reconnaissez dans ces lignes, sachez que je n'aurais jamais pu accomplir ce que j'ai accompli dans ma vie si vous n'en aviez pas fait partie. Je suis très reconnaissante envers Fredi Kocollari, qui entre son voyage d'affaire en Chine et le concours d'accréditation, a trouvé le temps de corriger les 'écarts' de mon français.

Je remercie Marie Lavigne, mon intarissable source de sagesse, de soutien, d'encouragement et d'*inspiration*. Merci de m'aimer autant!

Je remercie Kliton, mon frère, mon *alter ego*. Notre complicité est le plus précieux cadeau que je continue de recevoir depuis ma tendre enfance. Tel un cadeau je perçois aussi le radieux sourire de Thoa.

Mes pensées s'adressent à *ma douce grand-mère*, l'ange de ma vie.

Je remercie l'Albanie, mon pays d'origine, pour tout ce qu'elle m'a donné jusqu'au jour où je suis partie et pour tous *mes souvenirs* qui ne la quitteront jamais.

Je remercie le Canada, ma terre d'accueil, pour avoir comblé *mes meilleurs souhaits*.

Enfin, la colle qui fait tenir toutes les parties du système ensemble : *l'amour* patient, dévoué, inconditionnel et inexhaustible de Edi et de Esli. C'est ce que je respire à chaque instant ! Falemnderit !

J'ai hâte de vous rendre autant, à tous !

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	iii
LISTE DES FIGURES.....	xi
LISTE DES TABLEAUX.....	xiv
RÉSUMÉ.....	xvii
INTRODUCTION.....	1
PREMIÈRE PARTIE	
LES THÉORIES SUR LA COÉVOLUTION DE L'INDUSTRIE ET DES SYSTÈMES D'INNOVATION	10
CHAPITRE 1	
LA COÉVOLUTION ET LES THÉORIES SUR LE CHANGEMENT TECHNOLOGIQUE	11
1.1 Quelle approche théorique pour la recherche?	11
1.2 Qu'est-ce que c'est la coévolution ?	12
1.3 La coévolution dans la recherche sur le changement technologique.....	13
1.3.1 Le paradigme évolutionniste.....	13
1.3.2 La coévolution à l'intérieur du courant évolutionniste	16
1.3.3 La coévolution comme un pont entre le courant évolutionniste et d'autres perspectives théoriques	18
1.4 Les caractéristiques de la recherche basée sur la coévolution	25
CHAPITRE 2	
LES THÉORIES DU CYCLE DE VIE DES PRODUITS ET DES INDUSTRIES.....	28
2.1 Le cycle de vie du produit	30
2.1.1 Les fondements de cette conception.....	30
2.1.2 L'innovation du produit diminue-t-elle durant les phases avancées du cycle de vie ?	33
2.1.3 Le cycle de vie et la diffusion géographique du produit et des connaissances.....	38
2.2 Le cycle de vie de l'industrie.....	39
2.2.1 Qu'est-ce que c'est le cycle de vie d'une industrie ?	41

2.2.2 Le cycle de vie, les turbulences et la concentration industrielle.....	42
2.2.3 Le changement technologique et les dynamiques industrielles.....	44
2.2.4 L'innovation, la taille des entreprises et la structure de l'industrie	47
CHAPITRE 3	
L'ÉVOLUTION DES SYSTÈMES D'INNOVATION	54
3.1 L'argumentation théorique sur l'existence des agglomérations industrielles	54
3.1.1 Les définitions des clusters et des systèmes régionaux d'innovation ..	55
3.1.2 L'atmosphère industrielle, la main d'œuvre et les services spécialisés	58
3.1.4 Coûts et mobilité des facteurs et dotation des régions en ressources naturelles	61
3.1.5 La dépendance de sentier, les rendements croissants à l'échelle.....	62
3.2 L'agglomération géographique et l'innovation	63
3.2.1 Les externalités de connaissance.....	64
3.2.2 L'hypothèse de la firme d'ancrage.....	67
3.2.3 Les systèmes régionaux d'innovation	73
3.3 À la recherche d'une congruence structurelle et d'une opérationnalité des construits théoriques sur les agglomérations industrielles.....	76
3.3.1 Les compétences des régions.....	77
3.3.2 Les systèmes d'innovation sont des systèmes dynamiques complexes	81
3.4 La fragmentation théorique et les limites des perspectives proposées.....	84
3.5 Le cycle de vie des systèmes d'innovation	90
CHAPITRE 4	
LA MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE.....	94
4.1 L'objectif de la recherche.....	94
4.2 Les modèles de la recherche.....	96
4.3 Les hypothèses du travail	98
4.4 Le cheminement de la recherche	100

4.4.1 Le point de départ.....	102
4.4.2 Les critères de la recherche et les sources des données	103
4.4.3 La conceptualisation des bases de données, l'échantillonnage et la collecte des données.....	111
4.4.4 Les définitions opérationnelles de la recherche	118

DEUXIÈME PARTIE

LA COÉVOLUTION DE L'INDUSTRIE AERONAUTIQUE ET SES SYSTÈMES D'INNOVATION	123
--	-----

CHAPITRE 5

DE L'ÉMERGENCE À LA MATURITÉ : COMMENT LE CYCLE DE VIE FAÇONNE L'INDUSTRIE	124
---	-----

5.1 Les caractéristiques de l'industrie aéronautique.....	124
---	-----

5.1.1 La présentation du contexte industriel étudié et délimitation du champ de recherche.....	124
5.1.2 L'importance et les caractéristiques de l'industrie aéronautique.....	130

5.2 Le cycle de vie de l'industrie aéronautique.....	136
--	-----

5.2.1 L'émergence de l'industrie, des années de turbulence: 1900-1945 ...	137
5.2.2: La croissance, la diversification et la concentration de l'industrie, 1945-1975.....	147
5.2.3: La maturité, la restructuration et la globalisation de l'industrie	146

CHAPITRE 6

CYCLE DE VIE ET GÉOGRAPHIE DE L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE	165
---	-----

6.1 La géographie de l'industrie durant la période d'émergence	165
--	-----

6.2 La géographie de l'industrie lors de la phase de la croissance	176
--	-----

6.3 Maturité et géographie de l'industrie	178
---	-----

CHAPITRE 7

DE CLUSTERS EN SYSTÈMES D'INNOVATION : LES DYNAMIQUES DE L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE CANADIENNE	183
---	-----

7.1 L'émergence de l'industrie aéronautique canadienne.....	183
---	-----

7.2 L'industrie sous l'auspice de l'État : les grands virages	197
7.3 Les clusters aéronautiques canadiens.....	213
7.3.1 Une cartographie des clusters canadiens	213
7.3.2 Les transformations interindustrielles	219
7.3.3 Transformation des clusters en systèmes d'innovation	227
CHAPITRE 8	
LE CYCLE DE VIE INDUSTRIEL ET L'INNOVATION	234
8.1 Le cycle de vie et l'innovation.....	234
8.1.1 Cycle de vie et intensité de l'innovation	234
8.1.2 Le cycle de vie et la diffusion du produit, de l'innovation et des connaissances.....	239
8.2 Les déterminants de l'innovation : les dynamiques industrielles et les institutions de soutien	257
8.2.1 Les dynamiques industrielles et la structure de l'industrie aéronautique	257
8.2.2 Turbulences et concentration au sein des entreprises aéronautiques innovantes.....	261
8.2.3 Les institutions de soutien de l'innovation	263
8.3 Les systèmes d'innovation et les firmes d'ancrage	266
8.3.1 Quelles sont les régions aéronautiques innovantes ?	267
8.3.2 Les firmes d'ancrage et les régions aéronautiques innovantes	273
CHAPITRE 9	
CONCLUSION.....	283
9.1 La problématique de la recherche	283
9.2 Conclusion de l'étude	286
9.3 Contributions, limites et orientations futures de la recherche	294
ANNEXE A	
LA CHAÎNE DES FOURNISSEURS DE L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE .	298
ANNEXE B	
SYSTÈME DE CLASSIFICATION DES INDUSTRIES DE L'AMÉRIQUE DU NORD (SCIAN) : LA CLASSE 3364.....	304

ANNEXE C LES COMPÉTENCES DES ENTREPRISES AÉRONAUTIQUES CANADIENNES.....	306
ANNEXE D ÉTATS-UNIS: DÉPARTEMENTS ET AGENCES DU GOUVERNEMENT FÉDÉRAL ET DES COMITÉS DU CONGRÈS AYANT DES RESPONSABILITÉS SUR L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE	323
ANNEXE E ÉTATS-UNIS : LES CONTRATS DU GOUVERNEMENT FÉDÉRAL CONCERNANT LE SECTEUR AÉROSPATIAL SELON LES AGENCES EXÉCUTIVES, 1993-2000.....	328
BIBLIOGRAPHIE.....	330

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1	Le cycle de vie des produits, les types d'innovation et les stratégies technologiques.....	34
2	L'évolution de la structure industrielle.....	51
3	L'impact de la concentration de la R-D sur l'intensité de la R-D.....	52
4	Les hypothèses restrictives et conceptions mécanistiques de la réalité	83
5	Le cycle de vie et les dynamiques industrielles.....	96
6	Les institutions publiques et l'innovation.....	97
7	La firme d'ancrage et l'activité innovante d'un cluster.....	98
8	Le cheminement de la recherche.....	101
9	Le nombre de demandes de brevets présentés par les non résidents dans les offices de brevets américain, européen, japonais et coréen	108
10	Résultats de recherche obtenus suite à l'utilisation de différents indicateurs de l'innovation.....	110
11	La pyramide de la chaîne des fournisseurs de l'industrie aéronautique	115
12	Intensité de la R-D (en pourcentage des ventes) d'industries manufacturières canadiennes choisies, moyenne sur 10 ans, 1994-2003.....	131
13	Le taux de retour des investissements dans divers secteurs économiques.....	133

Figure	Page
14 L'emploi dans l'industrie aéronautique américaine pour la période 1958-1996.....	135
15 Nombre des avions militaires et civils produits aux États-Unis de 1912 à 2002.....	154
16 La consolidation de l'industrie aéronautique américaine, 1980-2001	156
17 Les profits des principales compagnies aériennes américaines avant et après la restructuration et la déréglementation de l'industrie.....	160
18 Les livraisons annuelles de Boeing et d'Airbus, 1985-2002.....	161
19 La comparaison de la géographie de la production d'avions entre 1917 et 1940.....	170
20 La distribution des emplois en 1944.....	175
21 Les principaux clusters aéronautiques des États-Unis, 2005.....	182
22 La distribution géographique des avionneurs canadiens, 1909-1944	193
23 Shakeout dans l'industrie canadienne d'aéronautique.....	201
24 L'évolution de la part des provinces dans le nombre total des effectifs de l'industrie aéronautique au Canada.....	213
25 Les firmes d'ancrage et les clusters : Canadair, De Havilland, Québec et Ontario.....	223
26 Structure et filière de l'industrie aérospatiale au Québec, 2005.....	229

Figure	Page
27	Le cycle de vie de l'industrie et le nombre d'innovations..... 237
28	Le nombre de nouveaux producteurs d'avions, 1912-2000..... 258
29	Shakeout et concentration de l'industrie aéronautique..... 260
30	Cycle de vie industriel et géographie des brevets aéronautiques (la classe 244), 1905-2004..... 271

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
1 Le cluster, un concept clair ou une panacée ?.....	56
2 Les éléments constitutifs des compétences d'une région.....	79
3 Les avantages et les désavantage des divers indicateurs de l'innovation.....	105
4 La codification des activités du secteur aéronautique selon la hiérarchie dans la chaîne de la valeur de l'industrie.....	120
5 La contribution de chaque sous-secteur dans le chiffre d'affaire des industries aéronautiques et spatiales nationales, 2002.....	127
6 Principaux groupes mondiaux de l'aéronautique producteurs d'armement en 2003.....	129
7 L'emploi dans l'industrie aéronautique américaine lors des années de 1914 à 1939.....	145
8 L'activité militaire et civile des onze constructeurs majeurs de l'industrie aéronautique américaine, 1927-1933 (en millions de dollars).....	146
9 Les leaders de l'industrie aéronautique américaine.....	153
10 L'internationalisation progressive des divers programmes d'avions de Boeing.....	164
11 États-Unis: Distribution des firmes aéronautique selon les villes, 1925.....	174
12 Comparaison des coûts des opérations dans divers clusters d'aéronautique.....	181.

Tableau	Page
13 Les facteurs ayant influencé la localisation de l'industrie aéronautique canadienne.....	189
14 Les constructeurs canadiens d'avions, 1909-1944.....	192
15 Origine des dessins des avions les plus importants produits au Canada, 1909-1944.....	194
16 Principaux programmes canadiens d'avions, 1945-1975.....	212
17 Les clusters canadiens d'aéronautique, 1970-2004.....	216
18 Les compétences des clusters canadiens d'aéronautique selon les échelons hiérarchiques de l'industrie.....	218
19 Géographie de la chaîne des fournisseurs pour le programme Avro Anson II, 1940.....	220
20 Les principaux centres de recherche Québec.....	231
21 Principaux pays producteurs de l'industrie aéronautique mondiale, 2002.....	240
22 Distribution des brevets de la classe 244 selon le pays de l'inventeur, 1900-2004.....	250
23a La géographie des titulaires des brevets qui citent les brevets aéronautiques.....	253
23b La géographie des titulaires des brevets qui citent les brevets aéronautiques.....	254
24 La géographie des citations des principaux inventeurs de l'industrie aéronautique.....	256

Tableau	Page
25	Nombre d'entreprises innovatrices de la classe 244, selon le cycle de vie de l'industrie, 1900-2000..... 262
26	Les inventeurs les plus importants de la classe 244, 1900-2004... 264
27	Cycle de vie et les systèmes d'innovation aéronautique américains..... 268
28	La distribution géographique des brevets aéronautiques durant la période 1903-1944..... 272
29 (a)	Les rapports entre les clusters et les firmes d'ancrage, le cluster de Californie..... 276
29 (b)	Les rapports entre les clusters et les firmes d'ancrage, le cluster de New York..... 277
29 (c)	Les rapports entre les clusters et les firmes d'ancrage, le cluster de Seattle..... 278
29 (d)	Les rapports entre les clusters et les firmes d'ancrage, le cluster de Connecticut..... 279
29 (e)	Les rapports entre les clusters et les firmes d'ancrage, le cluster de Ohio..... 280
29 (f)	Les rapports entre les clusters et les firmes d'ancrage, le cluster de Texas..... 281
30	La coévolution de l'industrie et de ses systèmes d'innovation : les archétypes des régions, les typologies des acteurs-ancres et les dynamiques des systèmes..... 288

RÉSUMÉ

Cette recherche a exploré la complexité de la coévolution de l'industrie avec ses systèmes d'innovation. Diverses perspectives théoriques, telles que les théories du cycle de vie du produit et de l'industrie ou celles sur les systèmes d'innovation, offrent des réponses partielles, mais insuffisantes à ces questions. Ainsi, la théorie du cycle de vie du produit présage la concentration de l'activité innovante des entreprises lors de la période de l'émergence de l'industrie. De plus, cette théorie suggère que, lors de la période de la maturité de l'industrie, la production et l'innovation se diffusent des pays développés vers les pays en développement. De leur côté, les perspectives systémiques de l'innovation mettent l'accent sur les caractéristiques nationales, régionales, technologiques ou sectorielles de l'ensemble des acteurs privés et publics qui participent à l'activité innovante, de la qualité des interactions qui se produisent ainsi que des institutions et des politiques publiques qui se mettent en place dans ces systèmes. Une attention particulière est portée au rôle des firmes d'ancrage, dont la présence dans les clusters attire d'autres entreprises du même secteur ou d'autres secteurs affiliés.

Nous avons testé ces perspectives théoriques dans le contexte de l'industrie aéronautique et de ses systèmes d'innovation. Au terme de la recherche, nous avons conclu que pour parvenir à comprendre, interpréter et soutenir l'évolution des industries et de leurs systèmes d'innovation, il faudra prendre en compte conjointement les caractéristiques de la connaissance et de la technologie du secteur, les caractéristiques des acteurs et de la nature de leurs interactions et les caractéristiques des institutions de soutien qui s'y sont établies au fil du temps. L'industrie aéronautique constitue un cas exemplaire pour analyser l'influence exercée par les institutions de soutien à l'égard des performances des entreprises, des régions et des pays divers.

Mots-clés : système d'innovation; cycle de vie du produit et de l'industrie; entreprise d'ancrage; politique technologique; brevet; industrie aéronautique.

INTRODUCTION

Cette étude met en examen les dynamiques du rapport entre l'industrie et ses systèmes régionaux d'innovation dans le but de répondre aux questions suivantes :

- Comment l'activité innovante de l'industrie, lorsque celle-ci traverse de la phase d'émergence vers celle de la maturité, est affectée par la structure et l'interaction des acteurs locaux, privés ou publics, ainsi que par les infrastructures et les institutions qui soutiennent et stimulent cette activité ?
- Quels sont et comment interpréter les changements des leaders technologiques durant le cycle de vie de l'industrie ?
- Qu'est-ce qui attire et qu'est-ce qui retient les organisations innovatrices dans une région ?
- Quel est l'impact du temps et de la géographie au cours du processus de la diffusion des connaissances ?

Diverses perspectives théoriques, telles que les théories du cycle de vie du produit et de l'industrie ou celles sur les systèmes d'innovation, offrent des réponses partielles, mais insuffisantes à ces questions. Les limites conceptuelles et les vues fragmentaires de ces perspectives rendent nécessaires une approche théorique intégratrice et une recherche empirique capable de soutenir celle-ci.

Selon Vernon (1966), la majorité des produits suit un cycle de vie. Les nouveaux produits seront générés et commercialisés d'abord dans les pays développés. Ceux-ci sont susceptibles de faire face aux coûts de recherche, de développement et de marketing qui sont très élevés lors de la première phase du cycle de vie du produit. Plusieurs innovations seront lancées sur le marché qui sélectionnera une ou quelques-unes parmi elles, sans que rien puisse garantir que le meilleur dessin soit sélectionné (David, 1985). En conséquence, un dessin dominant surgit, les technologies de la production se regroupent autour d'un paradigme technologique et se standardisent progressivement (Dosi, 1993). La stratégie organisationnelle, centrée, dans un premier temps sur l'innovation et la commercialisation de la nouveauté, s'oriente vers la maîtrise des coûts lorsque le produit devient mature. Ainsi, la standardisation des technologies et la recherche d'une main-d'œuvre à moindre coût contribuent à diffuser la production dans les pays en développement. Ce raisonnement implique aussi que l'innovation du produit est prédominante au début du cycle de vie du produit et que l'innovation des procédés prévaut pendant les phases successives (Abernathy et Utterback, 1978; Utterback, 1994; Suarez et Utteback, 1995; Suarez, 2004).

Selon Klepper et Simons (2005), les industries aussi ont un cycle de vie. Leur évolution est séquentielle et traverse les phases d'émergence, de croissance, de maturité et de déclin (Jovanovic et MacDonald, 1993). Durant la période d'émergence, l'industrie est caractérisée par de fortes turbulences. Ceci se traduit par le nombre élevé d'entreprises qui entrent et qui quittent le secteur (Geroski et Mazzucato, 2001). Durant les phases ultérieures du cycle de vie les industries sont marquées par une forte concentration suite à laquelle quelques grandes entreprises finissent par dominer l'industrie (Gort et Klepper, 1982; Jovanovic et MacDonald, 1993).

L'innovation culmine au début du cycle de vie de l'industrie et décline par la suite (Christensen et al., 1998).

Les analyses en termes de cycle de vie du produit et de l'industrie sont devenues des instruments stratégiques largement utilisés dans divers domaines de la gestion, que ce soit au niveau de l'organisation ou de l'industrie. Or, la valeur explicative de cette analyse a des limites, ce qui nous ramène à sa remise en question. Ainsi, comment expliquer, par exemple, le fait qu'après une centaine d'années, la production de produits matures, tels que les avions, reste toujours concentrée dans un petit nombre de pays développés ? De plus, l'innovation dans cette industrie ne semble pas décliner. Qu'est-ce qui empêche la diffusion de l'innovation selon les patterns prédits par le cycle de vie ? En s'appuyant sur une étude de l'évolution historique de sept industries de haute technologie, Nelson (1999) attire l'attention vers les cas d'industries dont l'évolution ne s'explique pas à partir uniquement de l'analyse du cycle de vie. Nelson soutient l'idée qu'une partie importante des sources des avantages comparatifs proviennent des caractéristiques spécifiques des systèmes sectoriels. D'autres chercheurs ont souligné aussi le caractère systémique de l'innovation et ont étudié son contexte national, régional ou technologique (Lundvall, 1992; Dalum et al. 1992; Freeman, 1995; Carlsson, 1995, Edquist, 1997; Cooke, 2004).

Le temps est donc une variable primordiale pour appréhender les dynamiques de l'innovation. La localisation géographique en est une autre. Une vaste littérature développée récemment autour du phénomène de l'agglomération des industries et de l'innovation, témoigne du renouvellement de l'intérêt de la communauté des chercheurs à son égard. Perçus comme un instrument efficace pour la promotion de la

compétitivité et de la croissance des régions, les systèmes régionaux d'innovation ont eu une place grandissante dans les politiques publiques des pays industrialisés (Porter, 2003; Morosini, 2004). Plus récemment, la popularité des modèles basés sur les systèmes d'innovation progresse dans les pays émergents (Altenburg et Meyer-Stamer, 1999; Archibugi et Pietrobelli, 2003). À part l'engouement pour les clusters et les systèmes d'innovation démontrés par les pouvoirs publics, que ce soit à l'échelle locale ou nationale, des organisations internationales multilatérales, telles que l'OCDE, la Banque Mondiale, l'ONUDI, le CNUCED et autres, se sont mises de la partie pour reproduire 'le modèle gagnant' dans divers pays (OCDE, 2005). Or, le problème est de savoir si la connaissance actuelle du phénomène justifie autant d'enthousiasme et s'il est possible de déduire à partir de cette connaissance des préceptes à la base desquels formuler des recommandations pour des interventions publiques efficaces. De plus, peut-on généraliser celles-ci à divers régions ou pays du monde?

Après avoir scruté théoriquement et empiriquement les déterminants du succès d'un système d'innovation, les chercheurs s'accordent pour faire prévaloir les facteurs liés à la création et à la diffusion des connaissances dans le cluster sur les facteurs liés uniquement aux avantages de localisation néoclassique. Selon cette dernière conception, la proximité géographique est importante dans la mesure où elle contribue à réduire les coûts des intrants de la production et ceux de l'accès au marché. Or, de nombreuses recherches ont désormais démontré que l'interaction entre les acteurs publics et privés, l'engagement dans un processus d'apprentissage continu, ainsi que les politiques qui soutiennent l'interaction et l'apprentissage qui s'y produit sont décisifs pour expliquer les performances d'un système régional d'innovation (Cooke et Morgan, 1998; Niosi, 2005). C'est d'ailleurs, cette conception englobant d'emblée les institutions (les organisations et les politiques), leurs interactions et les

modes d'apprentissage, qui constitue la différence majeure entre l'approche cherchant à comprendre en profondeur les dynamiques du système et l'approche 'pragmatique' qui présente une vue incomplète des clusters, dépourvue de leurs contextes, aux décideurs publics (Asheim et al., 2006).

Malgré le succès du concept 'clusters', la confusion entourant celui-ci suscite le scepticisme des chercheurs qui attirent l'attention sur l'exigence de plus d'approfondissement et de clarté théorique (Martin et Sunley, 2003; Markusen, 2003a). Le corpus théorique développé autour des systèmes régionaux d'innovation apporte plus de rigueur théorique. Cependant, celui-ci aussi reste plutôt muet sur les sources de la croissance à long terme du système (Bresnahan et al., 2001). Le confinement des recherches sur des périodes correspondant seulement à des fractions de l'existence d'un système d'innovation ou leur tendance à se concentrer principalement sur l'analyse des systèmes les plus performants, ont empêché la compréhension des dynamiques. Une autre tendance, consistant à traiter les systèmes régionaux d'innovation comme des vases clos, a également nui à l'explication de l'évolution des relations à long-terme entre ces systèmes et le reste du monde.

Récemment, l'hypothèse de la firme d'ancrage a été développée afin d'expliquer le rôle d'attracteur et d'incubateur joué par des grandes entreprises (Agrawal et Cockburn, 2002; Feldman, 2003; Chabchoub et Niosi, 2005). En conséquence, celles-ci s'investissent d'un pouvoir important par rapport à la productivité et la viabilité du système régional d'innovation. Cette nouvelle avenue d'analyse revêt beaucoup d'intérêt par rapport à la compréhension des dynamiques de localisation des

entreprises. Or, elle est encore dans un état embryonnaire et nécessite du renfort notamment en termes de résultats empiriques.

Nous avons entrepris une étude longitudinale de l'industrie aéronautique afin d'explorer conjointement l'influence sur son évolution du cycle de vie de l'industrie et celle de son système d'innovation. L'industrie aéronautique a l'avantage d'être une industrie de haute technologie qui a traversé diverses phases de son cycle de vie, et est une industrie mature. Il s'agit d'une industrie stratégique du point de vue de la défense nationale, mais aussi bien de l'économie du pays, dont elle a servi de moteur de développement. C'est pourquoi plusieurs pays ont tenté de se tailler une place dans ce secteur. Toutefois, les statistiques révèlent une forte concentration, dans un petit nombre de pays, de régions et d'entreprises. Pourquoi les ambitions de nombreux acteurs (publics et privés) n'ont pas apporté les fruits escomptés par la théorie du cycle de vie ? Quels sont les facteurs qui empêchent la diffusion de la production et de l'innovation vers des pays moins développés ? Comment évolue le rapport entre l'activité innovante de l'industrie et les régions ? Quelle typologie d'agglomérations aérospatiales observe-t-on durant les différentes phases du cycle de vie et comment elles évoluent ?

Bien que de nombreuses recherches aient été consacrées à ce secteur-clé de l'économie, son rapport avec ses systèmes régionaux d'innovation a reçu très peu d'attention. Pourtant, il s'agit d'une industrie dont l'impact économique à l'échelle régionale est loin d'être négligeable. L'économie de villes comme Seattle, Toulouse ou Montréal bénéficient largement de leur statut comme hôtes des champions nationaux ou des leaders technologiques du secteur. Or, des villes ayant perdu ce statut, comme Wichita aux États-Unis ou Linköping en Suède, font face au besoin de

reconstitution de leur tissu industriel, fortement dépendant de l'aérospatiale. Dans le contexte d'interventions étatiques pour le développement régional, l'industrie aéronautique a été utilisée, dans bien des cas, comme une industrie industrialisante, selon la conception développée initialement par Perroux (Meardon, 2001). Cependant, peu d'attention a été accordée à l'évolution des relations entre l'industrie, ses régions et ses systèmes d'innovation. La prédominance, pendant une longue période, de l'état national, comme l'acteur principal de l'industrie, a monopolisé l'analyse des facteurs de croissance de celle-ci. Or, à partir des années 1990, les dynamiques organisationnelles sont marquées par des jeux d'alliances qui dépassent les frontières nationales et exigent la réévaluation de l'ampleur et des modalités des interventions des états nationaux. Comme Frigant et al. (2006) constatent, ce remodelage affecte nécessairement le rapport entre l'industrie et le territoire. Comment les systèmes d'innovation régionaux réagissent-ils à la globalisation? L'activité innovante a-t-elle pris le virage international, à la même mesure que la production est en train de le faire? Notre recherche se penche sur les causes et les conséquences de tels développements.

Cette thèse est composée en deux parties dont la première établit les fondements théoriques de la recherche. D'abord, nous revisitons les diverses perspectives ayant contribué à cerner les dynamiques industrielles et celles des systèmes régionaux d'innovation. Après avoir expliqué le choix de la coévolution comme point de départ de la recherche, nous nous attardons sur l'apport et les limites des théories du cycle de vie du produit et de l'industrie. Ensuite, les théories sur l'agglomération industrielle et les systèmes d'innovations sont considérées. De plus, un accent particulier est apporté à l'hypothèse de la firme d'ancrage et à son intérêt pour notre recherche. Finalement, l'objectif et les hypothèses de la

recherche seront mis en avant au chapitre cinq qui présente aussi nos choix méthodologiques en termes d'échantillon, de sources et de traitement des données.

La deuxième partie étudie les dynamiques de l'industrie aérospatiale et de ses systèmes d'innovation. Le chapitre cinq explicite les traits saillants de l'industrie aéronautique. De plus, la segmentation du cycle de vie de l'industrie en fonction des facteurs ayant marqué les diverses phases de son évolution, y est présentée. Le chapitre six étudie le rapport de l'industrie avec les régions l'ayant accueillie au cours des diverses phases de son cycle de vie. Les dynamiques industrielles qui ont eu lieu aux États-Unis occupent une place centrale dans la recherche puisqu'il s'agit du pays qui, depuis la deuxième guerre mondiale, a occupé la place du leader technologique et du premier producteur d'avions au monde. L'étude de l'industrie aéronautique offre aussi l'opportunité d'étudier les changements produits dans le rapport industrie-régions dès la période de l'émergence de l'industrie, au début du siècle dernier. L'évolution de l'industrie aérospatiale dans d'autres pays leaders, tels que la France, l'Allemagne ou le Royaume-Uni, a été marquée par le brusque effondrement au cours de la fin des années 1940. Vers la fin des années 1970, ces pays s'engagèrent dans un processus de rattrapage qui répliqua les grands axes de réussite américaine dans ce secteur. Le cas du développement de l'industrie aéronautique au Canada revêtit plus d'intérêt : d'abord, puisque tout en étant un petit pays, le Canada s'est rangé parmi les producteurs d'avions les plus importants au monde. De plus, la réussite du Canada représente un cas à part dans un contexte de cette industrie qui, partout ailleurs, est fortement tributaire des contrats militaires. Contrairement à cela, l'industrie aéronautique canadienne est basée principalement sur la production d'avions civils. Le septième

chapitre retrace les spécificités de l'évolution de l'industrie aéronautique au Canada. Quant à lui, le huitième chapitre offre une typologie des différents systèmes d'innovation en fonction des caractéristiques qu'elles présentent aux niveaux du cycle de vie de l'industrie. Par la suite l'attention focalise le rapport entre l'activité innovante des régions et le cycle de vie industrie. Le chapitre conclut en proposant un modèle intégrateur de la coévolution de l'industrie et de ses systèmes d'innovation.

PARTIE I

LES THÉORIES SUR LA COÉVOLUTION DE L'INDUSTRIE ET DES SYSTÈMES D'INNOVATION

Cette partie de la thèse explore la complexité d'un processus de coévolution impliquant les industries et les systèmes d'innovation. Le premier chapitre est un préambule qui présente l'enracinement théorique de cette recherche. La coévolution est mise en relation avec la pensée évolutionniste, l'approche des systèmes complexes adaptatifs et d'autres perspectives théoriques apportant des regards complémentaires. Le deuxième chapitre explore les effets de l'innovation technologique vis-à-vis de la trajectoire qu'emprunte une industrie durant son cycle de vie. Lorsqu'elle émerge, une industrie traverse des années de forte turbulence, caractérisées par un nombre élevé d'entreprises qui intègrent ou quittent le secteur. Pendant les périodes de développement et de maturité, l'industrie se concentre et des entreprises 'leaders' deviennent de plus en plus dominantes. Des études antérieures sur ce sujet s'accordent pour attribuer à l'innovation un rôle essentiel, mais le débat théorique est ouvert quant aux modalités et l'envergure de ce rôle (Jovanovic et MacDonald, 1993; Klepper, 1997; Mazzucato, 2002). Le troisième chapitre considère les implications géographiques du cycle de vie d'une industrie. Comment un système d'innovation régionale se développe et s'adapte-t-il à l'évolution industrielle? Quel est le rôle des institutions dans ce processus. Ensuite nous enchaînons avec l'hypothèse de la firme d'ancrage qui propose une explication des facteurs d'attraction de l'innovation dans une région précise. Le quatrième chapitre est consacré aux choix méthodologiques de cette recherche.

CHAPITRE 1

La coévolution et les théories sur le changement technologique

Le changement technologique est l'ingrédient essentiel pour assurer la croissance économique. Or, ce qui semble si évident maintenant a fait l'objet de nombreux débats théoriques, dont certains réussissent à raviver continuellement les discussions entre les chercheurs. De nos jours, la connaissance du changement technologique, des effets et des facteurs qui le stimulent est beaucoup plus vaste que celle du temps de Schumpeter. Tout de même, plusieurs aspects de ce phénomène complexe semblent encore insaisissables. Souvent, pour contourner cette complexité, les théoriciens optent pour une fragmentation de la problématique de recherche. D'un côté, ceci permet de mieux comprendre des parties spécifiques de la problématique. Mais de l'autre côté, cette vue partielle est une prémisse pour la fleuraison de perceptions souvent lointaines, discordantes ou contradictoires au même phénomène. La coévolution semble être bien positionnée pour déroger à cette difficulté et permettre l'intégration des vues fragmentaires. Adopter cette perspective impliquerait l'étude des interactions produites parmi les composantes du système et des changements qui accompagnent ces interactions. Or, si plusieurs théories adhèrent au principe de la coévolution, il y a beaucoup d'incohérence par rapport aux effets de la coévolution et de ses implications pour le management. Dans ce sens, il est utile de s'attarder sur les caractéristiques de la coévolution et les exigences de la recherche sur celle-ci (Volberda et Lewin, 2003).

1.1 Quelle approche théorique pour la recherche?

Dès le début de ce travail de recherche, nous nous sommes rendus compte de l'absence d'une théorie générale de l'innovation. Par contre, la littérature abonde d'encadrements théoriques conçus en fonction

d'aspects ou de situations spécifiques de l'innovation. Cependant, la prédominance d'une seule perspective mène presque inévitablement vers un cul-de-sac théorique. Pour éviter cette situation pernicieuse, nous avons choisi de bâtir notre raisonnement théorique à partir de l'intégration de perspectives offrant des conceptions complémentaires de l'innovation telles que la théorie évolutionniste, la théorie des systèmes d'innovation, les théories institutionnalistes, la théorie des compétences ou la théorie des systèmes dynamiques. Faire converger les diverses perspectives en fonction d'une problématique de recherche s'est révélé être une tâche ardue, puisque la complémentarité des diverses perspectives n'évite pas l'existence de profonds fossés entre elles (Volberda et Lewin, 2003).

Puisque nous étudions la coévolution de l'industrie et de ses systèmes d'innovation, nous puisons dans les approches théoriques distinctes des explications sur le comportement des divers acteurs qui participent au changement technologique (les organisations, l'industrie, les régions, le gouvernement). De plus, nous nous intéressons aux types d'interaction entre les acteurs ainsi qu'aux mutations subies par chacun d'eux à la suite de l'interaction. La coévolution devient ainsi le corollaire du cadre théorique de cette thèse.

1.2 Qu'est-ce que c'est la coévolution ?

Selon le dictionnaire Merriam-Webster, la coévolution est définie comme *'the evolution involving successive changes in two or more ecologically interdependent species (as of a plant and its pollinators) that affect their interactions'*. Le terme provient des sciences biologiques et désigne un phénomène très répandu tant dans le monde animal que végétal. Or, comme beaucoup d'autres concepts de la biologie darwinienne, celui de la coévolution a été adopté et largement utilisé dans divers domaines des

sciences sociales, dont le management. Il y amène l'idée d'interaction qui entraîne des changements parallèles parmi les parties qui interagissent. La coévolution peut se produire à un niveau micro, méso ou macro-économique. Elle peut être bipartite ou multipartite. L'évolution d'une entreprise s'influence et influence l'évolution de son industrie et/ou de sa région ou pays. L'évolution des industries affecte l'évolution des politiques publiques et vice-versa. Les agents économiques doivent prendre des décisions concernant leur futur dans un contexte d'incertitude et d'opacité informationnelle. Limités par la rationalité imparfaite, les agents sont obligés d'envisager leur futur en interprétant leurs propres expériences du passé, les expériences des autres organisations et en essayant de décoder les signaux de l'environnement dans lequel se produit la sélection. La combinaison de ces informations façonne les comportements futurs de l'agent et amène celui-ci à exercer son influence sur les autres agents qui subissent à leur tour des changements.

La section suivante présente la coévolution en relation avec les diverses perspectives théoriques de l'innovation qui ont fomenté notre perception de la problématique.

1.3 La coévolution dans la recherche sur le changement technologique

Nous revisitons dans cette section les perspectives théoriques principales pour la compréhension et la gestion du changement technologique et analysons la place de la coévolution dans chacune de ces perspectives.

1.3.1 Le paradigme évolutionniste

En 1982, Nelson et Winter ont publié 'An Evolutionary Theory of Economic Change'. Le livre est devenu la pierre angulaire de la théorie

économique évolutionniste. Les modèles proposés par Nelson et Winter fournissent les micro-fondements d'une théorie du changement de la structure industrielle, dans la mesure où ils définissent les règles et les métarègles du comportement et de l'adaptation des firmes dans des environnements changeants caractérisés par le changement technique (Dosi et Malerba, 2003).

Les auteurs offrent une théorie alternative à celle de l'orthodoxie néoclassique, qu'ils considéraient comme très 'mécanique' et incapable d'expliquer le processus et les mécanismes qui génèrent réellement la croissance économique (Nelson, 1995b). Du point de vue évolutionniste, on réfute le retour à l'équilibre comme unique objectif d'un système et on considère le changement comme nécessaire et permanent. Le parcours réalisé par un système (économique ou tout autre) **pour arriver à son état présent**, est considéré seulement comme un cas spécial de son développement. La sélection est le mécanisme qui régit les changements du système et l'héritage lui procure la continuité (Nelson et Winter, 1974; Nelson et Nelson, 2002). Par rapport au long débat sur l'application des lois de la biologie dans les sciences économiques, Nelson et Winter ont tranché en faveur de l'analogie avec la théorie darwinienne (et celle lamarckienne, concernant la transmission des traits acquis). La théorie qu'ils ont proposée est un reflet des efforts qu'ils ont réalisés pour l'adaptation des modèles biologiques aux caractéristiques d'un système économique.

Le changement technologique est placé au cœur de la théorie de Nelson et Winter. Ils partagent la conception schumpetérienne de l'innovation comme moteur de la croissance. Toutefois, ils choisissent une approche différente, plus complexe, et développent un modèle d'évolution des

agents économiques. Nelson et Winter ont proposé une plateforme théorique capable de résoudre une partie du puzzle que Schumpeter n'a pas pu solutionner: d'où émerge la nouveauté ? (Becker et al., 2006) Selon Nelson et Winter la réponse se trouve dans les routines organisationnelles.

En effet, à la base du modèle de Nelson et Winter (1982) se trouvent donc les dotations d'une firme et l'ensemble de ses routines. Celles-ci résument les comportements habituels, qui s'effectuent sans le besoin d'une réflexion explicite. La majorité du temps, ces routines obéissent à des facteurs stochastiques, autrement dit, elles reflètent une dépendance de sentier (*path dependence*) Les routines de recherche et de développement, qui visent à trouver de nouveaux moyens et méthodes pour améliorer la situation courante, représentent le facteur le plus important de la mutation. Les différences entre les firmes en termes de leurs routines de recherche, expliquent l'adaptation (*fitness*) différentielle des firmes de la même espèce et qui partagent le même environnement. Selon Metcalfe (1991, 1998), les firmes qui investissent plus en recherche et en développement, auront une meilleure technologie, ce qui entraînera de meilleures performances en termes de profits et de croissance. Les autres firmes, n'ayant pas obtenu d'aussi bons résultats, essayent de répliquer les routines de la firme performante soit en effectuant elles-mêmes plus de R-D, soit en imitant les innovations mises au point par les autres. Ainsi, le déclenchement d'un processus de sélection amène l'ensemble de l'espèce vers un autre niveau de performance. Les routines les mieux adaptées (les plus profitables), survivent à la sélection et deviennent les routines prédominantes pendant le prochain cycle.

Cette perception évolutionniste de l'économie a surmonté la majorité des dilemmes profonds auxquels faisait face la théorie néoclassique depuis

longtemps. En ciblant comme unité de recherche les firmes et les espèces auxquelles elles correspondent, Nelson et Winter ont transféré l'attention vers l'observation des causes et des mécanismes de changement d'une *population*. Ainsi, ils ont rejeté l'ontologie atomistique néoclassique et l'hypothèse fortement irréaliste qui en découle et qui identifie le comportement d'une société entière à celui d'un individu (Hodgson, 1992). Les évolutionnistes ne passent pas à côté des problématiques complexes et chroniques liées à *l'information*, à *la connaissance* et à *l'apprentissage*. À leur regard, la firme est dotée d'une *rationalité limitée* et ses choix sont loin d'aboutir à des maximisations. Au contraire, la réalité abonde en exemples où 'l'aveuglement' des agents produit des situations de lock-in de systèmes dans des niveaux bien inférieurs de l'optimum (Arthur, 1990). Parmi les autres éléments de la modélisation évolutionniste la *causalité cumulative* et les boucles de rétroaction (positives ou négatives) ainsi que la reconnaissance de la nature souvent irréversible des phénomènes économiques entrent aussi en ligne de compte. La nature, les coûts et les dynamiques de l'apprentissage ainsi que le rôle des facteurs environnementaux, deviennent des variables explicatives des parcours distincts réalisés par les diverses espèces.

1.3.2 La coévolution à l'intérieur du courant évolutionniste

Dans la pensée évolutionniste, le concept de la coévolution trouve son habitat naturel. Or, dépendamment de l'usage qu'on en a fait, cette conception a pris de multiples dimensions. La coévolution a servi notamment comme un pont rapprochant les diverses ramifications du discours évolutionniste. Ainsi, Nelson (1994) et Nelson et Nelson (2002) se servent de la coévolution pour relier les modèles qui étudient l'évolution d'une nouvelle technologie avec les modèles de l'évolution de la structure

industrielle. Leurs démarches incluent également l'intégration d'une troisième série de modèles concernant le développement des institutions à la suite de changements économiques ou de changements de l'environnement (des conditions divers, des incitations ou des pressions exercées sur ces institutions). Empiriquement, la difficulté majeure des recherches empiriques de la coévolution consiste à établir la distinction entre le changement occasionné par des facteurs intrinsèques au phénomène étudié et celui influencé par des facteurs externes. Tout en reconnaissant l'ampleur de cette tâche, Nelson insiste sur le besoin de développer les recherches sur la coévolution (Nelson, 1995a). De plus, il se distancie et se met en garde par rapport aux approches réductionnistes de la coévolution comme une évolution parallèle.

Le concept de coévolution est l'intégrateur de la théorie fondée sur le concept de *paradigme technologique* avec d'autres modèles sur les dynamiques industrielles. Dosi (1993) définit les paradigmes technologiques comme 'un ensemble de solutions à des problèmes technologiques sélectionnés, reposant sur des principes technologiques sélectionnés et des technologies matérielles sélectionnées'. L'approche est basée sur le parcours historique du développement technologique. Ce parcours, Dosi l'interprète comme une substitution continue de paradigmes technologiques. Plusieurs trajectoires technologiques se développent dans le contexte d'un paradigme sélectionné et chacune contribue à élargir les frontières de celui-ci. En même temps, de nouvelles technologies se développent et contribuent à apporter de nouvelles solutions aux problématiques courantes. Un nouveau paradigme s'associe souvent aux concepts de l'innovation radicale et du design dominant. Les nouvelles solutions technologiques apportées seront appréciées de façon différenciée par l'environnement. Cette différenciation est causée par

l'influence que des facteurs structurels et institutionnels, ainsi que d'autres facteurs économiques exercent sur les mécanismes de sélection et de rétention des nouveautés. A un certain point, une parmi les nouveautés scientifiques réalisées, sera distinguée du reste et celles-ci et réussira à s'imposer comme le nouveau paradigme technologique. Des concepts tels que 'le dessin dominant' ou 'l'innovation radicale' s'associent à ce processus (David 1985; Dewar et Dutton, 1986; Damanpour, 1992; Utterback, 1994; Dosi et Nelson, 1994; Nelson et Nelson, 2002).

La coévolution est une composante des modèles de la diffusion de l'innovation technologique qui tente de capter et de mesurer le poids des divers mécanismes de rétention et de transmission du changement technologique et l'impact de celle-ci sur la croissance (Rumelt, 1991; Soete et Turner, 1984; Silverberg et al., 1988).

1.3.3 La coévolution comme un pont entre le courant évolutionniste et d'autres perspectives théoriques

Une autre dimension notoire de la coévolution est son pouvoir de relier des perspectives théoriques appartenant à des horizons différents. Parmi celles-ci notons la théorie des systèmes d'innovation; la théorie des compétences; l'école institutionnaliste; la théorie des systèmes dynamiques complexes.

Vers la fin des années 1980, Freeman (1987) et Lundvall (1992) ont lancé le concept de système national d'innovation. Cette conception vise l'identification et l'explication des éléments constitutifs et des relations qui constituent la base technologique des pays (Nelson, 1996). L'approche

structuraliste de Dahmén, Hirschman ou Perroux, l'approche néo-technologique, la théorie évolutionniste fondée par Nelson et Winter ainsi que le courant institutionnaliste ont été les sources théoriques qui ont inspiré la théorie des systèmes d'innovation. Ces perspectives, accompagnées de l'observation d'un bon nombre de pratiques d'innovation dans divers pays développés, ont conduit les chercheurs vers la conclusion que le changement technologique est déterminé par le système productif et le set institutionnel qui l'entoure et l'encourage. L'analyse de cet ensemble, capable d'appuyer la production, la diffusion et l'utilisation de nouvelles connaissances, constitue l'objet de l'approche systémique de l'innovation.

D'autres perspectives systémiques se sont ajoutées en cours de route. Le système régional de l'innovation est un concept complémentaire à celui du système national de l'innovation, hormis le fait que le premier se centre sur l'analyse au niveau régional (Cooke, 2001b). D'un autre point de vue, selon Malerba (2002), les frontières d'un système d'innovation se définissent sur une base sectorielle. Les systèmes sectoriels se fondent sur le partage d'une base commune de connaissances, de compétences, de structures organisationnelles, d'objectifs, de comportements et d'institutions qui donnent lieu à l'interaction par le biais de coopération et de la concurrence. Les systèmes sectoriels sont perçus comme un ensemble dynamique dont la coévolution des composantes entraîne sa transformation continue. De son côté, Carlsson (1995) introduit la notion du système technologique et, comme c'est le cas de l'approche sectorielle, sa perspective ne se centre pas sur la localisation géographique ou la nationalité des industries ou des entreprises. Le système technologique analyse non pas à un secteur, mais plutôt une technologie (dans le sens d'un domaine de connaissances spécifiques). L'inconvénient majeur de ce

type d'analyse désagrégée est la difficulté de définir les limites du système ainsi que la nature et l'ampleur des effets produits par l'action de ses agents (Carlsson, 1995).

Le modèle darwinien n'est pas l'instrument fondamental de la perspective systémique de l'innovation. Le domaine de recherche de cette dernière n'est pas microéconomique comme celui des modèles évolutionnistes fondés sur l'approche darwinienne. Cependant, la théorie des systèmes d'innovation a de nombreux points en commun avec l'approche évolutionniste. Le rôle central de l'interaction entre les divers participants du changement technologique, la perspective historique utilisée, l'analyse de l'innovation à partir de multiples niveaux, confèrent à l'approche systémique une place de choix dans le raisonnement évolutionniste. Celui-ci y puise de nombreux éléments constitutifs de la modélisation du processus de coévolution entre les organisations et leur environnement.

La théorie évolutionniste et la théorie des compétences sont aussi complémentaires. Cette dernière conçoit la firme comme un ensemble de ressources tangibles et intangibles qui doivent être identifiées, développées, protégées et utilisées pour permettre à la firme de créer son avantage compétitif et d'atteindre des performances supérieures (Penrose, 1958; Pitelis, 1999; Foss et Robertson, 2000; Foss et Klein, 2005). Pour garder son avantage compétitif, la firme doit investir dans la création de ressources inimitables ou mettre en place des barrières pour empêcher d'autres entreprises d'imiter son avantage (Lippman et Rumelt, 1982). Mais trop d'accent sur les ressources et les compétences risque de conduire envers une rigidité organisationnelle selon Leonard-Barton (1992). Ce sont plutôt les aptitudes dynamiques (*dynamic capabilities*) de la firme qui constituent la source de son avantage compétitif. Les

connaissances, codifiées ou tacites, deviennent le cœur des compétences d'une organisation (Kogut et Zander, 1993; Grant, 1996). Puisque les ressources internes ne suffisent pas à la firme, elle doit créer des réseaux externes pour y chercher des connaissances et des compétences complémentaires (Cohen et Levinthal, 1990).

C'est ainsi que les recherches évolutionnistes et celles sur les compétences de la firme partagent la même considération de l'apprentissage comme la caractéristique des firmes gagnante. Les deux perspectives se rejoignent dans l'intérêt apporté aux changements réciproques, produits à la suite de l'interaction (la coévolution) de l'entreprise avec son environnement.

L'objet, les principes et les méthodes des théories institutionnalistes rendent possible leur adéquation avec la coévolution. Comme Hodgson (2000) souligne, l'économie est un système ouvert et évolutif, situé dans un environnement naturel, affecté par le changement technologique et encadré dans un ensemble d'institutions sociales, culturelles et politiques (Hodgson, 1992, 2000). Les institutionnalistes rejettent avec autant de véhémence que les évolutionnistes l'axiome des agents économiques homogènes, dotés de rationalité parfaite et en quête de l'utilité maximale. Ils refusent de bâtir leur perception de la réalité sur l'axiome néoclassique d'un comportement humain préétabli, donc prévisible. Selon eux, l'action des individus est affectée par les institutions et la situation culturelle. À travers des 'causalités de reconstitution descendantes' (*reconstitutive downward causation*), les institutions affectent les individus de façon fondamentale (Hodgson et Knudsen, 2004).

Depuis les années 1990, un autre pôle de recherche proéminent s'est constitué autour des principes de la rétroaction positive et des structures

émergentes. Brian Arthur (1999), David Lane (2000), John Sterman (2000), Peter Allen (1997) comptent parmi les fondateurs de cette approche. Le cadre référentiel de ces études s'inspire du domaine de la thermodynamique où Ilya Prigogine a ouvert la voie de la modélisation des structures dissipatives et de l'auto-organisation des systèmes hors équilibre (Nicolis et Prigogine, 1977, 1989; Kondepudi et Prigogine, 1998). Nous empruntons à John Foster la définition des systèmes complexes :

- «• It is a dissipative structure that transforms energy into work and converts information into knowledge for the purpose of creating, maintaining and expanding the organised complexity of the system.
- Such a system is a whole in itself, as well as being a component part of some systems and oppositional to others—it is the connections that are forged between systems that permit the emergence of organised complexity at higher levels of aggregation.
- Such a system must exhibit some degree of structural irreversibility owing to the inherent hierarchical and 'bonding' nature of the connections between components that are formed as structural development proceeds. It is this that results in the inflexibility and maladaptiveness that precipitates a structural discontinuity of some kind.
- The evolutionary process that such a system experiences can only be understood in an explicit historical time dimension—phases of emergence, growth, stationarity and structural transition can be identified in the historical time domain, leading to theoretical questions concerning the factors that result in the generation of variety, innovation diffusion, selection and system maintenance.»
(Foster, 2005, p. 875)

La dynamique des systèmes complexes ne pourra aucunement s'accorder avec les modèles d'optimisation néoclassiques qui, par définition, sont construits sur la base de structures fixes et bien connues. Par contre, la complexité a fait partie du discours de penseurs très influents de leur époque, comme Herbert Simon (1962), Friedrich von Hayek (1953), Gunnar Myrdal (1963) ou Nicholas Georgescu-Roegen (1971). Ce sont les économistes évolutionnistes qui ont introduit la complexité dans leurs modélisations des dynamiques de la sélection et de rétention des nouveautés. Selon Foster (2005), les systèmes adaptatifs comprennent les liens et les correspondances entre des éléments du système. L'économie néoclassique émet des présupposés sur ces liaisons et correspondances et s'intéresse uniquement à certains des éléments du système (Nelson et Winter, 1974; Nelson, 1995a). Dès lors, une réflexion s'est mise en marche quant à l'intérêt de développer des recherches réconciliant la complexité et l'évolutionnisme (Leydesdorff et al., 1994; Niosi, 2003b).

Ce type de recherches bifurque dans les directions suivantes : d'une part, des chercheurs s'appliquent à cerner la complexité via l'informatisation des modèles d'évolution ou de simulation artificielle (Brenner, 1998; Brenner, 2001a; Markose, 2005). De l'autre, les chercheurs de l'Institut de Santa Fe ont pris le leadership du courant prédisposé à formuler un cadre conceptuel ouvert et multidisciplinaire. Un des objectifs serait de rapprocher la complexité avec d'autres plateformes théoriques influentes, telles que l'évolutionnisme et l'institutionnalisme. L'avancement de cette démarche est laborieux (Allen, 1997, Foster, 2005). Les champs développés à partir d'une approche qui rejoigne les deux perspectives sont encore limités. Ils se concentrent principalement dans l'analyse des rendements croissants et de l'auto-organisation (Arthur, 1994; Foster et Metcalfe, 2001).

Les deux perspectives partagent des concepts fondamentaux de leurs modèles comme la dépendance de sentier, la non-linéarité, la rétroaction positive ou l'irréversibilité des processus, mais d'autres conceptions les divisent. Selon Peter Allen (1997), si on préconise que la structure de base du système est donnée, cela permet de construire des modèles non-linéaires et de simuler ses dynamiques. Or, si on considère que la structure de base est changeante, les résultats de la modélisation deviennent douteux. Ainsi, la préférence des évolutionnistes pour des modèles réfléchissant la réalité les éloigne de ceux néoclassiques conçus pour des secteurs homogènes et dotés de comportements déterministes. De son côté, McKelvey (1999) considère que même si les sciences organisationnelles traînent par rapport à l'adoption des principes et de la méthode des systèmes complexes, il y a toutefois une tendance claire qu'elles font des pas dans cette direction.

En effet, pour plusieurs, la coévolution serait le pont de convergence entre les diverses perspectives (Van den Bosch et al., 1999; Volberda et Lewin, 2003; Baskaran, 2004). Celle-ci serait capable de joindre les théories appartenant à des domaines divers (économique, social, institutionnel) ou à des niveaux d'analyse différents (firme, industrie, région ou nation) (Volberda et Lewin, 2003).

Lewin et Volberda (1999) remarquent la pratique courante d'adoption dans les recherches de perspectives théoriques unidimensionnelles. Selon les auteurs, ceci serait à l'origine d'une scission entre une forme de discours qui considère le changement organisationnel comme le produit d'un processus *d'adaptation intentionnelle* et d'une autre forme qui considère celui-ci comme produit de la sélection *exercée par l'environnement*. Lewin et Volberda considèrent que les théories sur les

stratégies managériales se centrent sur l'adaptation de la firme qui est considérée comme une de ses principales fonctionnalités. De leur côté, les théories sur l'écologie organisationnelle se concentrent sur l'explication de l'évolution des populations des firmes par le biais des processus de sélection, de variation et de rétention des nouveautés. Les auteurs considèrent la coévolution comme perspective apte à dépasser les enclaves théoriques diverses et incorporer celles-ci dans une perspective capable de mieux rendre compte de la complexité de la réalité organisationnelle. La section suivante met en évidence les caractéristiques de la recherche basée sur les principes de la coévolution.

1.4 Les caractéristiques de la recherche basée sur la coévolution et ses défis

La démarcation entre les divers courants théoriques pourra se traduire dans une sémantique d'interdisciplinarité, de capacité à modéliser, de degré de réalité ou de dynamique. La théorie économique néoclassique sacrifie la réalité à la modélisation mathématique alors que c'est le contraire dans le cas des théories institutionnalistes. L'approche évolutionniste et celle des systèmes complexes sont plus équilibrées. Comment la coévolution intervient-elle par rapport à ces dimensions de la recherche ?

La coévolution possède les caractéristiques suivantes (Van den Bosch et al., 1999; Lewin et Volberda, 1999; McKelvey, 1999; Flier et al., 2003):

- Elle incorpore de multiples niveaux. Elle inclut les niveaux micro ou macro; les interactions intra ou inter organisationnelles; les

changements produits aux niveaux de l'organisation; de la communauté, de la population.

- Elle implique des causalités multidirectionnelles. Les changements concernent les organisations (une organisation évolue à la suite de l'évolution d'autres organisations). Mais les changements dans l'organisation s'influencent aussi de l'évolution de son environnement. La coévolution peut être directe (entre deux populations) ou diffusée (des populations évoluent en conséquence de l'évolution d'autres populations) (Baum et Singh, 1994).
- Elle est non-linéaire. Des changements d'une variable peuvent occasionner des changements inattendus d'une autre variable.
- Elle s'accompagne d'effets de rétroactions positives. L'interdépendance des organisations et de leur environnement crée des relations circulaires que l'analyse cause-à-effet unidirectionnelle n'est pas en mesure de comprendre.
- Elle prend en compte les dépendances de sentier et l'histoire du phénomène qui résident à la base de l'hétérogénéité de la population des organisations.

Ces caractéristiques déterminent aussi les exigences auxquelles doit satisfaire une approche en terme de coévolution (Lewin et Volberda, 1999; Sotarauta et Srinivas, 2005) :

- Construire des séries longitudinales des événements qui rapportent des changements liés à la coévolution ;
- Etudier le phénomène dans son contexte historique;

- Modéliser des causalités multidirectionnelles ;
- Identifier la simultanéité ou la rétroactivité des réactions engendrées par l'interaction ainsi que les facteurs qui occasionnent du retard ou qui annulent les réactions escomptés ;
- Combiner les variables macro de nature économiques, sociales et politiques avec des données micro et étudier les influences réciproques.

Le nombre croissant d'études théoriques portant sur la coévolution témoigne du fait que l'élaboration d'une plateforme réunificatrice de divers courants influents sous l'optique de la coévolution va bon train. Par contre, les recherches empiriques faites sur cette base en sont à leurs débuts (Flier et al., 2003). Cela est en grande partie dû aux exigences nécessitées pour ce type d'analyse. Souvent, les chercheurs n'ont pas accès aux données ou le travail demandé pour les cueillir et les élaborer est énorme. Dans le cadre de notre recherche, nous tenons compte de ces exigences et avons fourni beaucoup d'efforts à ce qu'elles soient, en grande partie, satisfaites.

Les chapitres suivants vont cantonner le champ de notre recherche et déterminer ses principales dimensions qui sont, d'une part, l'étude de la coévolution des systèmes d'innovation, des industries et des politiques publiques et, de l'autre, le rôle du changement technologique dans ce processus de coévolution.

CHAPITRE 2

LES THEORIES DU CYCLE DE VIE DES PRODUITS ET DES INDUSTRIES

Les industries et les technologies fondées sur la science sont le moteur du développement économique des pays avancés. Dans un premier temps, l'axe principal des recherches les concernant a été centré vers l'appréhension et la mesure de la contribution de ces technologies par rapport à la productivité d'un pays. Plus récemment, l'attention s'est tournée vers l'étude des dynamiques de leur développement et des facteurs déterminants de celles-ci. Dans ce contexte, l'analyse en termes de cycle de vie a été un des outils théoriques les plus utilisés. Or, actuellement, les chercheurs se questionnent, si l'émergence et le développement des nouvelles technologies sont un phénomène atypique qui remet en cause la validité du savoir actuel sur les dynamiques industrielles ou s'ils ne représentent que le début de nouveaux cycles de vie industriels (Mazzucato, 2002). Ainsi, nous avons jugé nécessaire de revoir les théories du cycle de vie des produits et des industries afin d'évaluer leur adéquation par rapport à l'explication de l'évolution des industries de la haute technologie.

La théorie du cycle de vie est une analogie avec la nature cyclique du développement des organismes biologiques. Selon sa définition stricte, le cycle de vie représente les processus d'émergence, de croissance et de maturation générationnelle véhiculés par les mécanismes de reproduction de la population vivante (O'Rand et Krecker, 1990). Il s'agit donc d'une

plateforme d'analyse fondée sur trois composantes essentielles : 1) le phénomène traverse des phases successives et distinctes de développement ; 2) le passage d'une phase à l'autre s'accompagne de développements irréversibles (la maturation) ; 3) le processus conditionne la reproduction du phénomène. L'adoption de cette perspective cyclique aux processus de développement des produits et des industries a permis la compréhension de certaines régularités des dynamiques industrielles (Klepper, 1997).

Dépendamment du niveau de l'analyse, deux types de discours liés à la théorie du cycle de vie se sont profilés. D'un point de vue microéconomique, la théorie du cycle de vie du produit se concentre sur les implications du changement de la nature de l'innovation. Lorsque le produit traverse les phases successives de son cycle de vie, l'innovation de produit laisse la place à l'innovation de processus. Les implications managériales sont nombreuses et concernent la réorientation des priorités organisationnelles de la recherche et du développement vers la productivité et la compétitivité-prix du produit.

D'un point de vue macroéconomique, le discours sur le cycle de vie de l'industrie tente de cerner des régularités dans l'évolution de la structure industrielle et met en évidence le rôle différent des entreprises qui composent sa population. Tout comme dans le contexte de la théorie du cycle de vie du produit, le changement technologique est central lors du passage de l'industrie de la phase de l'émergence vers celles de la croissance et de la maturité. Or, les perspectives théoriques offertes divergent quant aux types de processus déclenchés et aux mécanismes activés. Certains auteurs expliquent les régularités de changement de l'industrie par des processus endogènes à celle-ci, tels que l'émergence

d'un dessin dominant (*dominant design*) (Abernathy et Utterback, 1978). Alors que pour d'autres le changement se produit par des facteurs exogènes à l'industrie (Phillips, 1971, Jovanovic et MacDonald, 1993). Plus récemment, aux recherches empiriques abondantes sur les industries qui subissent *le shakeout* comme le prédit la théorie du cycle de vie, s'ajoutent d'autres recherches qui présentent le cas d'industries n'obéissant pas à ce modèle de changement (Bonaccorsi et Giuri, 2000; Niosi, 2000). Dans ce contexte, les relations entre le cycle de vie du produit, le cycle de vie de l'industrie et le changement technologique méritent d'être explorés en profondeur, tant théoriquement qu'empiriquement.

Le présent chapitre sert ce but. Il s'articule en deux sections. La première, rappelle les débats actuels sur le cycle de vie du produit et la deuxième les analyses sur l'industrie. Les chercheurs s'entendent pour considérer le changement technologique comme un facteur décisif des dynamiques industrielles (Dosi, 1984). Cependant, les modalités, l'envergure et la temporalité de l'influence de ce facteur font l'objet de discordes (Klepper, 1997). Par la suite, nous examinons l'ensemble de ces problématiques.

2.1 Le cycle de vie du produit

La première section s'attarde d'abord sur les fondements du cycle de vie du produit, puis sur ses principales implications managériales de cette perspective théorique.

2.1.1 Les fondements de cette conception

Revenue en force¹, dans les années 1960, notamment par les travaux de Raymond Vernon (1966), l'analyse du produit en termes de cycle de vie est

¹ La courbe en S qui décrit les diverses phases du cycle de vie du produit a été proposée depuis les années 1920. Ainsi, Gardner (1987) fait référence à des études l'ayant utilisée entre autre pour analyser l'industrie automobile du début du siècle dernier.

une des pierres angulaires de la gestion organisationnelle. Elle est fondée sur l'adaptation de la métaphore de la croissance organique au développement des nouveaux produits lesquels traverseraient aussi les phases successives de naissance (d'invention), de croissance et de vieillissement. Ce passage suit une séquence unique qui est cumulative (les caractéristiques acquises dans les étapes précédentes seront retenues par la suite) et conjonctive (toutes les phases sont subordonnées au même processus) (van de Ven et Poole, 1995). La simplicité avec laquelle cette théorie explique les changements a capté l'intérêt des chercheurs et le cycle de vie du produit est devenu une variable déterminante dans la formulation des stratégies organisationnelles (Hofer, 1975).

Une courbe en S présente les relations entre les parts de marché et les différentes phases de vie d'un produit, de sa conception jusqu'à son retrait définitif de la production. Le cycle de vie commence avec la phase de développement du nouveau produit. Les entreprises innovantes, motivées par une stratégie de différenciation, cherchent de nouvelles idées, sélectionnent et développent des concepts, analysent leur efficacité et leur efficience, développent des prototypes et réalisent des tests de marché. Le trait marquant de cette phase est la tendance d'investissements massifs dans la recherche et le développement du nouveau produit. Par conséquent, les coûts et les risques inhérents de cette phase sont très élevés. Au bout de ce stade, le produit est prêt pour le lancement commercial.

Lors de la phase de l'introduction dans le marché, les barrières à l'adoption du nouveau produit sont considérables puisque la diffusion des informations vers le consommateur est lente. La réticence (voir la résistance) des consommateurs est renforcée par le prix élevé du nouveau

produit. Ces facteurs restreignent la distribution du nouveau produit à des petits segments du marché local (Day, 1981). Dans ce contexte, les efforts de l'entreprise se concentrent sur l'augmentation du taux de diffusion (d'acceptation) de la nouveauté (Day, 1981). Entre temps, l'innovation radicale de la période du développement du produit, laisse la place à des innovations incrémentales, l'entreprise visant à rapprocher le plus possible son produit des exigences des consommateurs. Parmi plusieurs versions du produit offertes par des firmes concurrentes, le marché n'en sélectionnera qu'un petit nombre qui poursuivra vers les phases successives du cycle de vie.

Les entreprises, qui sortent gagnantes lors de la première confrontation avec le marché, continueront à apporter des améliorations à leurs produits en vue d'augmenter l'efficacité de ceux-ci. Cependant, durant la phase de la croissance, les variables liées à la performance du produit perdent progressivement leur importance dans l'explication de la croissance des parts du marché. L'entreprise se concentre sur l'efficience, la productivité, les économies d'échelle et elle se centre notamment sur ses stratégies de marketing (Hofer, 1975; Lippman et Rumelt, 1982; Anderson et Zeithaml, 1984). Cette quête d'économies oblige l'entreprise à esquiver les innovations ultérieures du produit et à procéder principalement à des innovations de processus, qui rendraient possible des gains de productivité et la réduction des coûts de production.

La phase de la maturité du produit est marquée par la standardisation de celui-ci et le passage vers sa production de masse. Stratégiquement, l'entreprise se concentre sur la compétitivité-prix basée sur une combinaison acceptable de la qualité et du prix du produit, qui lui assure des parts supplémentaires de marché et une profitabilité supérieure par rapport à ses concurrents (Hall, 1980). L'innovation des procédés de la

production se poursuit systématiquement, motivée par le besoin d'augmenter l'efficacité via la réduction des coûts unitaires du produit, la hausse de la productivité des employés, la capacité d'utilisation des installations ou l'amélioration du système de distribution (MacMillan et al., 1982).

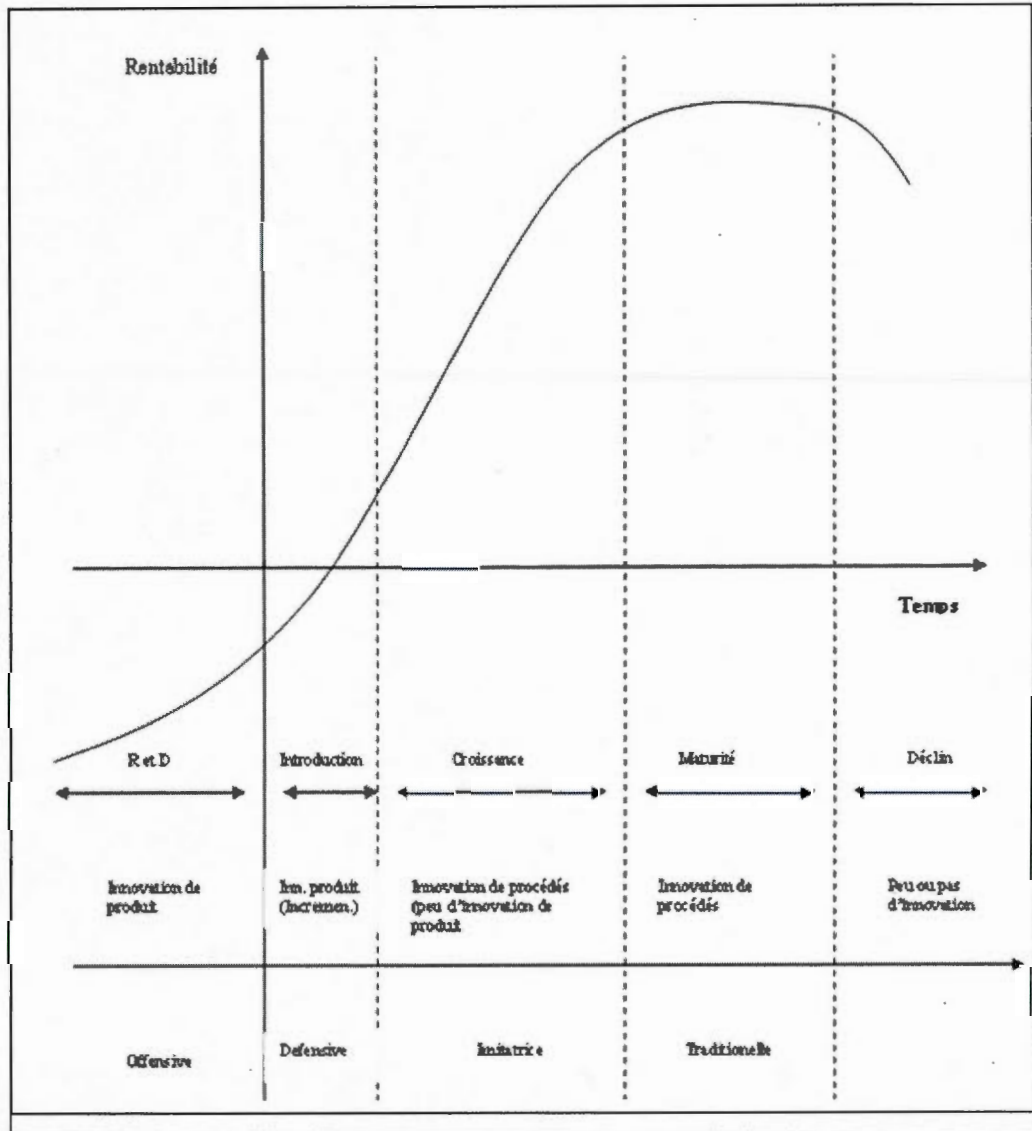
La dernière phase du cycle de vie du produit est marquée par une stratégie de maîtrise des coûts (Hall et Mairesse, 2006). Les parts du marché décroissent substantiellement, et l'entreprise commence à se retrancher dans des segments spécialisés. Les prix et les marges de profits baissent et dans un souci de rationalisation l'entreprise innovante réduit la production et les autres dépenses (marketing, distribution) ou éventuellement, se retire définitivement de ce marché (Hofer, 1975). La production migre vers des pays moins avancés où les coûts sont plus bas.

2.1.2 L'innovation du produit diminue-t-elle durant les phases avancées du cycle de vie ?

Sans s'attarder sur les vastes applications de l'analyse du cycle de vie dans le domaine de la gestion², nous focalisons l'attention sur une partie de ses implications qui concernent spécifiquement l'activité innovante de l'entreprise et de l'industrie. La figure 1 représente l'influence du cycle de vie du produit sur le type d'innovation et les stratégies technologiques de l'entreprise. Selon l'analyse du cycle de vie du produit, le passage de celui-ci vers les phases de la croissance et de la maturité entraîne la réorientation de l'activité innovante de l'entreprise de l'innovation du

² De nombreux auteurs ont étudié l'utilisation de l'analyse du cycle de vie du produit en tant qu'outil indispensable dans le processus décisionnel de l'organisation, que ce soit dans le domaine de la stratégie, du marketing, de la gestion de la technologie et autres (Rink et Swan, 1979; Hofer, 1975; Anderson et Zeithaml, 1984; Agarwal, 1996; Kim, 2003).

Figure 1 : Le cycle de vie des produits, les types d'innovation et les stratégies technologiques



produit vers l'innovation des procédés (Abernathy et Utterback, 1978). Dans un tel contexte, au fur et à mesure que le produit vieillit, il faut s'attendre à une réduction progressive du nombre des innovations le concernant. Les études d'Abernathy et Utterback (1978), MacMillan et al., (1982), d'Anderson et Zeithaml (1984), Utterback et Suarez (1990) et Utterback (1994) apportent l'exemple de cas qui affirment les tendances de changement du type et de l'intensité de l'innovation lorsque le produit franchit les phases plus avancées de son cycle de vie. Cependant, d'autres études se montrent plus réticentes quant à la généralisation de cet outil d'analyse (Dhalla et Yuspeh, 1976; Sheth et Sisodia, 1999). Ainsi, Rink et Swan (1979) constatent que dépendamment des caractéristiques du produit, de l'entreprise, de l'industrie et du macro-environnement dans lesquels le produit évolue, son cycle de vie peut suivre des patterns très différents. Cela rend le concept de cycle de vie volatile (Dhalla et Yuspeh, 1976) et compromet son utilisation pour l'anticipation des changements (Day, 1981). Donc, malgré la validité de ce type d'analyse (ses résultats sont souvent compatibles avec les données historiques de plusieurs industries), son pouvoir explicatif général est remis en question.

Un autre aspect problématique de l'analyse du cycle de vie du produit est lié à la variabilité des unités de recherche utilisées dans des contextes différents. Une multitude de niveaux d'agrégation caractérisent la structure hiérarchique d'un produit (Day, 1981). Les conclusions des recherches varient de façon substantielle, dépendamment du fait qu'elles traitent du cycle de vie d'un produit, d'une marque, d'une classe de produit, d'une organisation ou d'une industrie. Dans ce contexte, selon Dhalla et Yuspeh (1976), la seule alternative qui s'offre aux chercheurs est celle de développer une analyse inclusive des cycle de vie de tout les niveaux d'agrégation du produit concerné ou sinon, d'abandonner ce type

d'analyse. D'autres auteurs prennent une position plus modérée et relativisent ces propos en démontrant que dans certains contextes, un certain niveau d'agrégation serait plus approprié qu'un autre. Cependant, il n'existe aucun consensus sur le niveau d'agrégation susceptible de capter les tendances les plus significatives du cycle de vie d'un produit (Day, 1981).

Selon Murmann et Frenken (2006), la confusion entre les niveaux d'analyse a donné lieu à de nombreux cas où les auteurs identifient le cycle de vie du système avec celui de son (ou de ses) sous-système(s). Parmi ces cas, les auteurs mentionnent l'argumentation de Utterback et Suarez sur l'émergence d'un dessin dominant dans une classe de produit (par exemple la voiture, l'appareil de téléviseur, etc.), mais qui en effet est basée sur l'émergence du dessin dominant dans les sous-classes respectives de ses produits (la structure en acier des voitures ; l'écran de 21 pouces des appareils de téléviseur). Ainsi, d'un côté, il n'y a pas de doute que les niveaux hiérarchiques différents d'un produit affichent des cycles de vie avec des caractéristiques spécifiques. De l'autre côté existe le risque d'identifier les caractéristiques du cycle de vie d'un niveau avec celles d'un autre niveau et d'avoir ainsi des résultats biaisés. Le problème de la définition de l'unité de l'analyse est donc fondamental chaque fois qu'on s'apprête à utiliser le concept du cycle de vie du produit.

Pour les fins de cette recherche, nous adoptons de Murman et Frenken (2006) la conception du produit comme un artefact complexe dont l'évolution consiste dans l'imbrication de plusieurs cycles de vie technologiques. Dans le cas d'un avion (un produit-système), cette imbrication réunit l'évolution des cycles de vie de ces sous-systèmes tels que la structure, l'avionique ou la propulsion. Nous choisissons cette définition puisqu'elle permet de remplacer la conception traditionnelle d'un produit³ avec la conception moderne de celui-ci. Selon cette dernière conception, le produit est doté d'une architecture complexe ou modulaire (Simon, 1962; Ulrich, 1995; Baldwin et Clark, 2000). La question est de savoir si lors de leur cycle de vie les produits complexes se comportent différemment des produits simples ou non-modulaires. Doit-on s'attendre dans les deux cas à une réduction progressive de l'innovation du produit au fur et à mesure que celui-ci devient mature? Ceci devrait être le cas selon ce qui laisse présager la théorie du cycle de vie. Pourtant, ce n'est pas ce qui ressort de l'observation de diverses industries. Par exemple, dans le secteur aérospatial, le rythme de l'innovation ne semble pas s'apaiser. Tout au contraire, le lancement de nouveaux projets d'avions coûte de plus en plus cher et devient de plus en plus impossible, même pour les plus grands avionneurs du monde. Le lancement manqué du A-380 d'Airbus et de la Serie C de Bombardier, en sont des exemples. La compétition incite les constructeurs à produire des avions plus fiables, plus économiques, plus rapides, moins polluants. Dans de telles conditions, l'innovation reste le mot d'ordre, indispensable pour la réussite. Remarquons, toutefois, que tous les modules (les sous-systèmes) qui composent l'avion ne se caractérisent pas d'un taux d'innovation temporellement constant. Ainsi, il y a eu des périodes pendant lesquelles

³Selon la conception traditionnelle, un produit est considéré être l'application d'une technologie distincte, qui réalise une fonction précise pour une clientèle spécifique (une définition de Abell Derek cité dans (Day, 1981).

la recherche concernant la partie (le sous-système) de la structure de l'avion semble avoir dominée. Cependant, durant la période de maturité, c'est dans le domaine d'avionique que semblent s'investir les efforts d'innovation des avionneurs, ce domaine de recherche étant totalement absent au début de l'industrie. Y a-t-il un lien entre ces changements et le cycle de vie industriel ?

Existe-t-il une antinomie entre la théorie qui prédit la réduction progressive de l'innovation du produit en fonction de son cycle de vie et ce qui se passe réellement dans le cas des produits complexes? Notre recherche va tester cela dans le cas de l'industrie aérospatiale.

2.1.3 Le cycle de vie et la diffusion géographique du produit et des connaissances

Par ailleurs, la théorie du cycle de vie du produit implique une certaine séquence quant à la diffusion géographique du produit, sa production et l'ensemble des connaissances qui le concernent. Selon la séquence typique, les nouveaux produits seront lancés dans les pays développés (Vernon, 1966). Tel que mentionné plus haut, au début du cycle de vie, les coûts de recherche et de développement sont très élevés et donc inabordables pour les pays en développement. Or, avec l'émergence d'un dessin dominant, les technologies utilisées se regroupent autour d'une plateforme (ou paradigme) technologique et deviennent progressivement standardisées. Lors de la phase de la maturité, quand la productivité et la maîtrise des coûts deviennent les préoccupations principales du producteur, celui-ci se lance à la recherche de facteurs de production et notamment, d'une main-d'œuvre moins dispendieuse. Ce processus s'accompagne de la diffusion

de l'activité de production vers les pays moins développés (Grossman et Helpman, 1991).

Selon la théorie du cycle de vie, cette diffusion entraîne un processus d'apprentissage de la part des pays en développement. Graduellement, quelques uns parmi eux (les pays dotés d'une capacité d'absorption plus importante que les autres) deviendront les principaux producteurs dudit produit et s'occuperont des améliorations ou adaptations ultérieures de celui-ci. Parallèlement à cela, les pays industrialisés se transforment de principaux exportateurs en principaux importateurs de ce produit.

Or, dans le cas de l'industrie aérospatiale, bien qu'il s'agisse d'une industrie mature, la production semble être restée localisée dans de quelques pays développés. Quelles sont les causes de cette contradiction entre la réalité dans ce secteur et ce que laisse présager la théorie du cycle de vie du produit ? Est-ce que la production et l'activité innovante de l'industrie se diffusent et quels sont les acteurs (les pays développés ou ceux en développement) qui participent et qui bénéficient de cette diffusion lors des diverses phases du cycle de vie ? Notre recherche vise à répondre à ces questions.

2.2 Le cycle de vie de l'industrie

À leurs débuts, les recherches sur le cycle de vie du produit exploraient essentiellement comment les entreprises pouvaient tirer avantage des régularités notées dans les dynamiques industrielles (Klepper, 1997). En conséquence, l'analyse de l'évolution des industries était confinée à l'analyse de l'évolution des marchés des nouveaux produits. Or, à partir des années 1990, les objectifs de la théorie du cycle de vie sont plus larges

(basés sur une analyse multi-niveaux) et multidisciplinaires. Les recherches ont décelé des régularités dans le cycle de vie de l'industrie, notamment liées à sa période de maturité, qui échappaient à l'analyse du cycle de vie du produit. Depuis, les deux types d'analyses ont entamé une évolution quasi-parallèle. Ainsi, l'argumentation développée dans le cadre de la théorie du cycle de vie du produit vise l'entreprise et implique notamment des stratégies de gestion adaptées au niveau microéconomique. De leur côté, les implications de la théorie du cycle de vie de l'industrie dépassent le périmètre des organisations individuelles et portent sur le niveau méso et macroéconomique. Les déductions de cette théorie ont des conséquences directes sur le processus décisionnel des pouvoirs publics.

Selon la théorie du cycle de vie de l'industrie, il est possible de retracer des régularités dans le comportement d'une industrie lorsqu'elle franchit les phases successives de son cycle de vie. Selon cet argument, il serait possible de formuler des interventions ciblées dans le but de soutenir une industrie en fonction des exigences spécifiques que lui impose la phase du cycle de vie qu'elle est en train de traverser.

De plus, la thèse présageant que le cycle de vie des industries se caractérise par un certain nombre de régularités, peut fournir un cadre théorique capable de retracer et d'expliquer l'évolution des nouvelles industries et technologies (Williamson, 1999). Bon nombre de recherches concernant ces dernières mettent implicitement l'accent sur la rupture entre les modes de développement des entreprises de la haute technologie et celles appartenant à des industries traditionnelles. Or, peu d'arguments théoriques ont été explorés et peu de recherches empiriques ont été faites afin de répondre à la question si dans le cas des secteurs basés sur les

nouvelles technologies il s'agirait d'une nouvelle économie, obéissant à de nouveaux modes et règles de gestion ou s'il s'agirait plutôt de comportements industriels correspondant au début de leurs cycles de vie (Mazzucato, 2002). En étudiant l'évolution d'une industrie à la fois mature et de haute technologie, cette recherche fournira une base pour effectuer dans le futur des comparaisons de celle-ci avec l'évolution d'industries et de technologies mises au point plus récemment.

2.2.1 Qu'est-ce que c'est le cycle de vie d'une industrie ?

Selon la théorie du cycle de vie de l'industrie, le parcours de celle-ci est composé de phases subséquentes qui passent de l'émergence (ou de la période de la formation) vers la croissance, la maturité et le déclin. De façon plus détaillée, selon Williamson (1975, p. 215-216)⁴, 'le cycle de vie d'une industrie décrit son passage de l'étape de l'exploration, vers celles du développement intermédiaire et de la maturité. L'étape exploratoire correspond à des années de formation de la nouvelle industrie. Le produit est relativement primitif, les méthodes de production et les équipements ne sont pas spécialisés et les techniques de commercialisation sont exploratoires. Une instabilité importante marque cette étape qui est accompagnée d'un niveau très élevé d'incertitude. Subséquemment, lors de la période du développement intermédiaire, le marché est plus ou moins défini, les méthodes de productions sont désormais établies et la production augmente rapidement en réponse aux trouvailles de nouvelles applications du produit et à l'ouverture de nouveaux marchés. Le niveau d'incertitude, moindre que celui de la première étape, reste tout de même élevé. Lors de l'étape de la maturité, l'industrie connaît plus de stabilité. Les méthodes de gestion, de production et de commercialisation se sont

⁴ Il s'agit d'une traduction libre de la part de l'auteure de cette thèse.

perfectionnées. Le rythme de l'innovation ralentit et les nouveautés sont plutôt de nature incrémentale.' D'autres auteurs partagent ces délimitations générales (Klepper, 1996; Geroski et Mazzucato, 2001).

2.2.2 *Le cycle de vie, les turbulences et la concentration industrielle*

L'évolution de la structure de l'industrie est une autre régularité découlant de la théorie de son cycle de vie. Les auteurs ont tendance à relier la période de l'émergence avec de fortes turbulences. En effet, pendant ce temps, l'industrie fait ses premiers pas et le plus souvent, le marché ne reconnaît ni l'utilité, ni la valeur des nouveaux produits. Tout de même, de nombreux entrepreneurs songent aux opportunités futures et réalisent des investissements risqués. Les barrières à l'entrée sont minimales et toutes autres formes de résistance (par exemple des règlements, des formes de protection des nouveautés) à ces firmes *de novo* sont quasi-inexistantes. Plusieurs entrepreneurs tentent donc leur chance. Le nombre élevé d'entrées est basé sur une logique de *'trial and error'* : un nombre important d'entreprises qui intègrent l'industrie, s'accompagne d'un nombre important d'entre-elles qui le quittent (Geroski, 1995).

Vers la fin de cette période le nombre d'entreprises subit une forte contraction (*shakeout*) (Klepper et Simons, 2005). Ceci est considéré comme le signe avant-coureur du passage vers la phase de la croissance. Entre temps, le profil des leaders technologiques de l'industrie s'est déjà créé. Les conditions d'entrée et de sortie des firmes se modifient graduellement. La différenciation des taux de profit et la multiplication des barrières à l'entrée procurent un avantage décisif en faveur des firmes préexistantes et au détriment des firmes récemment entrées. Selon Klepper et Simons (2005), on assiste à la mise en place d'une dominance conférée aux firmes gagnantes par leur *'droit d'aînesse'*. D'autres estiment que la

différenciation des gagnants lors du passage dans les phases avancées du cycle de vie de l'industrie est due au '*first mover advantage*' (l'avantage des pionniers) (Robinson et Fornell, 1985; Cusumano et al., 1992) ou à l'activation d'un mécanisme de '*success breeds success*' (le succès génère le succès) (Phillips, 1971; Flaig et Stadler, 1994). Ces types d'avantages considèrent l'importance de l'ordre d'entrée des entreprises et favorisent les premiers arrivants du secteur, en présageant qu'ils ont plus de chances de s'imposer comme des leaders technologiques de leur industrie et de survivre plus longtemps (Agarwal et Bayus, 2004). Or, il n'y a pas juste des avantages d'être les premiers (Lieberman et Montgomery, 1987). Les désavantages sont liés au risque des changements rapides de la technologie ou des besoins des consommateurs, à celui de l'existence de '*free riders*' (des imitateurs qui bénéficient des efforts de recherche des innovateurs) et au risque encouru par les entreprises pionnières d'entrer dans une inertie qui, tôt ou tard, les laisserait derrière les autres. Remarquons que la majorité des études ayant analysé ces problématiques se sont concentrées principalement à expliquer la formation des leaders technologiques durant les premières phases du cycle de vie de l'industrie. C'est pourquoi, nous avons estimé souhaitable l'analyse des liens entre l'ordre d'entrée et la persistance du leadership technologique durant l'ensemble du cycle de vie de l'industrie.

La concentration qui accompagne le passage de l'industrie de la phase d'émergence vers celle de la croissance et de la maturité a été illustrée empiriquement par des études de plusieurs industries. Klepper et Simons (1997) et Klepper (1997) rapportent qu'en 1920, des milliers de firmes sont entrées dans la nouvelle industrie d'automobile américaine. De nos jours, il reste seulement trois grands constructeurs d'automobiles natifs de ce pays. Le même phénomène s'est avéré dans l'industrie des pneus

d'automobiles dont le nombre de producteurs a atteint deux cent soixante-quatorze en 1922 et s'est réduit à seulement quatre grandes entreprises de nos jours. La production de la pénicilline ou des appareils de télévisions s'est également concentrée dans les mains d'un petit nombre d'entreprises (Klepper et Simons, 2005). Selon Mazzucato (2002), 286 firmes ont partagé le marché du hardware pendant les quinze premières années de vie de l'industrie. Tandis que, en 2000, cinq leaders occupent 50 % du marché. Ainsi, Compaq disposait 13 % du marché, Dell 12 %, IBM 8 %, Hewlett-Packard 7.3 % et Fujitsu-Siemens 5.1 %. De leur côté, Demers et Lev (2001) considèrent que pendant l'année 2000, l'industrie de l'Internet a connu aussi son *shakeout*. Par la suite, l'attention sera portée sur les forces qui déclenchent cette évolution.

2.2.3 Le changement technologique et les dynamiques industrielles

Le changement technologique est la force principale derrière ces dynamiques industrielles. Trois types de modèles ont été proposés afin d'analyser les mécanismes qui s'activent lorsqu'une industrie traverse les diverses phases de son cycle de vie. Le premier groupe de modèles s'appuie sur le concept du dessin dominant. Les explications d'Abernathy et Utterback (1978), Utterback (1994) et Surez et Utterback (1995) sont basées sur un processus endogène de sélection. Ainsi, une industrie naissante attire un nombre important d'entrepreneurs. Dans un premier temps, puisque l'information sur les préférences du marché est très opaque, l'incertitude règne et de nombreuses versions du produit seront introduites. Ensuite, des facteurs divers (les externalités de réseau, la mise sur pied de standards ou de réglementations spécifiques, etc.) contribuent à l'émergence d'un dessin dominant, ce qui entraîne le ralentissement de l'innovation du produit et décourage l'entrée de nouvelles entreprises. En

effet, les chances que les nouveaux arrivants puissent introduire une innovation et s'accaparer des parts de marché, une fois que celui-ci a choisi un dessin dominant, sont extrêmement minces. Dans ces conditions, le nombre d'entrées a tendance à baisser. Or, en même temps, l'émergence d'un dessin dominant renforce la position d'une partie des entreprises qui étaient déjà établies. Elles se sentent moins menacées par les changements technologiques de leurs concurrents et réorientent leurs efforts vers l'innovation du processus. Celles qui ne sont pas capables de suivre les nouvelles exigences quittent l'industrie. Ainsi, la réduction du nombre d'entrées jumelé à la hausse du nombre des sorties provoque la contraction (*le shakeout*) de l'industrie.

De leur côté, Jovanović et MacDonald (1993) analysent la période où le nombre des entreprises d'une industrie est plutôt stable. L'avancement de la science ou des recherches dans d'autres industries donneront lieu à des inventions diverses. Dans la majorité des cas, celles-ci n'auront pas d'impact direct sur l'industrie en question. Or, de temps à autre, une invention s'avère très utile et présente d'importantes opportunités pour les entreprises existantes et pour d'autres entreprises qui intègrent le secteur à ce moment-là, afin de profiter elles aussi de cette opportunité. Il se déclenche alors une course à l'innovation dont seulement quelques unes parmi les anciennes et les nouvelles entreprises sortiront gagnantes. L'innovation réduit les coûts marginaux de production, augmente le volume de celle-ci et, en conséquence, les prix auront tendance à baisser. Les entreprises les plus innovantes tirent des profits, tandis que les autres quittent l'industrie. Tel que Jovanović et MacDonald (1993, p.326) résumant '*Innovation possibility fuels entry, and failure to innovate prompts exit*'. Les deux modèles considèrent le changement technologique comme la force qui déclenche le shakeout. Toutefois, à la différence du modèle

préconisant l'émergence du dessin dominant, pour Jovanović et MacDonald, le changement technologique est un facteur exogène à l'industrie elle-même.

Par contre, pour Klepper (1997) il ne faudra pas associer le shakeout à un changement technologique majeur et identifiable. D'ailleurs, il est plutôt critique par rapport à la fluidité conceptuelle du 'dessin dominant' et son caractère déterminant. Selon Klepper, les opportunités d'innovation du produit et des procédés persistent tout au long du cycle de vie d'une industrie. Par le biais d'innovation du processus, les entreprises réduisent les coûts de la production. La valeur de cette réduction est proportionnelle au volume de la production. Les grandes entreprises peuvent bénéficier plus de l'innovation des procédés, ce qui leur confère un avantage compétitif par rapport aux autres entreprises. Selon Klepper (1997, p.151) *'as incumbent firms grow and industry price is pushed down, however, the increasing returns from process R et D impart an advantage to the earliest entrants which eventually renders entry unprofitable and forces the smallest and least capable innovators out of the industry, contributing to a shakeout'*. Cette explication de l'évolution de l'industrie remet en cause la thèse sur le caractère séquentiel de l'innovation selon laquelle l'innovation du produit correspond à la phase de l'émergence de l'industrie, tandis que l'innovation des procédés concorde avec les phases plus avancées de son cycle de vie. Dans le contexte de notre recherche, nous essayons d'apporter des évidences empiriques nous permettant de se positionner par rapport à ces deux vues contraires.

2.2.4 L'innovation, la taille des entreprises et la structure de l'industrie

Par ailleurs, les divers modèles de la théorie du cycle de vie de l'industrie accordent une place privilégiée aux grandes entreprises. Ils se mettent ainsi au cœur d'un autre sujet controversé concernant l'influence de la taille de l'entreprise sur sa capacité d'innovation technologique. Ce débat fut lancé par Schumpeter. Celui-ci, au début de sa carrière, s'est concentré sur le rôle du petit entrepreneur, qu'il l'a considéré comme l'élément clé de la vitalité du capitalisme (Schumpeter, 1934). Or, par la suite, Schumpeter reviendra sur ses propos afin de formuler une autre hypothèse (souvent dite la 'Schumpeter Mark II'), selon laquelle, les grandes entreprises sont plus que proportionnellement innovatrices par rapport aux petites (Schumpeter, 1950). Ainsi, Schumpeter et d'autres auteurs qui prendront sa relève ont identifié la structure du marché et la taille de l'entreprise comme des variables clés pour l'explication de l'innovation (Galbraith, 1956; Scherer, 1992).

Les défenseurs de la thèse qui suggère une relation positive entre la taille de l'entreprise et sa proportion à innover, estiment qu'une grande entreprise est supposée:

- amortir les coûts fixes élevés de la R-D par un grand volume de ventes et de réaliser des économies d'échelle (*scale*) et de variété (*scope*) dans la production de la R-D (Damanpour, 1992) ;
- se trouver dans une position avantageuse lui permettant l'exploit des innovations imprévues (*serendipity*). La chance d'obtenir celles-ci est d'autant plus considérable en raison de la capacité des grandes entreprises d'entreprendre plusieurs projets de R-D à la fois (Kamien et Schwartz, 1982) ;

- avoir plus facilement accès aux financements externes en même temps que de disposer plus de fonds propres pour investir dans la R-D (Nelson, 1959). La part de marché de l'entreprise et ses capacités d'autofinancement sont positivement reliées (Himmelberg et Petersen, 1994) ;
- disposer de plus de moyens pour breveter et protéger ses brevets. Ceci permet à l'entreprise de s'approprier du retour de ses investissements en R-D (Chabchoub et Niosi, 2005) ;
- disposer d'un réseau de marketing puissant, qui contribue aux succès commercial de ses innovations (Baldwin et Scott, 1987).

Toutefois, d'autres mettent en avant d'autres arguments selon lesquelles les petites et moyennes entreprises sont dotées d'une plus grande flexibilité d'adaptation aux changements des routines technologiques et organisationnelles. Cela leurs confère de meilleures chances de reconnaître et de capter les innovations potentielles.

Par ailleurs, les études empiriques réalisées sur cette question laissent planer l'ambiguïté, puisqu'elles n'ont pas été en mesure d'apporter des évidences généralisables à propos des liens de causalité entre la taille de l'entreprise et sa propension à innover (Kamien et Schwartz, 1982; Scherer, 1991, 1999; Symeonidis, 1996; Scherer, 1999). Cependant, certaines d'entre ces études font part de l'apparition, au-delà d'un seuil, de *dés-économies* d'échelle susceptibles de décourager l'effort de R-D des grandes entreprises (Scherer, 1965; Hausman et al., 1984; Acs et Audretsch, 1988; Acs et al., 1994). De leur côté, les travaux de Rothwell (1989), Acs et al. (1994) et Nootboom (1999b) suggèrent que la productivité des activités de R-D des PME innovatrices est plus importante que celle des grandes firmes, les premières ayant généré plus de brevets par dollar dépensé en

R-D. Mais les recherches de Tether (1998) remettent fortement en doute ces constats. Il s'agit donc d'un sujet qui est loin d'être clos, les recherches ayant révélé de fortes disparités au niveau des firmes, des secteurs ou des pays (Soete, 1979; Pavitt et al., 1987). Nonobstant la persistance du débat, les éclaircissements apportés lors de celui-ci ont contribué à orienter les recherches sur les conditions d'une meilleure valorisation des avantages respectifs des grandes et petites firmes. Les recherches s'orientent graduellement vers l'appréhension des interactions entre les deux catégories d'entreprises, ainsi que les facteurs et les mécanismes qui motivent cette interaction. Dans le contexte de notre recherche, nous tenons compte de ce débat et nous allons examiner les dynamiques du rapport entre la taille des entreprises et l'innovation au cours des diverses périodes du cycle de vie de l'industrie.

Le rapport entre la concentration des industries et le taux d'innovation est un autre sujet controversé. Tel que nous venons de voir plus haut, la concentration au sein des industries, lorsqu'elles franchissent les phases avancées de leurs cycles de vie est perçue comme une régularité des dynamiques industrielles (Klepper, 1997). Sans égard aux modalités dont l'innovation affecte la structure du tissu industriel, le résultat serait le même: un petit nombre d'entreprises concentrent la majorité de l'activité de production et de l'innovation. Cependant, en s'appuyant sur une étude de l'évolution historique de sept industries de haute technologie, Nelson (1999) a examiné les cas d'industries dont l'évolution n'obéit pas à l'analyse du cycle de vie. De leur côté, Bonaccorsi et Giuri (2000), Agarwal et Audretsch (2000) attirent l'attention sur l'existence dans le contexte de divers industries de niches stratégiques, dont la dynamique ne s'accompagne pas de *shakeout*. Les conclusions de Malerba et Orsenigo (1996) vont aussi dans la même direction.

Quel est le rapport entre le cycle de vie d'une industrie et le niveau de concentration? Les industries matures ont-elles tendance à se concentrer? Des études empiriques nous obligent à apporter un regard nuancé sur cette régularité présumée des dynamiques industrielles. Caves (1998) a trouvé que le taux de concentration industrielle est indépendante du degré de turbulence qui caractérise celle-ci. De son côté, Niosi (2000) propose une nouvelle typologie de dynamiques des industries de la haute technologie. Celle-ci, tel que montré dans la figure 2, fait la distinction entre les industries qui sont caractérisées d'un taux élevé de concentration, dès les premières phases de leurs cycles de vie, et les industries qui affichent la tendance contraire. Par la suite, deux possibilités s'ouvrent à chacune d'entre elles. L'industrie peut évoluer en gardant le niveau de concentration révélé lors de sa période d'émergence. Dans ce cas, des industries fortement concentrées le resteront autant même lorsqu'elles deviendront matures (telle que l'industrie chimique). L'autre alternative est que la structure des industries matures soit le contraire de celle qui les a caractérisées au début de leur cycle de vie. Des industries concentrées se dispersent (tel le cas de l'industrie des logiciels) ou, au contraire, des industries dispersées se concentrent (telles les biotechnologies).

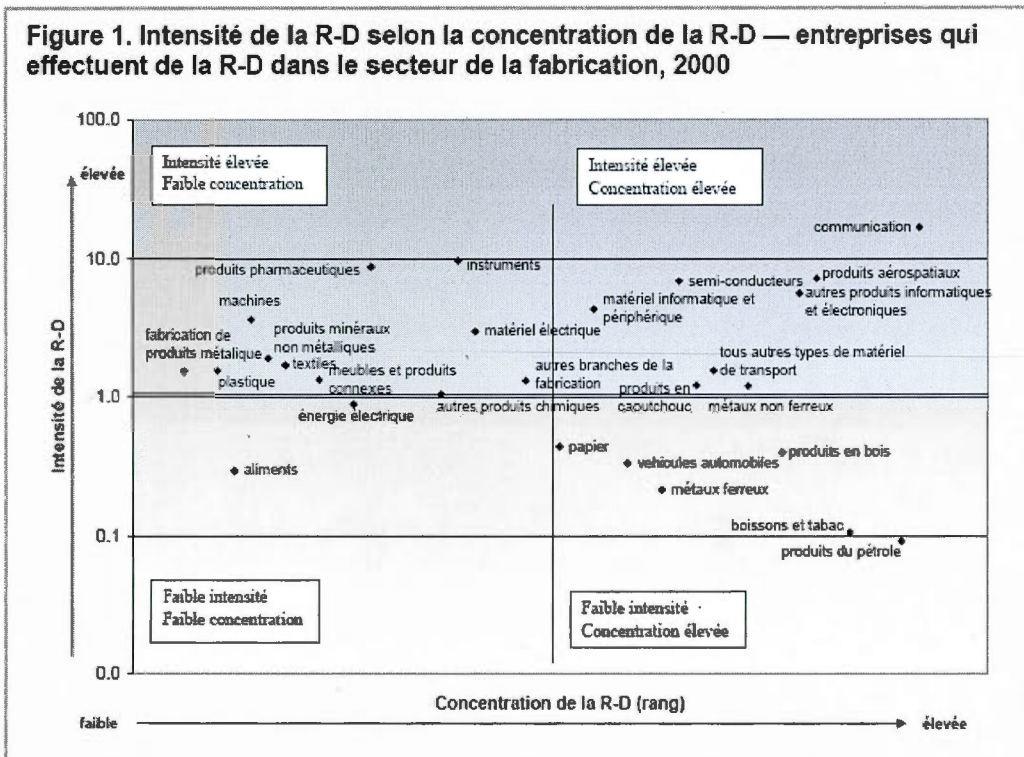
Par ailleurs, la relation entre le niveau de concentration et l'intensité de la R-D n'est pas non plus un fait établi. De nouveau, les recherches empiriques portant sur cette relation captent de fortes disparités sectorielles. Tel que révèlent les données de Statistique Canada (la figure 3), certaines industries maintiennent un faible taux d'innovation bien qu'elles soient concentrées. Au contraire, malgré l'intensité de l'activité innovante, diverses industries (par exemple la biotechnologie ou la production des instruments médicaux) affichent un faible taux de concentration industrielle.

Figure 2 : L'évolution de la structure industrielle

		Conditions initiales	
		Concentrée	Dispersée
Évolution de l'industrie	Concentrée	<p>Type I Schumpeter Mark II</p> <p>P.ex.: Industrie chimique; aviation commerciale; équipements électriques ; satellites</p>	<p>Type II Rendements croissants dynamiques</p> <p>P.ex.: Industrie des logiciels; produits pharmaceutiques</p>
	Dispersée	<p>Type III Variation intensive</p> <p>P.ex. : Industrie des semi-conducteurs; équipements de télécommunications</p>	<p>Type IV Schumpeter Mark I</p> <p>P.ex. : Biotechnologie; Équipements professionnels (diagnostique médicale, etc.)</p>

Source: Niosi, J. (2000). Science-based industries: a new Schumpeterian taxonomy. Technology in Society, 22, p. 429-444

Figure 3 : L'impact de la concentration de la R-D sur l'intensité de la R-D



Source: Statistique Canada. Enquête sur la recherche et le développement dans l'industrie canadienne (ERDIC)

De nombreuses questions ont été soulevées au cours de ce chapitre. En revisitant les théories du cycle de vie du produit et de l'industrie, nous nous sommes rendu compte de l'importance qu'elles revêtent en tant qu'instrument de gestion, aux niveaux soit micro que macro-économiques. Or, nous avons remarqué que le pouvoir de la théorie du cycle de vie par rapport à l'interprétation des dynamiques industrielles a des limites importantes. Son incapacité d'expliquer les différences parmi les divers secteurs, régions ou pays nous a imposé la nécessité d'intégrer dans notre étude les perspectives théoriques qui centrent l'attention sur ces différences. Le chapitre suivant est consacré aux systèmes régionaux d'innovation et analyse leurs acteurs, les interactions qui ont lieu et les institutions qui interviennent et qui influencent l'activité innovante des entreprises, des industries et des régions.

CHAPITRE 3

L'évolution des systèmes d'innovation

Comme nous venons de voir au cours du chapitre précédent, les théories du cycle de vie ne parviennent pas à expliquer, à elles seules, l'ensemble des dynamiques industrielles. Dans une étude longitudinale où il compare l'évolution de l'industrie mondiale de la coloration synthétique, Murmann (2003) a constaté que les patterns de développement varient de façon significative entre les pays considérés. Il en conclut sur la nécessité de l'intégration au cadre analytique de l'analyse évolutionniste des différences des environnements institutionnels. De son côté, Nelson (2006) insiste sur le fait que les institutions sont devenues un point central des recherches théoriques et empiriques sur les facteurs de la croissance économique. L'analyse des institutions et leur reformation se fait à tâtonnement. Quels sont les liens de causalité qui se tissent lors des processus d'évolution des industries et de leurs contextes régionaux, ces derniers renfermant leurs propres institutions spécifiques? Ce chapitre revisite diverses perspectives théoriques qui servent à l'appréhension de la dimension régionale de la production et de l'innovation.

3.1. L'argumentation théorique sur l'existence des agglomérations industrielles

L'écart de performance et la croissance différenciée des régions du monde ont attiré l'attention des chercheurs sur les relations de causalité entre le territoire et le développement économique. Pourquoi l'industrie s'agglomère-t-elle ? La

littérature abonde en plateformes théoriques proposées dans le but d'expliquer le rapport industrie-région. Les districts industriels, les systèmes de production locaux, les clusters, les systèmes d'innovation, les régions apprenantes ou les agglomérations innovantes sont quelques unes parmi les constructions théoriques ayant été mises en avant. Il en résulte un large éventail d'études de l'agglomération industrielle (les districts industriels, les clusters selon Porter, etc.) et d'autres qui explorent plus en profondeur les modalités, l'impact, et les mécanismes d'interaction des composantes structurelles et institutionnelles des agglomérations industrielles (les systèmes régionaux d'innovation, les économies apprenantes, etc.).

3.1.1 Les définitions des clusters et des systèmes régionaux d'innovation

Qu'est-ce que c'est une agglomération industrielle? La littérature sur les agglomérations industrielles qui abonde en construits théoriques sur ce phénomène est confuse et bigarrée. Les points de vues diffèrent quant aux composantes d'une agglomération, au degré et aux mécanismes d'interaction, à l'unité de la recherche choisie (une région, une ville, une province, une structure suprarégionale ou une nomenclature territoriale) (Casson, 2000; Gordon et McCann, 2000; Doloreux, 2002; Martin et Sunley, 2003). Le tableau 1 regroupe quelques définitions proposées sur le cluster industriel.

Tableau 1: Le cluster, un concept clair ou une panacée ?

Porter (1998): 'A cluster is a geographically proximate group of interconnected companies and associated institutions in a particular field, linked by commonalities and complementarities.'

Swann and Prevezer (1996): 'Clusters are defined as groups of firms within one industry based in one geographical area'.

Swan and Prevezer (1998): 'A cluster means a large group of firms in related industries at a particular location.'

Simmie and Sennett (1999): 'We define an innovative cluster as a large number of interconnected industrial and/or service companies having a high degree of collaboration, typically through a supply chain, and operating under the same conditions.'

Feser (1998): Economic clusters are not just related and supporting industries and institutions, but rather related and supporting institutions that are more competitive by virtue of their relationships

Lundvall and Borrass (1997): 'The region is increasingly the level at which innovation is produced through regional networks of innovators, local clusters and the cross-fertilising effects of research institutions'

Cooke and Huggins (2002): 'Clusters are geographically proximate firms in vertical and horizontal relationships, involving a localized enterprise support infrastructure with shared developmental vision for business growth, based on competition and cooperation in a specific market field'

Sources: Martin et Sunley, 2003; Asheim et al., 2006

Plusieurs études attirent l'attention sur la confusion conceptuelle des clusters (Markusen, 2003a, 2003b; Martin et Sunley, 2003; Taylor, 2005; Asheim et al., 2006). Le cluster semble être à la fois la conceptualisation la plus vague et la moins exigeante du phénomène ; cette polysémie est devenue une sorte de panacée, une conception accommodante, dans une multitude de contextes (Martin et Sunley, 2003). Un cluster est basé sur la proximité géographique des entreprises qui peuvent être de la même industrie (Swann et Prevezer, 1996), d'un domaine particulier (Porter, 1998), d'industries inter-reliées (Swann et Prevezer, 1998), de réseaux de producteurs (Van den Berg et al., 2001) ou d'entreprises interconnectées (Simmie et Sennett, 1999). De son côté Feser (1998) met l'accent sur l'interaction des institutions qui soutiennent l'industrie. Les liens entre les entreprises se réalisent à l'intérieur de la chaîne des fournisseurs, selon Simmie and Sennett (1999), ils sont des relations fondées sur les activités communes ou complémentaires des entreprises (Porter, 2000) ou se construisent par les échanges de biens, de services ou de connaissances (Van den Berg et al., 2001). Si, ces définitions des clusters mettent suffisamment l'accent sur l'interdépendance des entreprises, par ailleurs elles sont beaucoup moins contraignantes et explicites par rapport à l'interactivité entre les autres acteurs d'un cluster.

De son côté, un système régional d'innovation est une conception qui intègre une 'structure de production' et une 'structure institutionnelle' dans lesquelles les entreprises et les autres institutions sont systématiquement engagées dans un processus d'apprentissage interactif (Cooke, 2001a; Doloreux et Parto, 2004). La proximité facilite l'interaction qui s'accompagne d'importants flux de connaissances, de personnels, de fonds de recherches, de cadres réglementaires, de technologies (Niosi, 2005). D'autres conceptions

telles que les régions apprenantes ou les milieux innovateurs étudient également les synergies et l'interaction entre les acteurs des agglomérations, mais en se concentrant notamment sur les processus d'apprentissage des régions. Par ailleurs, les technopoles sont un outil opérationnel ou un 'laboratoire social' mises en place pour réduire les coûts de transfert des innovations et des technologies parmi les acteurs d'une agglomération (les entreprises, les universités et autres) (Doloreux et Parto, 2004). Toutefois, les frontières entre clusters et systèmes d'innovation ne sont pas si étanches et souvent dans la littérature un concept, concerne, sous-entend ou implique l'autre (Lundvall et Borras, 1997; Cooke et Huggins, 2002).

Pour les fins de cette recherche nous utiliserons le terme *cluster* pour désigner une forte concentration d'entreprises inter-reliées dans un territoire géographique relativement petit (Beaudry et Breschi, 2000). Un *système régional d'innovation* est défini comme un ensemble d'institutions (firmes innovantes, universités de recherche, capital de risque, laboratoires gouvernementaux et d'autres organismes publiques) ainsi que les flux de connaissance, de personnel, de technologie incorporée, de financement pour la recherche et de cadres réglementaires qui ont lieu dans une région (Niosi, 2005).

3.1.2 *L'atmosphère industrielle, la main d'œuvre et les services spécialisés*

L'interdépendance des diverses composantes et acteurs d'un district industriel est selon Marshall (1948) la source de l'efficacité de ceux-ci. A l'origine, l'attrait principal des districts industriels consiste dans un ensemble de conditions et de ressources qu'ils offrent aux entreprises, telles qu'une

main d'œuvre et des intrants spécialisés, une infrastructure qui donne accès à l'information, aux financements et aux marchés. Par contre, la compétitivité à long terme d'un district industriel ne s'expliquerait pas par les conditions qui ont attiré à l'origine l'industrie dans cette localisation. La durabilité de la relation industrie-région est dépendante de l'évolution des connaissances et des compétences spécifiques de la région ainsi que d'un ensemble d'institutions et du regroupement dans la même région d'autres entreprises œuvrant dans des activités reliées. Les flux intellectuels entre les individus sont la clé de la multiplication des compétences de la région. Selon Marshall (1948), *'Great are the advantages which people following the same skilled trade get from near neighbourhood to one another. The mysteries of the trade become no mystery: but are as it were, in the air'*. Cette capacité de générer ces flux, qui s'amenuisent avec la distance, et de créer une ambiance inimitable à l'extérieur d'une localisation précise, est l'atout majeur des districts industriels. Après qu'une industrie s'installe dans une région, ses exigences en termes de main d'œuvre et en services qualifiés, motivent les efforts de formation continue du capital humain local, élargissent le stock du savoir-faire spécifique de la région et génèrent un groupe d'agents spécialisés aussi bien dans la coordination des interactions à l'intérieur du district que dans l'exploration des marchés externes. L'activation de ces boucles de rétroaction positives fait en sorte que par la suite les régions soient dotées d'un large spectre de compétences et de connaissances et ont plus de chances de s'apercevoir des opportunités de changement technologique et de se munir de mécanismes qui facilitent la diffusion des nouveautés (Andersen, 1995; Santarelli, 2004).

Une dichotomie conceptuelle arpenté l'œuvre de Marshall, qui a concentré ses efforts dans la conciliation d'une approche mécaniciste et statique de l'activité économique avec une autre basée sur une vision dynamique et multidisciplinaire. Selon Becattini (1990), la thèse officielle de Marshall prédit que les prix des facteurs sont déterminés par le marché, dans les conditions d'une concurrence parfaite et de mobilité totale des facteurs de la production. Or, Becattini saisit une autre trace non-officielle de la pensée marshallienne qui évince le pouvoir absolu du marché et qui tourne l'attention vers l'impact sur les prix des rapports de force entre les diverses stratifications sociales, dont chacune est constituée de privilèges, d'attentes, d'illusions, de routines et de préjugés particuliers. Malgré la conscience de cette complexité et le besoin d'une approche multidisciplinaire de la problématique, Marshall a choisi de se restreindre à la formulation d'un appareil d'analyse strictement économique (Andersen, 1995; Hart, 2003). Le filon longtemps perdu de ses recherches a été dépoussiéré de nos jours par des auteurs qui attribuent l'existence des districts industriels à des facteurs qui vont au-delà de simples économies d'agglomération. Selon Harrison (1992), *'contemporary industrial district theory emphasizes the contextual significance of communal non-economic institutions and the importance of relations of 'trust' in reproducing sustained collaboration among economic actors within the districts'*. D'habitude le district industriel a été considéré comme un microcosme dont la structure productive, composée de nombreuses PME, est en symbiose avec sa communauté locale (Becattini, 2000; Cainelli et., 2006). D'autres auteurs ont détecté de nouvelles formes organisationnelles du district moderne qui correspondrait à des réseaux hiérarchiques, créés autour d'une ou de quelques grandes firmes (Gray et al., 1996). Cette approche remet en question

l'image pittoresque des districts italiens reproduits depuis longtemps comme la forme la plus fidèle de la conception de Marshall.

3.1.3 La compétition, la coopération et l'avantage compétitif des régions

La thèse marshallienne sur les effets de la compétition et de la coopération interrégionale dans la spécialisation des connaissances et des compétences d'un district industriel a fait son chemin dans la théorie de Michael Porter (1995). Selon lui, l'avantage compétitif des régions est fondé sur la combinaison d'un ensemble de facteurs liés à la qualité et à la spécialisation de l'offre des facteurs de la production, à la demande locale, aux conditions de la concurrence locale et à l'existence dans la région d'industries reliées verticalement ou horizontalement à la première. La structuration des diverses dimensions d'un cluster a donné lieu à la métaphore du diamant. Dans l'ensemble, cette structure crée un contexte propice qui génère de nombreuses interactions, complémentarités et externalités en termes de technologies, de connaissances, d'informations, de marchés et de consommateurs (Porter, 2000). La globalisation semble limiter le pouvoir explicatif du modèle proposé par Porter. Comment expliquer la prospérité de clusters dont les marchés des intrants ou des produits et, par conséquent la coopération et la concurrence, se déplacent au niveau international ?

3.1.4 Coûts et mobilité des facteurs et dotation des régions en ressources naturelles

Les économistes néoclassiques ne mettront de l'avant que des facteurs exogènes pour expliquer les agglomérations industrielles. Leurs analyses se concentrent sur les dotations des régions en matières premières et d'autres

intrants de la production, la courbe des coûts de la localisation, les marges de profit dues à la localisation ou le seuil de rentabilité spatial (Malecki, 1983). Les néoclassicistes vont longtemps considérer la géographie de la production comme résultante du prix et de la quantité des facteurs de la production et leur niveau de mobilité et coût de transport. L'ajustement du prix des facteurs en fonction de l'équilibre du marché est l'unique source de dynamisme dans ce cadre théorique. Confrontées à des défis empiriques insurmontables, plusieurs hypothèses néoclassiques seront par la suite considérées comme invraisemblables (Pavitt, 2002).

3.1.5 La dépendance de sentier, les rendements croissants à l'échelle

Brian Arthur a centré une partie de ses recherches sur l'influence de la dépendance du sentier et des boucles de rétroaction positive vis-à-vis de la croissance d'une agglomération régionale (Arthur, 1990, 1994). De son côté, Krugman (1991b.) également reconnaît que le parcours historique est important pour la croissance régionale et que celle-ci s'expliquerait par une causalité circulaire où le succès crée et renforce le succès, par le biais d'externalités technologiques ou pécuniaires. Une étude de Ellison et Glaeser (1999) conclut que l'avantage naturel n'explique qu'une petite partie (moins de 20%) de la formation des agglomérations industrielles. Selon les auteurs, les externalités intra-industrielles locales expliqueraient l'énorme résiduel. Plusieurs tentatives de modélisation de ces externalités ont été depuis développées (Krugman, 1991.a; 1991.b; Fujita et Thisse, 1996; Puga et Venables, 1996; Fujita, Krugman, et al., 1999). Une vaste panoplie de concepts décrivant les forces d'agglomération ou de dispersion (par exemple les coûts de la congestion) a été introduite. Paradoxalement, ces modèles, qui

entendent la réintégration de la géographie dans la théorie économique, sont critiqués pour avoir négligé 'la vraie' géographie. En effet, 'la 'région' qui constitue l'unité de recherche de ces modèles, n'a aucune connotation avec des espaces géographiques concrets, puisque leur hétérogénéité institutionnelle est complètement ignorée. En conséquence, si ces modèles réussissent à montrer l'existence et l'influence sur le développement régional des externalités positives et de leurs effets cumulatifs, ils sont incapables de prédire le contexte qui favorise la présence ou l'absence de telles externalités (Dymski, 1996; Martin et Sunley, 1996; Sunley, 2001; McCann et Sheppard, 2003; Lorenzen, 2005).

3.2 L'agglomération géographique et l'innovation

Le changement technologique compte parmi les facteurs principaux de la performance économique. Cependant, il a été pendant longtemps analysé dans un cadre abstrait, sans aucune connotation géographique. De plus, on lui a adapté une logique similaire à celle de l'analyse des autres facteurs de la production, dont la firme et le marché étaient au centre (Cohen et Klepper, 1992; Griliches, 2000; Audretsch et Feldman, 2002). Cependant, les connaissances constituent un bien très particulier. En raison de leur caractère partiellement indivisible, non-rival et non-exclusif les connaissances sont des biens semi-publics. Toutefois, elles sont loin d'être, universellement et instantanément accessibles et gratuites. Les externalités de connaissance ne transitent pas par le marché, puisqu'elles sont en partie tacites (Arrow, 1962; Polanyi, 1966; Himmelberg et Petersen, 1994). En outre, les connaissances sont dispersées chez plusieurs personnes (et entreprises) et elles sont en grande partie utilisées de façon subconsciente (Hayek, 1945). Dans ce

contexte, les nouvelles connaissances résultent aussi bien des efforts internes des entreprises individuelles que des interactions entre elles (Freeman, 1982; Rosenberg, 1982; Kline et Rosenberg, 1986). Une partie importante des connaissances codifiées et tacites, 'colle' à des endroits géographiques spécifiques (Asheim et Isaksen, 2002). Des connaissances 'évidentes' dans un endroit ne sont pas décodables ou imitables ailleurs (Niosi, 2005). Ce fait se reflète dans les différences d'innovation et de performances économiques régionales. La théorie des externalités des connaissances et celle sur les systèmes régionaux d'innovation tâchent de lever le voile sur les causes de ces différences.

3.2.1 Les externalités de connaissance

Selon la théorie des externalités de connaissance, la diffusion de celles-ci est géographiquement cantonnée, ce qui confère un avantage majeur aux entreprises situées en proximité (Feldman, 1994). L'accès privilégié aux externalités de connaissance offre des chances plus élevées à innover à des entreprises qui font partie d'une agglomération d'entreprises que leurs rivales, localisées à l'extérieur (Feldman et Florida, 1994). L'existence des externalités locales de connaissance est généralement acceptée, mais leur mesure est pour plusieurs du domaine de l'impossible (Krugman, 1991).

Qu'est-ce qui explique le rôle majeur des externalités de connaissance vis-à-vis de l'innovation? Selon Feldman (1994), les entreprises innovantes font continuellement face à un environnement changeant accompagné de beaucoup d'incertitude. Pour contrer ces risques les entreprises s'installent dans des agglomérations industrielles capables d'offrir une main-d'œuvre

qualifiée, une infrastructure technique, des universités, une présence d'autres entreprises œuvrant dans le même secteur et des services indispensables à l'innovation (Feldman et Florida, 1994). De plus, les entreprises bénéficient des échanges d'idées organisées ou spontanées lors de rencontres formelles et informelles avec d'autres agents avec lesquels elles coopèrent afin de solutionner des problèmes communs. La proximité géographique permet alors de réduire la distance cognitive entre les acteurs régionaux et facilite leurs échanges futurs (Nooteboom, 1999a). Le processus est cumulatif et accuse une causalité cyclique ainsi qu'une forte dépendance de sentier. Plus le flux de connaissances est intense, plus les entreprises ont tendance à innover. Ceci contribue à ajouter le stock de connaissances et donc les opportunités de flux de connaissances dans la région, ce qui fait repartir le cycle à nouveau. De plus, les acteurs de l'agglomération apprennent à intercepter les informations et les connaissances externes qui leurs sont cruciales. Plus ils apprennent, plus ils deviennent capables d'identifier et d'absorber d'autres connaissances (Cohen et Levinthal, 1990).

D'abondantes recherches empiriques ont proposé des mesures indirectes des externalités de connaissance. Jaffe et al. (1992), en retraçant les citations des brevets ont remarqué qu'elles avaient tendance à se référer plus à d'autres brevets issus du même état qu'aux brevets issus en dehors de celui-ci. De leur côté, Audretsch et Feldman (1996a.) ont trouvé que la propension à l'agglomération des activités innovatrices est plus forte pour les industries dépendantes de nouvelles connaissances. Prevezer (1997), Zucker et al. (1998) ont démontré que les firmes de biotechnologie ont la tendance à se regrouper dans un nombre restreint de régions dotées d'universités de recherche et de scientifiques de haut niveau. Acs et al. (1994) sont arrivés à la conclusion que

la taille des entreprises influence leur capacité de bénéficier des externalités de connaissance. Les petites seraient plus prédisposées à exploiter les connaissances créées au sein des universités ou des laboratoires publics locaux.

Parmi les mécanismes de diffusion des connaissances les études empiriques accordent un rôle considérable aux entreprises essaimantes (Amesse et al., 2002; Niosi, 2006; Forman et al., *in press*), à la mobilité des scientifiques, des ingénieurs et du personnel hautement qualifié (Feldman et Audretsch, 1999). Selon Feldman (2003) la création d'un cluster dans un endroit précis s'expliquerait par la présence à cet endroit de quelques firmes d'ancrage. Cette présence engendre un flux d'autres entreprises et de ressources complémentaires de financement ou de services divers qui attirent à leur tour d'autres nouvelles entreprises. Graduellement, des réseaux internes au cluster se structurent. Le capital de risque (Patton et Kenney, 2005; Gompers et Lerner, 1999), l'influence de la culture et d'autres caractéristiques spécifiques de la région (Saxenian, 2006) serait aussi en cause quant il s'agit d'expliquer les mécanismes locaux de diffusion des connaissances.

Les détracteurs des théories des externalités de connaissance constatent que beaucoup d'énergie est dépensée pour l'étude théorique et empirique d'un phénomène qui, malgré tout, reste un concept controversé, dont il est impossible de cumuler des preuves directes d'existence et dont les implications mènent à des politiques publiques naïves (Breschi et Lissoni, 2001). Ces auteurs critiquent le rôle excessif qu'attribue la théorie des externalités de connaissance à l'influence de la proximité sur l'agglomération et la croissance des firmes. Breschi et Lissoni (2002) se montrent réticents par

rapport à la nature des mécanismes de diffusion des connaissances. Ils considèrent que la quantité des connaissances transitées par le marché est beaucoup plus importante que celle que laisse croire la théorie des externalités de connaissance. Breschi et Lissoni suggèrent qu'une meilleure étude des dynamiques du développement régional devrait inclure un cadre conceptuel dynamique. La recherche devrait aller au-delà du moment de la création des entreprises essaimantes et analyser leur viabilité à moyen et long terme. Dans le contexte actuel de la globalisation, la perspective régionale devrait intégrer aussi les facteurs liés à la spécialisation et à la demande internationale.

3.2.2 L'hypothèse de la firme d'ancrage

L'hypothèse de la firme d'ancrage est enracinée dans le corpus théorique qui explore les effets et les mécanismes de diffusion des externalités de connaissances. La théorie de la firme d'ancrage se penche sur l'identification des déterminants de la spécialisation des régions et l'influence de celle-ci sur la viabilité et la croissance de ses entreprises. Qu'est-ce qui attire les acteurs innovants dans une région?

La théorie s'est développée autour du concept de la firme d'ancrage. Celle-ci est définie comme une large firme, dont l'installation dans un cluster, s'accompagne de la stabilité et de la prolifération d'un large trafic d'idées qui influence la création et la croissance des autres entreprises à cet endroit (Feldman, 2003). De leur côté, Agrawal et Cockburn (2002) suggèrent deux critères que définissent une firme d'ancrage: il s'agirait d'une grande firme très engagée dans la R-D et qui est dotée d'une importante capacité

d'absorption d'une technologie particulière dans une région donnée. La firme d'ancrage joue un rôle important pour stimuler la demande, élargir le marché local (des produits et de la R-D) et créer les externalités positives, dont elle-même bénéficie, ainsi qu'attirer les autres entreprises de l'agglomération. Bien qu'une partie des caractéristiques fondamentales de la firme d'ancrage soit liée à l'effet de la grande taille, pour Agrawal et Cockburn, celle-ci n'est pas une condition suffisante pour qu'une firme devienne une ancre. La force d'attraction d'une telle firme est due en grande partie à son rôle de médiateur d'externalités de nouvelles connaissances.

Selon l'hypothèse principale de cette théorie, la présence d'une ou quelques firmes d'ancrage dans une région entraîne des effets positifs pour la croissance économique de cette région. Les firmes d'ancrage influencent la spécialisation de l'agglomération. En même temps, elles jouent un rôle positif dans la croissance des autres firmes du cluster (Feldman, 2003).

La théorie de la firme d'ancrage transpose, du domaine de l'immobilier vers celui de l'économie de l'innovation, le modèle de la création des grands centres d'achat. Une grande firme, de renommée nationale et avec une clientèle établie, constitue le noyau autour duquel s'installent d'autres boutiques moins connues et plus spécialisées. La grande firme attire la clientèle dont profitent les autres magasins. Le premier type d'argumentation utilisé pour adopter ce modèle dans le contexte d'une économie régionale est emprunté à la théorie des pôles de développement de Perroux (Meardon, 2001). L'installation de quelques firmes d'ancrage stimule l'attraction et la formation d'une main d'œuvre spécialisée, donne lieu à des économies d'échelle et de gamme et contribue à l'augmentation des flux d'information.

De plus, des industries intermédiaires se développent, suivies d'autres entreprises qui emploient l'expertise des clusters dans de nouveaux domaines. Le deuxième type d'argumentation est basé sur la capacité de la firme d'ancrage de fournir une expertise et des connaissances nécessaires qui transforment des connaissances scientifiques en une application spécifique et développent ainsi une nouvelle trajectoire technologique. Celle-ci, en engageant l'innovation scientifique dans une direction particulière, peut devenir l'élément déterminant de la spécialisation du cluster lui-même (Feldman, 2002). Il est donc supposé qu'une grande firme engendre des externalités bénéfiques à l'agglomération. La firme serait la source d'un volume assez important d'idées (ce qui correspondrait au nombre de clients attirés par l'ancre dans le centre commercial) pour encourager le démarrage de plusieurs nouvelles entreprises. Agrawal et Cockburn (2002) expliquent l'importance de la firme d'ancrage pour le cluster en fonction des connections qu'elle crée entre la recherche scientifique universitaire et la R-D industrielle.

Pour rendre opérationnels les concepts théoriques, Feldman décompose l'hypothèse principale en trois présupposés. *Premièrement*, Feldman suggère que dans un cluster le nombre des nouvelles entreprises (start-up) soit positivement lié au nombre des firmes d'ancrage. Dans ce cas, les externalités sont liées à la main-d'œuvre spécialisée ou à la demande spécifique de produits et services. Ainsi, plusieurs employés de grandes firmes se transforment en entrepreneurs et établissent leur propre entreprise. Il est normal qu'ils essayent de profiter du réseau, des anciens contacts et connaissances pour fructifier leur nouvelle activité.

Deuxièmement, la spécialisation technologique des nouvelles entreprises serait positivement liée au nombre des firmes d'ancrage du cluster. Selon Feldman, en raison des externalités de connaissance qu'elles engagent, les firmes d'ancrage assument la viabilité des autres entreprises du cluster. Ces externalités sont en grande partie non-codifiées et tacites. Dans ce cas, le transfert se ferait par les contacts et les observations directes facilités par la proximité géographique. L'ampleur et l'intensité de ces connections peuvent déterminer l'orientation technologique des firmes et des ressources du cluster en fonction des choix d'application concrète de ces connaissances par la firme d'ancrage.

Troisièmement, la croissance des firmes est supposée être positivement liée au nombre des firmes d'ancrage. Selon Feldman, l'évolution des firmes de la biotechnologie traverse d'abord un stade de dépendance des connaissances scientifiques (universitaires) et ensuite, cette dépendance se déplace vers les connaissances et les applications technologiques. Feldman a donné l'exemple des entreprises de biotechnologie, qui dans une première phase de développement, auraient besoin des universités, celles-ci constituant l'ancre. Dans des stades ultérieurs de développement, les entreprises de biotechnologie seraient attirées par de grandes entreprises (des ancres) intéressées à l'application de leurs nouveautés, comme c'est le cas de grandes firmes pharmaceutiques. Feldman reconnaît que les capacités stratégiques et les ressources, dont une firme d'ancrage dispose, conditionnent la création de la valeur dont bénéficiera le cluster. Agrawal et Cockburn font référence à ces facteurs pour expliquer le niveau d'absorption des connaissances scientifiques et leur application industrielle de la part de la firme d'ancrage.

En attribuant à une large firme un grand pouvoir d'attraction, l'hypothèse de la firme d'ancrage devient un élargissement de la perspective théorique de François Perroux qui a développé le concept de pôle de développements. Les deux perspectives accordent une importance cruciale à la présence dans une région d'un acteur majeur et à son niveau de magnétisme. Or, pour Perroux se rôle appartient à des *industries industrialisantes*, telles que l'industrie des moyens de transport qui attirera autour d'elle, d'un côté des producteurs de ses pièces et composantes, et de l'autre côté, des producteurs de matériaux de métal, de plastique et autres. Ces derniers attireront à leur tour d'autres industries utilisatrices de leurs produits. Il s'agit d'une chaîne d'attraction inter-industrielle. Par contre, l'hypothèse de la firme d'ancrage explore surtout les forces d'attraction qui opèrent principalement à un niveau intra-industriel. Les entreprises deviennent l'unité principale de l'analyse et on étudie le trafic d'idées qui se crée parmi celles-ci, notamment au sein de la même industrie ou de la même chaîne de valeur. Par ailleurs, l'idée des pôles de développement a largement été adoptée par des gouvernements européens (surtout en Italie et en France) dans le cadre de leurs politiques de développement régionales. La conception de Perroux implique l'action volontaire de l'État comme initiateur des dynamiques de développement, alors que, l'hypothèse de la firme d'ancrage est moins explicite sur ce point. La firme d'ancrage peut être incitée à s'installer dans une région par le gouvernement, mais il se peut aussi bien que cela se produise spontanément. Finalement, une autre différence fondamentale entre les deux perspectives consiste en la place que celles-ci donnent aux institutions de soutien à l'échelle régionale. Elles ne sont pas indispensables dans le modèle de Perroux tandis qu'elles sont essentielles selon l'autre perspective (Niosi, 2005). De plus, se sont des institutions de soutien, comme les universités de

recherche, qui durant certaines périodes et pour certaines industries (par exemple les biotechnologies) deviennent les ancres régionales.

L'hypothèse de la firme d'ancrage apporte quelques éclaircissements par rapport aux modèles de concentration, de spécialisation et de croissance des agglomérations industrielles. Afin de corroborer les hypothèses, il faudra peaufiner l'argumentation théorique et le test empirique sur le sujet. Ainsi, les explications sur la nature des externalités et les mécanismes de leur transmission sont relativement vagues. La notion de la firme d'ancrage mérite aussi d'être raffermie. Certaines conditions, tel que le seuil minimal de l'effort de R-D (par exemple le nombre de brevets obtenus par l'entreprise), empêchent l'application du concept dans certains secteurs ou régions. Par exemple, même s'il ne remplit pas la condition d'avoir au moins mille brevets (c'est le seuil fixé par Agrawal et Cockburn), Bombardier peut être considéré comme une firme d'ancrage de la région montréalaise. Il serait aussi bénéfique d'approfondir les analyses sur la dynamique de la spécialisation du cluster en fonction de la trajectoire technologique de la firme d'ancrage. Il a été suggéré que le modèle proposé par la théorie des firmes d'ancrage serait plus adapté dans le cas des autres secteurs des technologies de pointe, telles que l'aéronautique ou les technologies de télécommunication. Enfin, il serait souhaitable de 'pondérer' le pouvoir explicatif de la théorie de la firme d'ancrage par rapport à d'autres théories de la croissance des firmes et des régions. Dans cette recherche, à part d'apporter plus d'évidence empirique sur le rôle des firmes d'ancrage, nous étudions également les changements du rapport tridimensionnel entre les firmes d'ancrage, les régions et l'industrie, au fur et à mesure que cette dernière traverse les diverses phases de son cycle de vie.

3.2.3 Les systèmes régionaux d'innovation

L'approche systémique est une autre façon d'étudier l'innovation. En fonction de l'unité de l'analyse, la littérature distingue le système d'innovation national, régional, sectoriel ou technologique. Leur point commun est de vouloir expliquer l'innovation en fonction de plusieurs composantes reliées à un tel degré qu'elles forment un tout organique (Carlsson et al., 2002).

Une région possédant une panoplie complète d'organisations d'innovation établies dans un milieu où les liens systémiques et la communication interactive entre les acteurs de l'innovation sont normaux, constitue un système régional d'innovation (SRI) (Cooke et Morgan, 1998). Le SRI englobe l'offre et la demande du processus de l'innovation. L'offre est constituée par l'infrastructure de la R-D qui sert de source pour la création des connaissances. La demande provient des entreprises privées qui absorbent et utilisent les connaissances scientifiques et technologiques. De plus, le SRI contient les institutions qui réalisent le lien entre l'offre et la demande. Doloreux (2002) a défini ainsi les piliers d'un SRI:

- les firmes, étant des organisations apprenantes et auxquelles revient la responsabilité de générer et de diffuser les connaissances économiques ;
- les institutions de recherche et de développement privées ou publiques, les universités et d'autres institutions qui influencent la création, le développement, le transfert et l'utilisation des technologies. Ces institutions ont une structure formelle (par exemple des laboratoires de

recherche) ou informelle (des réglementations, des normes et des lois influençant l'innovation) ;

- l'infrastructure des connaissances et l'infrastructure physique et organisationnelle de l'innovation, constituée par des organisations privées ou publiques qui financent, coordonnent, supervisent et évaluent l'innovation. Cette infrastructure est composée de structures qui stimulent l'innovation et servent d'incubateurs de la nouvelle technologie (par exemple le parc technologique), ainsi que d'agences qui diffusent la technologie ;
- les politiques publiques orientées vers l'innovation régionale, dont le but serait d'augmenter les capacités d'apprentissage et la diffusion des connaissances du SRI. Ces politiques entendent stimuler l'interaction entre les infrastructures de la connaissance, les firmes et les institutions.

L'apprentissage interactif est le mécanisme essentiel qui assure la formation et la viabilité d'un SRI (Cooke, 2001a). Pour réduire l'impact négatif que des changements technologiques trop rapides pourraient avoir sur leurs activités, les firmes s'engagent dans un processus de coopération et d'échange de connaissances avec d'autres firmes. Ceci leur offre l'opportunité d'absorber des connaissances externes, de minimiser les coûts de production ou de distribution de leurs services et biens, ainsi que de réduire les incertitudes de l'innovation technologique. À côté des lignes verticales de coopération (entre fournisseurs et donneurs d'ordre), se créent des lignes horizontales de coopération. D'autres chercheurs concluent que la coopération et le partage des connaissances s'encouragent du fait d'une culture, d'institutions et

d'activités communes. La qualité et l'intensité de l'interaction facilitées par la proximité et le contexte institutionnel et social imbibé de savoirs, de savoir-faire et de savoir-être spécifiques, constituent les enjeux essentiels des SRI.

Plusieurs recherches théoriques et empiriques ont été menées afin d'éclaircir le caractère multidimensionnel des SRI. Asheim et Coenen (2005) ont démontré que la confiance et la coopération peuvent se créer ou se renforcer au sein d'un SRI et influencer l'interaction à l'intérieur de celui-ci. Storper et Scott, (1995) ont étudié les dynamiques technologiques régionales et leurs effets sur l'interaction dans le cluster. Cooke (2001b) a souligné la nécessité de la mise à jour permanente des technologies existantes dans le SRI et la promotion des technologies plus récentes afin de réduire la dépendance du développement futur par le passé du cluster. D'autres auteurs ont mesuré l'influence des facteurs déterminants pour la croissance des clusters et ont défini l'impact des politiques publiques et la nature des instruments les plus pertinents (Niosi, 2005). L'approche systémique de l'innovation offre une base utile pour la formulation de conjonctures et de facteurs favorables à l'innovation. Toutefois, cette approche ne constitue pas une théorie formelle puisqu'elle n'a pas réussi à établir des modèles de relations stables entre les variables (Acs et Varga, 2002).

L'interdépendance et l'interaction des éléments constitutifs des agglomérations industrielles semblent être utiles pour expliquer l'existence des clusters. Par contre, tel que cette section en témoigne, les tentatives d'appréhension du phénomène ont abouti à une pléthore d'approches théorique, de points de vue, de méthodes de recherches et de recommandations de politiques publiques très différentes et souvent

divergentes, laissant ainsi beaucoup de place à l'incohérence et l'insuffisance des recherches empiriques et à une confusion dans l'application pratique de leurs recommandations (Markusen, 2003a, 2003b; Martin et Sunley, 2003). De nombreux désavantages sont inhérents à cette tendance au cantonnement théorique en temps (avec des études synchroniques) ou en espace (en regardant uniquement le système régional, national ou international). La section suivante présente des approches analytiques émergentes qui représentent des tentatives de mise en cohérence des discours fragmentés.

3.3 À la recherche d'une congruence structurelle et d'une opérationnalité des construits théoriques sur les agglomérations industrielles

Les études ciblant des clusters en croissance ont fait la lumière sur leurs caractéristiques spécifiques, leurs composantes et les facteurs qui seraient à la base de leurs réussites. Le cumul croissant d'évidences empiriques semble conduire vers un consensus quant aux divers ingrédients du succès. On compte parmi ceux-ci les externalités locales de connaissance (Jaffe et Trajtenberg, 1992; Audretsch et Feldman, 1996; Ellison et Glaeser, 1997; Cohen et Levin, 1989; Storper et Venables, 2004), la présence d'une main-d'œuvre hautement qualifiée (Zucker et al., 1998; Baptista et Swann, 1999; Amin et Cohendet, 2005), la présence d'universités et d'autres institutions de recherche publiques et privées (Etzkowitz et Leydesdorff, 1997; Agrawal et Cockburn, 2002), le capital de risque (Feldman, 2001; Niosi, 2005). Toutefois, malgré l'énorme quantité d'évidences empiriques, cette approche privilégiant les études de cas, semble incapable de mener vers une théorie consolidée des agglomérations industrielles. Les chercheurs commencent alors à attirer l'attention sur le besoin de se doter d'un cadre analytique et d'outils de

recherche qui, sans offrir la recette gagnante de la combinaison de ces ingrédients, puissent dépasser les frontières et les limites des perspectives existantes. Dans ce sens, la théorie des compétences des régions et l'approche des systèmes dynamiques complexes semblent être prometteuses. La première tente de structurer les vues mosaïques des agglomérations industrielles, tandis que la deuxième offre des instruments méthodologiques qui permettent l'analyse dynamique du phénomène ainsi que la formulation et la simulation de scénarios divers de la gouvernance des clusters.

3.3.1 Les compétences des régions

Selon Lawson (1999), les systèmes productifs régionaux sont dotés d'un *'ensemble of competences that 'stretches' both through space and across organisations, and contains a degree of coherence in virtue of the nature of (localized) interaction constitutive of it'*. En transposant le concept des compétences dynamiques d'une firme (Teece et al., 1997) à celui des compétences d'une région on pourrait dire que ces dernières déterminent la capacité du système productif régional d'intégrer, de fomenter et de reconfigurer les connaissances et d'autres ressources internes et externes dans le but de préserver son avantage compétitif dans un environnement qui change sans cesse et souvent très rapidement. Les compétences régionales s'influencent par les interactions qui ont lieu parmi les composantes structurelles de l'agglomération et se modifient au cours de l'histoire de celle-ci; ce qui les rend spécifiquement liées à un territoire et difficilement imitable par d'autres clusters. Ceci mène Niosi et Bas (2001) à conclure que l'analyse des externalités de connaissance et des autres forces centripètes qui s'activent dans une région devrait être précédée d'un examen des compétences de celle-

ci. Cet examen révélerait les causes de l'efficacité variable d'un instrument de la politique publique appliquée à des régions différentes. Ainsi, par exemple, la présence de laboratoires publics de recherche dans des villes qui ne disposent ni des structures organisationnelles ni des compétences nécessaires pour identifier, utiliser et diffuser les nouvelles connaissances ne dégagera pas les externalités escomptées par le gouvernement au moment où celui-ci a pris la décision sur le site d'implantation de ses laboratoires (Niosi et Bas, 2001). Selon Cooke (2005a), pendant une décennie, les recherches sur les agglomérations, les villes ou les régions apprenantes ont eu une place centrale dans la recherche académique et dans le discours et les actions des décideurs publics. Or, constate-t-il, l'interprétation de l'apprentissage comme la cure miraculeuse au retard économique a atteint ses limites et a prouvé son inefficacité. L'action publique a donné des résultats très différents dépendamment des clusters où la formule fut appliquée. Cooke suggère que l'objet de recherche devrait se déplacer du concept 'd'économies apprenantes' vers celui des compétences régionales de connaissance (*regional knowledge capabilities*) (Cooke, 2005a; 2005b). Les spécificités locales de ces dernières favorisent ou neutralisent l'action des agents, ce qui expliquerait les différences dans les résultats obtenus (Glasmeier, 1999; Bathelt, 2003; Audretsch et Dohse, 2004). Le concept des compétences peut être défini de façon énumérative sur la base des facteurs qui déterminent la capacité potentielle de la région à rapprocher ses conditions courantes (son état actuel) avec les conditions visées (l'objectif).

Tableau 2 : Les éléments constitutifs des compétences d'une région

<p>LES RESSOURCES NATURELLES Ressources naturelles accessibles dans la région</p> <p>L'INFRASTRUCTURE DE BASE Routes, voies-ferrées, etc. Télécommunications Electricité Le capital humain doté de connaissances de bases (niveau primaire et secondaire de l'éducation) Écoles primaires et secondaires Hôpitaux</p> <p>L'INFRASTRUCTURE DE LA RECHERCHE AVANCEE Universités Capital humain hautement qualifié (éducation postsecondaire) Institutions de recherche Organismes de financement</p> <p>LES ENTREPRISES Entreprises domestiques dotées d'un capital humain apte à internaliser les flux de connaissances et les flux technologiques Filiales d'entreprises multinationales (qui génèrent et qui bénéficient des flux de connaissances et des flux de technologies) Entreprises actives en R-D</p> <p>L'ENSEMBLE DES INSTITUTIONS FORMELLES ET INFORMELLES Régime de protection de la propriété intellectuelle Standards techniques Incitations et subventions stimulant l'adoption et la création des nouvelles technologies Système fiscal Politique de la concurrence Politiques horizontales et verticales encourageant des investissements et de l'innovation Mécanismes d'incitation de la collaboration entre les acteurs domestiques et étrangers Incitation à l'entrepreneuriat Les pratiques, les traditions, les habitudes et les conventions sociales, le code moral, les traditions politiques, la culture, la religion et d'autres caractéristiques de la région Adopté de Maskell et Malmberg (1999a) et Narula (2004a)</p>
--

Sur quelle base se fondent les compétences d'une région? Nous avons adopté de Narula (2004b) et de Maskell et Malmberg (1999a) des éléments nous permettant de construire le tableau 2 qui réunit les composantes structurelles d'une régions. Les relations de causalité entre les compétences et les composantes régionales fonctionnent à double-sens. De plus, les deux groupes réfléchissent une forte dépendance de sentier et se conditionnent par le niveau de développement atteint par cette région (Maskell et Malmberg, 1999a; Narula, 2004b). Ainsi, l'infrastructure d'une région peut dater de plusieurs décennies. De même, les institutions formelles et informelles, s'enracinent dans le parcours historique de la région. En conséquence, les compétences construites sur cette base sont très spécifiques à cette région.

Le rapport entre les compétences et les connaissances dont une région est le dépositaire change continuellement. En fonction de cela, les compétences peuvent servir à générer, à absorber, à diffuser, à multiplier, à retenir ou à renouveler les connaissances et contribuent ainsi à créer, renforcer, protéger de l'imitation et donc de l'érosion, l'avantage compétitif de la région (Lippman et Rumelt, 1982; Malmberg et Maskell, 1999a, 1999b). Loin d'être de simples 'conteneurs' dotés ou dépourvus de facteurs attirant les industries, les régions doivent être considérées plutôt comme des centres d'apprentissage interactif qui engagent tous les acteurs (Maskell et Malmberg, 1999b). Les mécanismes d'apprentissage mis en place reflètent un besoin spécifique de la région consistant à identifier, à assimiler, ou à exploiter des connaissances nouvelles ou existantes (Cooke, 2004). En fonction de la source géographique des connaissances, les interfaces d'apprentissage peuvent être locales (les rencontres face-à-face ; le 'buzz' régional, des relations souvent automatiques et non-structurées (Gertler et

Levitte, 2005) ou mondiales (des pipelines intra-régionales, établies de façon plus consciente et systématique) (Bathelt et al., 2004).

Est-ce que cette approche basée sur les compétences des régions servirait de dénominateur commun de toutes les perspectives théoriques sur les agglomérations industrielles? Ceci n'est pas le cas. Suite logique de la théorie des compétences des firmes, celle sur les compétences de la région affiche des faiblesses analogues. Lawson (1999) fait état de l'importante ambiguïté causale caractérisant le rapport entre les ressources et les compétences. En plus, la transposition de l'analyse d'un niveau micro à un niveau méso-économique complexifie l'objet de la recherche. La théorie des compétences régionales insiste beaucoup plus sur les relations de dépendances intangibles, non-contractuelles et non-structurées entre des acteurs hétérogènes. Ces relations sont, en partie, difficilement identifiables et mesurables. Nonobstant ces problèmes, une approche par compétence offre la possibilité d'un discours dépassant la fragmentation théorique sur les agglomérations industrielles. Cette approche offre les outils pour comprendre et interpréter les trajectoires de développement des clusters individuels et pour comparer les types d'agglomérations entre elles.

3.3.2 Les systèmes d'innovation sont des systèmes dynamiques complexes

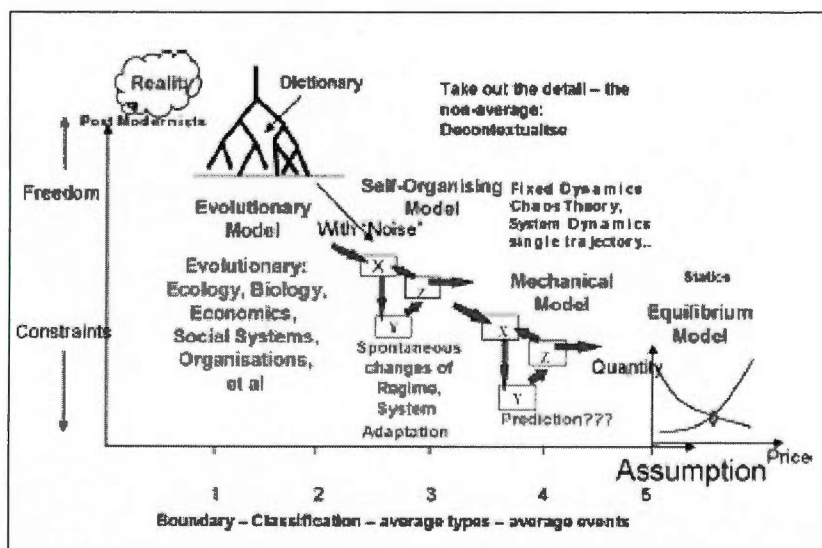
Ce qui précède mise la cohérence entre des vues fragmentaires qui font partie du stock de savoir actuel sur les clusters. Or, ce stock a principalement souligné les causes externes aux dynamiques des firmes et des industries. Des recherches récentes dévoilent les limites explicatives d'une telle façon d'aborder la problématique (Bresnahan et Gambardella, 2004). En créant

l'image de cercles vertueux dont le succès mène vers le succès, elle se montre incapable d'expliquer l'émergence de nouveaux clusters ; ce qui rend questionnable la validité d'une analyse qui se cantonne au niveau des facteurs externes. Bresnahan et al. (2001) constatent que très souvent, l'adoption de ce type d'analyse a conduit les gouvernements vers des échecs de politiques publiques ayant eu comme objectif la création de façon dirigiste de clusters d'innovation (Bresnahan et al., 2001). Pour éviter ce type de pièges, l'étude des externalités dégagées par le cluster, devrait se faire en concordance avec l'étude des dynamiques industrielles ainsi qu'avec l'appréhension et l'adaptation à leurs égards des politiques publiques. En plus, l'analyse devrait capter l'interaction de ces dynamiques distinctes. Pour cela, les systèmes complexes dynamiques commencent à être proposés par des chercheurs comme un outil analytique approprié.

Des études récentes marquent une nouvelle tendance de l'adoption de l'approche des systèmes dynamiques complexes pour l'interprétation de l'innovation (Rose-Anderssen et al., 2005; Koen, 2000), des clusters (Brenner, 2004), des systèmes nationaux et régionaux d'innovation (Niosi, 2003b; Lee et von Tunzelmann, 2005). Un système complexe est un système composé d'un grand nombre d'entités en interaction locale et simultanée. La complexité des systèmes augmente puisqu'ils sont dynamiques, fortement interconnectés, gouvernés par des boucles de rétroaction (*feed-backs*), non-linéaires, imprégnés par la dépendance de sentier, auto-organisés, adaptatifs, contre-intuitifs, résistants aux politiques et caractérisées par des *trade-offs* (Forrester, 1976; Arthur et al., 1997; Arthur, 1999; Sterman, 2000). Contrairement à un système compliqué, le système complexe ne devrait pas être simplifié pour être analysé puisque ceci détruirait à priori son intelligibilité (Le Moigne,

1990). Ainsi, la modélisation est la technique appropriée pour la compréhension des systèmes complexes. Or, selon Rose-Andersen et al. (2005), les systèmes dynamiques sont fréquemment réduits (simplifiés) à des systèmes mécanistiques (stationnaires) par le biais d'hypothèses restrictives. Celles-ci, pour assurer une capacité de prédictibilité au modèle, s'attaquent essentiellement au caractère créatif et à l'inventivité du système ; ce qui expliquerait la distance entre le modèle et la réalité. La figure 4 illustre les niveaux différents de distances qui peuvent se créer.

Figure 4 : Les hypothèses restrictives et conceptions mécanistiques de la réalité



Source: (Rose-Anderssen et al., 2005)

Est-ce que les agglomérations industrielles s'approprient bien à la logique des systèmes dynamiques complexes? Sont-elles caractérisées par des interactions multiples et dispersées entre les composantes du système, de l'absence d'un

contrôleur global, de l'adaptabilité continue à leur environnement changeant, d'un état hors de l'équilibre permanent? (Niosi, 2003b). Un certain nombre de chercheurs tentent d'établir un cadre conceptuel qui voit les agglomérations régionales comme des systèmes ouverts complexes, caractérisés par des activités interdépendantes, sensibles aux conditions initiales et soumis à des irréversibilités (Allen, 1997; Garnsey, 1998). D'autres tentent de réconcilier l'énorme littérature existante sur les clusters et les systèmes d'innovation avec celle sur les systèmes dynamiques complexes.

La section suivante s'attarde sur les frontières entre les perspectives théoriques les plus influentes, leurs limites relatives et l'impact de ces dernières pour l'appréhension de notre problématique de recherche.

3.4 La fragmentation théorique et les limites des perspectives proposées

La multitude de concepts et de perspectives théoriques développés pour l'appréhension de la dimension régionale de l'activité industrielle et innovante semble indiquer l'existence de types distincts d'agglomérations industrielles. Des critères liés aux aspects organisationnels (l'intensité et les stratégies d'interaction) et structurels (plus ou moins dotés en termes de composantes et la diversité de celles-ci) ont souvent servi à compartimenter les agglomérations en diverses catégories. Une approche méthodologique communément adoptée par les chercheurs qui ont abordé les problématiques des agglomérations, est celle qui consiste à restreindre le champ de recherche à une catégorie d'agglomération, donc à une combinaison organisationnelle et structurelle précise. Ainsi, les recherches sur les clusters englobent les industries traditionnelles et celles basées sur les nouvelles technologies

(Porter, 2000), alors que les analyses portant sur les systèmes régionaux d'innovation se limitent aux industries de haute technologie (Acs et al., 2002; Autant-Bernard et al., 2002; Cooke, 2004). Ce dernier groupe de théories met au centre de ses recherches le triptyque région-flux de connaissance-innovation. De leur côté, les études sur les régions apprenantes se concentrent principalement sur l'étude des processus d'apprentissage, au détriment d'une optique plus large intégrant l'ensemble des flux de connaissances mobilisés entre les différentes composantes organisationnelles et institutionnelles d'une agglomération industrielle (Hudson, 1999; Cooke, 2005a; 2005b).

L'adoption systématique de cette approche méthodologique sélective a été utile pour la circonscription du champ de recherche des études individuelles. A partir de la contribution de celles-ci, la littérature s'est enrichie d'innombrables recherches empiriques, profondes, détaillées et complémentaires des agglomérations industrielles. Or, cette approche a induit une fragmentation du savoir cumulé sur le phénomène étudié. Les diverses composantes de ce casse-tête de perspectives théoriques buttent contre leur incapacité de comprendre et d'expliquer des aspects du phénomène qui auraient pu être compréhensibles et explicables à partir d'une vue d'ensemble du phénomène. La segmentation des recherches explique les limites conceptuelles majeures du savoir sur les agglomérations industrielles, que nous résumons comme suit :

D'abord, la fragmentation théorique a empêché la convergence vers des modèles cohérents sur les dynamiques et les mécanismes de changement des agglomérations industrielles (Lorenzen, 2005). Sur la base du caractère stationnaire ou dynamique du phénomène qu'elles étudient, les recherches

sur l'agglomération industrielle sont scindées en deux groupes. *D'une part*, se rangent les études qui portent sur l'appréhension des dimensions et des mécanismes de fonctionnement des agglomérations, mais qui se concentrent sur un état stationnaire de celles-ci. Le nombre d'études de type synchrone domine largement la littérature sur les clusters. La plupart de ces recherches négligent la dimension temporelle, et les liens entre le passé, le présent et le futur leur font défaut (Taylor, 2005). Cette façon d'étudier les effets économiques de la proximité géographique a créé une image fautive et dommageable des agglomérations industrielles, selon laquelle l'interaction entre leurs composantes est naturelle et automatique et non pas un résultat d'efforts étendus dans le temps (Morgan, 1997). *D'autre part*, se profilent des études concentrées sur la dynamique des agglomérations industrielles. La dynamique de celles-ci a été d'abord considérée en termes d'impact des clusters sur les performances des firmes, des industries et des régions (Baptista et Swann, 1998, 1999; Autant-Bernard et al., 2002; Porter, 2003; Audretsch et Dohse, 2004). Ensuite, d'autres études ont argumenté la présence de deux types de facteurs, externes et internes, susceptibles d'influencer les dynamiques des clusters. Les facteurs externes font référence aux conditions des marchés (l'émergence de nouveaux marchés ou des changements majeurs qui concernent les marchés existants) ainsi qu'aux cadres des politiques publiques et de réglementations diverses. Parmi les facteurs internes, la littérature a retenu l'accumulation du capital humain, la présence dans l'agglomération d'organisations et d'institutions interdépendantes, les flux locaux qui s'engagent entre celles-ci, les modes de compétition et de coopération qui se mettent en marche ainsi que les mécanismes d'apprentissage (Prevezer, 1997; Dohse, 2000; Brenner, 2001b; de Fontenay et Carmel, 2001; Cantner, 2004; Dalum et al., 2005; Saxenian, 2006).

La richesse et la contribution de ces études sont indiscutables. Cependant, la dynamique des agglomérations est conçue comme une réponse aux changements des conditions internes et externes d'un cluster. Cette perception de la dynamique est loin de révéler le processus de coévolution des composantes et des mécanismes de l'agglomération et de ces facteurs de conditionnement (internes et externes) impliquant des changements mutuels et des causalités multidirectionnelles de ceux-ci. Ce type de recherches est encore à un niveau conceptuel et l'adaptation de ses principes à l'analyse des régions innovantes fait ces premiers pas (Volberda et Lewin, 2003; Sotarauta et Srinivas, 2005). Nous en retenons le besoin d'intégrer dans l'analyse des agglomérations industrielles un modèle considérant la coévolution de celles-ci et des autres dimensions du système, en l'occurrence de l'industrie et des politiques publiques.

Le nombre, la profondeur, le caractère multidisciplinaire des plateformes théoriques et la richesse des approches analytiques des études sur les clusters ne cessent pas de croître. Toutefois on connaît très peu sur les circonstances et les causes de l'émergence, de la croissance et du déclin des agglomérations industrielles. Le caractère discriminatoire des recherches en faveur des clusters performants, dont le Silicon Valley et la Route 128 sont devenus les symboles, a empêché l'analyse d'appréhender les dynamiques qui ne mènent pas forcément vers le succès, mais qui, au contraire, seraient à la base du déclin et de la disparition des clusters (Doloreux et Parto, 2004; Hommen et Doloreux, 2004).

Parallèlement aux études qui explorent les effets de la proximité géographique sur les performances économiques et la propension à innover

des organisations, des industries et des régions, il a eu d'autres études qui mettent l'accent sur l'internationalisation croissante des activités de la production et des transferts technologiques (Vernon, 1966; Ronstadt, 1977; Teece, 1981; Dunning, 1993). Selon Niosi (1999), à partir des années 1990, les recherches commencent à faire écho d'une tendance grandissante d'internationalisation de la recherche et du développement industriel, ce qui a généré des structures polycentriques de production et d'innovation. Une myriade de facteurs motive l'internationalisation des activités innovatrices. Narula et Hagedoorn (1999) et Narula (2004a) suggèrent que les motifs primaires de la globalisation de la R-D soient liés aux efforts d'adaptation des entreprises par rapport aux exigences de la demande et des conditions de marchés des endroits différents. Selon Kogut et Zander (1995), le marché s'est révélé être un mécanisme imparfait pour le transfert des connaissances, dont une partie est tacite. Dans ce contexte, l'internationalisation traduit l'intention des entreprises de s'approprier de cette partie non-commercialisable des connaissances. Depuis, l'effet combiné des divers facteurs, les modalités et les archétypes de l'internationalisation ainsi que les mécanismes de la globalisation (notamment les entreprises multinationales) ont fait l'objet de nombreuses recherches empiriques (Archibugi et Michie, 1995; Florida, 1997; Guellec et van Pottelsberghe de la Potterie, 2001; Zedtwitz et Gassmann, 2002; Niosi, 2003a). Pendant longtemps les études sur la globalisation et celles sur la régionalisation de la R-D ont coexisté, mais sans développer d'accointances théoriques entre elles. L'émergence des nouvelles technologies de l'information et de communication (TIC) et leur pouvoir transformationnel, que ce soit au niveau des méthodes de communication ou celui de l'organisation des activités économiques, ont incité la reconsidération du rapport entre les systèmes locaux de production et d'innovation et le reste du

monde. Pour certains, les changements ont été tellement drastiques qu'ils ont conduit vers 'la mort de la géographie' (Cairncross, 1997). De son côté, Morgan (2004) constate le pouvoir exceptionnel qui est allégué aux TIC comme destructrices des liens géographiques entre l'endroit d'où un service est fourni et l'endroit où celui-ci est consommé. De plus, les TIC réduiraient souvent les connaissances en information codifiée et universellement accessible. En semant des illusions de commercialisation et codification parfaites des biens et des services et en proclamant la capacité des TIC à mettre fin aux avantages liés à la proximité géographique, ces thèses ont ramené l'attention sur une dimension inexplorée des agglomérations industrielles. La régionalisation et la globalisation sont-elles deux tendances mutuellement exclusives? Cette question est devenue de plus en plus pressante dans les débats portant sur les risques de la globalisation pour la perte des avantages compétitifs des pays et des régions (*the hollowing out effect*) (Archibugi et Pietrobelli, 2003; Doloreux et Parto, 2004; Criscuolo et al., 2005). Les recherches actuelles commencent à peine à mettre les bases théoriques permettant la synthèse des conceptions, faites jusque-là 'sur-mesure' pour un contexte local ou global (Bathelt et al., 2004 ; Lundvall, 2004; Asheim et Coenen, 2005; Gertler et Levitte, 2005). Comme suggère Morgan (2004, p.13) désormais, '*a key question for future research is not which form of proximity is better, since both are necessary, but rather how will they co-evolve in practice at a time when 'localized' learning and knowledge networks are evolving into complex ecologies composed of different organizations that straddle multiple spatial scales?*'

3.5 Le cycle de vie des systèmes d'innovation

Est-ce que les théories du cycle de vie seraient utiles pour l'interprétation des dynamiques des systèmes d'innovation? Ces derniers sont-ils caractérisés par un développement séquentiel? Est-ce que le cycle de vie de l'industrie interfère avec le cycle de vie des systèmes d'innovation? Cette approche n'est pas nouvelle, mais elle est très peu développée autant sur le plan théorique qu'empirique. Bresnahan et Gambardella (2004) ainsi que Chiaroni et Chiesa (2006) pointent la tendance dominante à se concentrer sur l'appréhension du phénomène de l'agglomération de la production et de l'innovation, qui reste encore une boîte noire, mal (ou peu) compris, et de sacrifier à cela l'étude des dynamiques.

Audretsch et Feldman (1996b) sont parmi les premiers à se pencher sur l'explication de la propension à innover des clusters sur la base du cycle de vie du produit et de l'industrie. Leur modèle stipule que la proximité géographique est importante lorsque les connaissances sont tacites et donc la diffusion des externalités de connaissances ne se réalise que sur un espace géographique restreint. Selon les théories du cycle de vie, les connaissances tacites sont plus importantes durant la période de l'émergence de l'industrie. Ceci mène Audretsch et Feldman à suggérer que l'activité innovante des nouvelles industries soit plus concentrée lorsque celle-ci émerge, alors qu'elle a tendance à se disperser lorsque l'industrie franchit les phases les plus avancées de son cycle de vie. Bottazzi (2001) construit aussi son modèle théorique sur l'hypothèse que les produits et les processus se standardisent avec le temps, les bénéfices de l'apprentissage par la pratique (*learning by doing*) diminuent et l'intérêt de faire partie d'un cluster est beaucoup moindre qu'au début de l'industrie.

Boschma (1999) revisite plusieurs périodes de changements technologiques majeurs dans le but d'appréhender le rôle des clusters pendant et après que ces changements ont eu lieu. Le chercheur a souligné l'importance des *'dynamic, cumulative process of transfer and feedback of technology criss-crossing among a set of industries through various mechanisms during a particular period of time*. Bien que très intéressante, son analyse est limitée parce qu'elle passe à côté des facteurs institutionnels, lesquels sont indispensables pour expliquer pourquoi une même industrie a suivi des trajectoires différentes dans des clusters (et des pays) différents. La même limitation s'applique à la démarche qui a été choisie par Brezis et Krugman (1997) pour modéliser le cycle de vie des villes en fonction du changement technologique. Les auteurs expliquent la croissance ou le déclin des grands centres par leur capacité d'implémenter ou de résister (effets de *lock-in*) à la nouvelle technologie. Les auteurs conviennent sur la nécessité de rapprocher le modèle à la réalité, notamment par le biais de recherches empiriques approfondies.

Dans le but de mettre de l'ordre dans le savoir accumulé sur les clusters et pour faciliter la compréhension des facteurs qui influencent leurs développements, d'autres auteurs ont entrepris la formulation de typologies de clusters. Markusen (1996) suggère l'existence de quatre types de clusters : les *districts industriels*, lesquels sont basés sur la coexistence d'un grand nombre de petites entreprises inter-reliées ; les *hub-and-spoke clusters*, qui s'organisent sur les relations locales qu'entretiennent des petites et moyennes entreprises avec une ou quelques grandes entreprises ; les *clusters composés de satellites*, ces derniers étant des filiales dont la compagnie mère est à l'extérieur du cluster (dans un autre cluster du même pays ou à l'étranger) ; les clusters dépendants du gouvernement, qui ressemblent au deuxième

groupe (hub-and-spoke) sauf qu'ici le rôle central appartient à l'État. Cette typologie est un instrument utile pour analyser les modes d'interactions intra-cluster. Les échanges sont multidirectionnels et très riches dans le cluster marshallien, ils sont centralisés dans le deuxième et quatrième type de cluster ; peu d'échanges se produisent dans le contexte des clusters composés de satellites. Par contre, le défaut principal de cette typologie consiste en sa capacité limitée de faire part des dynamiques des agglomérations. Il se peut que le même cluster subisse une transformation d'un type à l'autre de la typologie ; il se peut aussi que les clusters d'une même industrie suivent des modes d'agglomérations différentes, malgré que les facteurs structurels pris en compte par la typologie de Marcusen soient les mêmes. Finalement, la réalité miroitée par certains clusters rejette cette façon *clear-cut* de la description des agglomérations industrielles. En l'occurrence, dans un même cluster, les entreprises dépendantes d'une ancre (grande entreprise ou gouvernement) peuvent coexister avec des filiales (ou des satellites). Comment réussir à mieux comprendre ces dynamiques complexes ?

Pour éluder les désavantages inhérents à un cantonnement théorique en temps (avec des études d'états stationnaires) ou en espace (en mirant uniquement le système régional, national ou international) une perspective holistique de la problématique serait souhaitable (Fagerberg et al., 2005). Un des buts de cette thèse est celui d'explorer les pistes théoriques et empiriques susceptibles de rendre cohérent les discours fragmentés par le caractère multidimensionnel des agglomérations industrielles. Dans ce sens, par la suite les divers questionnements théoriques soulevés jusqu'ici sont mis à l'examen. Pour cela nous formulons les hypothèses de travail lesquelles seront testés dans le contexte de l'industrie aéronautique. Il s'agira de comprendre

comment ont évolué les relations entre cette industrie et de ces systèmes d'innovation. Le chapitre suivant présente le cadre méthodologique de la recherche.

CHAPITRE 4

LA METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

Ce chapitre est consacré à la méthodologie de la recherche. Il présente l'objectif et les modèles de la recherche, les hypothèses du travail ainsi que nos choix méthodologiques, entre autres, en termes de collecte et de traitement des données.

4.1 L'objectif de la recherche

Cette thèse étudie la coévolution de l'industrie et de ses systèmes d'innovation. Divers arguments théoriques ont été mis en avant à ce propos. Dans un premier temps, nous *allons tester la validité de ces arguments dans le contexte de l'industrie aéronautique*. Notre but est de conclure, par le biais de la recherche empirique, sur la validation ou le rejet des raisonnements suivants :

- la théorie du cycle de vie du produit prédit un changement de la nature et de la quantité de l'innovation : au début de son cycle de vie, l'innovation du produit prédomine. Par la suite, celle-ci est progressivement substituée par l'innovation des procédés. Le nombre

des innovations est inversement lié à l'âge du produit. A mesure que le produit mûrit, l'innovation diminue.

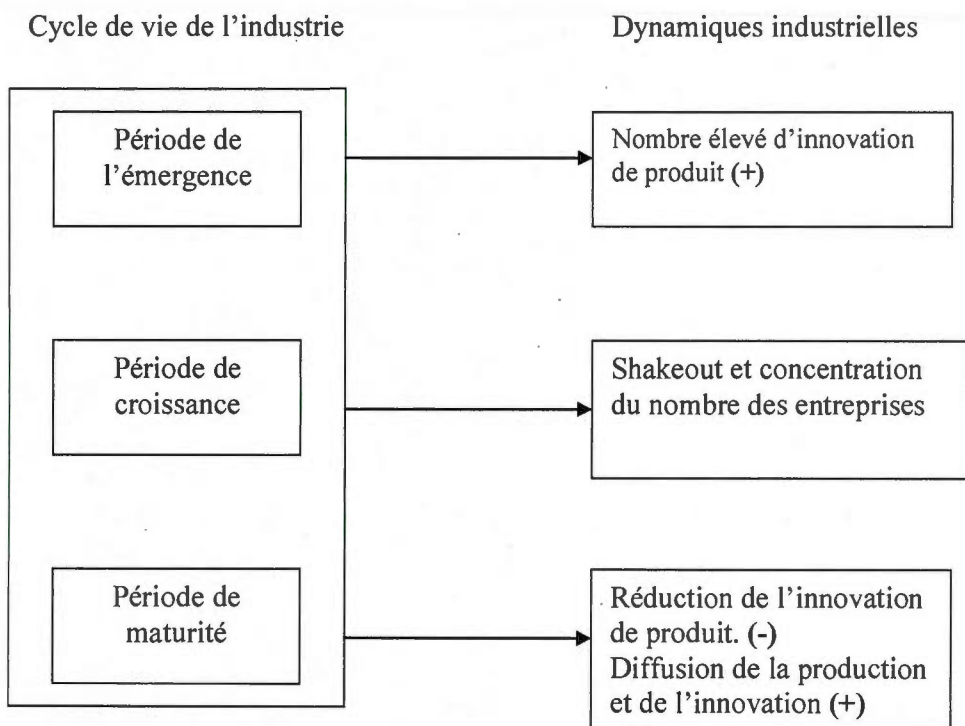
- La théorie du cycle de vie de l'industrie, stipule des régularités dans l'évolution d'une industrie. Son cycle de vie serait composé des phases subséquentes de l'émergence, de la croissance, de la maturité et du déclin. L'émergence est caractérisée de beaucoup de turbulence : un nombre élevé d'entreprises entrent et quittent le secteur. Par la suite, un '*shakeout*' se produit et l'industrie se concentre.
- Les diverses perspectives systémiques de l'innovation suggèrent que celle-ci est influencée par l'ensemble des *institutions de soutien*, privées ou publiques et du flux des intrants de l'activité innovante qui a lieu dans un pays, dans une région ou dans un secteur.
- L'hypothèse de la firme d'ancrage présume que la présence dans une région d'une grande entreprise innovante entraîne un effet d'attraction dans la région d'autres innovateurs

Dans un deuxième temps, l'objectif de notre recherche est d'aboutir à *un modèle intégrateur des dynamiques de l'industrie et de ses systèmes d'innovation*. À cet effet, nous visons le regroupement des divers types d'évolution sous forme d'une typologie des systèmes d'innovation laquelle tiendra compte des dynamiques spatio-temporelles. Le but est d'évaluer par la suite le besoin et la possibilité des divers acteurs de formuler et de mener des interventions appropriées à chaque niveau de l'évolution des industries et du contexte dans lequel cette évolution se produit.

4.2 Les modèles de la recherche

Les problématiques soulevées dans cette thèse sont explorées sur la base de trois modèles de recherche. Le premier modèle, la figure 5, considère l'influence du cycle de vie de l'industrie sur l'activité innovante des pays, des régions et des entreprises.

Figure 5 : Le cycle de vie et les dynamiques industrielles

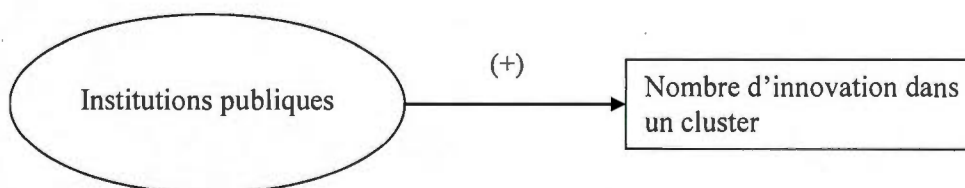


Ce modèle s'appuie sur les présupposés des théories du cycle de vie du produit et de l'industrie. Le passage d'une l'industrie de l'émergence vers les phases plus avancées de son cycle de vie affecte le nombre d'innovations, de même que la géographie de la production et des externalités de connaissances de cette industrie. Le taux de survie et la persistance des innovateurs seront

influencés par l'ordre d'entrée des entreprises. Celles qui entrent au début du cycle de vie de l'industrie sont plus innovantes et ont plus de chances de survie. Les nouvelles industries sont caractérisées de fortes turbulences, tandis que les industries matures sont plus stables et ont tendance à se concentrer.

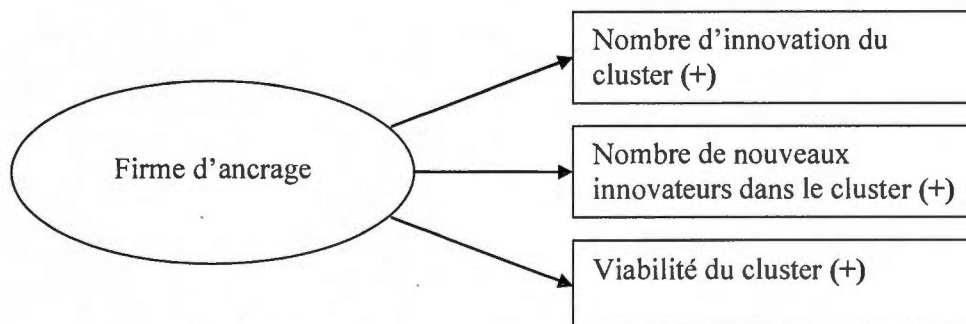
Le deuxième modèle, la figure 6, étudie l'influence des institutions publiques et privées sur l'activité innovante des régions. La présence de telles institutions (laboratoires publics, universités de recherche, associations industrielles) contribue à l'augmentation du nombre d'innovation d'un cluster. Parmi ces institutions il y a les incitations de la politique publique.

Figure 6 : Les institutions publiques et l'innovation



Le troisième modèle, la figure 7, évalue les effets de la présence d'une firme d'ancrage par rapport à l'activité innovante d'un cluster. La firme d'ancrage est supposée attirer dans la région d'autres entreprises innovantes. La croissance ou la décroissance de la firme d'ancrage se reflète sur la croissance ou la décroissance de l'activité innovante du cluster.

Figure 7 : La firme d'ancrage et l'activité innovante d'un cluster



4.3 Les hypothèses du travail

Notre recherche vise la mise à l'épreuve des hypothèses de travail suivantes:

Hypothèse 1 (H1): L'innovation atteint son niveau maximal durant les premières phases du cycle de vie du produit et de l'industrie et décline durant les phases successives de ceux-ci.

Hypothèse 2 (H2): Les nouveaux produits sont lancés dans les pays industrialisés Durant les phases plus avancées de leurs cycles de vie, ils se diffusent vers les pays en développement. Cette hypothèse implique que :

H2.a) La part des pays en développement dans la production desdits produits augmente progressivement en même temps que celle des pays industrialisés recule.

H2.b) La part des pays en développement dans l'activité innovante de l'industrie croît graduellement.

H2.c) Le flux des externalités de connaissance des pays développés vers les pays en développement a tendance à s'intensifier durant la phase de maturité de l'industrie

Hypothèse 3 (H3): La présence d'institutions de soutien, publiques ou privées, est un élément explicatif déterminant de la croissance et de l'évolution des systèmes d'innovation.

Hypothèse 4 (H4): L'émergence d'une industrie est caractérisée par de fortes turbulences consistant dans un nombre élevé d'entreprises qui entrent ou qui quittent le secteur.

Hypothèse 5 (H5): Une contraction, suivie d'une forte concentration du nombre des entreprises, marque le passage de l'industrie vers les phases plus avancées de son cycle de vie.

Hypothèse 6 (H6): La présence dans une région d'une firme d'ancrage affecte positivement l'activité innovante de cette région. Ainsi,

H 6.a): La présence dans une région d'une firme d'ancrage attire dans cet endroit d'autres entreprises innovantes qui opèrent dans le même secteur ou dans des secteurs reliés.

H 6.b): La croissance ou le déclin de la firme d'ancrage conduit vers la croissance ou le déclin de l'activité innovante de cette région.

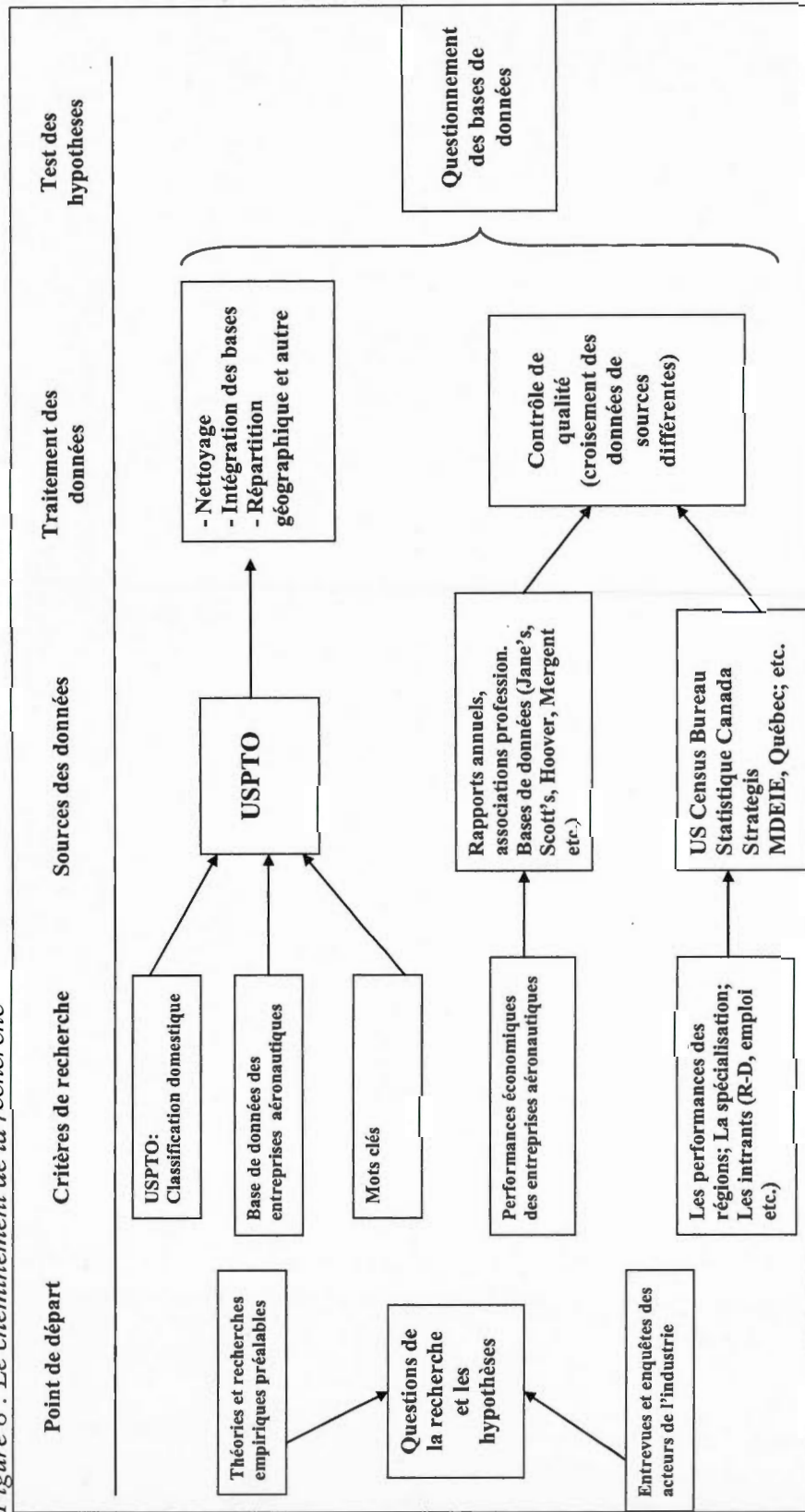
H.6 c): La propension à breveter d'une région est positivement reliée aux nombre de firmes d'ancrage qui sont présentes dans cette région.

H.6.d) : Les clusters qui accueillent l'industrie lorsque celle-ci émerge, ont tendance à dominer l'activité innovante de cette industrie.

4.4 Le cheminement de la recherche

Tel que présenté dans la figure 8, ce travail de recherche a été composé en plusieurs étapes. D'abord, nous avons délimité le cadre de notre travail en définissant les questions et les critères de recherche. Ensuite, nous avons exploré de nombreuses sources de données et avons conceptualisé et construit nos propres bases de données. La dernière étape a été de tester les hypothèses de travail et d'analyser les résultats obtenus. Afin de mener à bien cette recherche, nous avons effectué quelques choix méthodologiques clés sur la conceptualisation des variables et des bases de données ainsi que sur leur traitement statistique. Le reste de cette section présente les grandes lignes du cheminement et des choix méthodologiques effectués.

Figure 8 : Le cheminement de la recherche



4.4.1 Le point de départ

Le point de départ de notre recherche a permis d'identifier les questions de recherche et les hypothèses de travail. Nous avons d'abord entrepris une étude approfondie de la littérature disponible sur les problématiques portant sur l'évolution des systèmes d'innovation, celle des produits et des industries, ainsi que des politiques publiques. Un deuxième axe de lecture a porté sur l'abondante documentation sur l'industrie aéronautique.

Suite à ce travail, nous avons été en mesure d'avoir une première version de nos questions de recherche. Afin de les peaufiner et surtout afin de les confronter aux nouvelles réalités auxquelles l'industrie aéronautique fait face actuellement, nous avons adopté une méthode interactive de la recherche. Le principe de celle-ci est de tester sur une petite échelle les questions de recherche et en fonction de cela procéder, si nécessaire, à une reformulation de la problématique (Flick, 2002). Nous avons participé à deux projets de recherche portant le premier sur les alliances entre les grandes et les petites entreprises et le deuxième sur les clusters canadiens de la haute technologie. Lors de ces recherches, nous avons eu l'occasion de visiter une trentaine d'entreprises des clusters d'aérospatiale de Montréal et de Toronto. À part d'être un test pour la pertinence de notre problématique, cette expérience du terrain nous a permis de mieux pondérer l'importance accordée aux divers sujets de la recherche. Au début, nous étions intéressés surtout au phénomène de la régionalisation de l'innovation. Suite aux entrevues sur le terrain, nous remarquions que l'internationalisation de la production et de la R-D, semblait revêtir une importance de plus en plus grande pour les entreprises. Ainsi, la globalisation a nécessairement pris plus de place dans

notre étude et elle n'est pas considérée comme un phénomène antinomique de la régionalisation, mais plutôt comme sa contrepartie.

4.4.2 Les critères de la recherche et les sources des données

L'étude de la coévolution de l'industrie avec ses systèmes d'innovation, tel que vu au premier chapitre, impose des exigences précises (Lewin et Volberda, 1999). Parmi celles-ci, la nécessité d'une analyse longitudinale de la recherche est la plus difficile à satisfaire. De l'autre côté, la mesure de l'activité innovante est aussi une tâche assidue (Griliches, 1979). Chaque recherche empirique sur le changement technologique doit relever le défi inhérent à la mesure de l'innovation (Archibugi, 1988). Malgré la mise au point de plusieurs types de mesure, l'indicateur parfait n'existe pas. Le tableau 3 résume les indicateurs communément utilisés pour mesurer l'innovation, ainsi que les avantages et les limites de chacun d'eux. L'innovation est un phénomène multidimensionnel caractérisé de différents types, tels que l'innovation de produit, du processus, de marketing ou l'innovation organisationnel (OCDE, 2002, 2005). En fonction des sources de données utilisées pour la mesure de l'innovation trois groupes d'indicateurs se sont distingués :

- Les indicateurs basés sur les intrants de l'innovation tels que les dépenses de R-D, le nombre du personnel scientifique ou les moyens physiques consacrés à la R-D (par exemple les laboratoires). Le défaut principal de cet indicateur est d'inclure seulement une partie des intrants utilisés par l'entreprise dans son projet de recherche. Ainsi par exemple les dépenses en design ou pour la construction de prototypes ne sont pas incluses. Une

autre difficulté de cet indicateur est qu'il identifie l'intrant de la R-D avec le résultat de la R-D, en présumant que chaque dollar investi en R-D se transforme en innovation.

Tableau 3 : Les avantages et les désavantages des divers indicateurs de l'innovation

Type de mesure	Forces	Faiblesses	Sources
1) Intrants -Recherche et développement -Personnel de R-D -Moyens physiques	-Données systématiques et plutôt formalisées -Longitudinales - De plus en plus de détails sur les composantes de la R-D	-Différence entre intrant et résultat -Sous-estimation des données sur le design, ingénierie et sur certaines industries (ex. celles du logiciel) -Présence des liens temporels directs entre la R-D et l'innovation	-OCDE Scoreboard et autres publications -Sources nationales -Entreprises -Enquêtes sur l'innovation -Enquêtes ad hoc
2) Intrants ou Résultats -Brevets -Dessins -Marques de commerce	-Données systématiques - Longitudinales - Détaillées (par entreprise, géographie, industrie, domaine technologique, etc.) - Information publique et accessible	-Différence entre invention et innovation -Une propension à breveter inégale parmi les pays, les industries, les firmes; -Difficultés de repérage des brevets des ICT, biotechnologies, etc.	USPTO EPO OPIC JPO OMPI OCDE
3) Résultats -Nouveaux produits annoncés	-Mesure directe de l'innovation -Information détaillée (secteurs; flux intersectoriels de la technologie; régional data;	-Ignore l'innovation du processus -Information basée sur les annonces des firmes sur ce qu'elles considèrent comme nouveaux produits. Peu vérifiable	Futures Group US Small Business Administration Enquêtes sur l'innovation Journaux et publications divers Entreprises

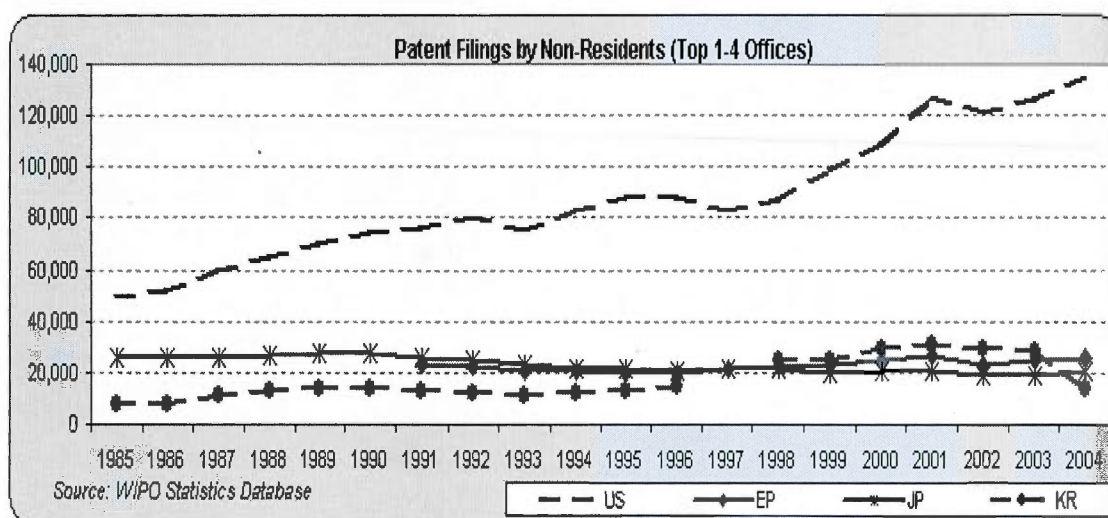
- Freeman (1982) et Acs et al. (1994), et beaucoup d'autres chercheurs après eux, se sont servis du résultat du processus de l'innovation, comme mesure de celle-ci. Le nombre des nouveaux produits annoncés par les entreprises est une mesure directe et détaillée de l'innovation. Or, à part d'ignorer l'innovation du processus, ce type d'indicateur est basé sur ce que les entreprises considèrent comme un nouveau produit. Cette information est peu vérifiable par rapport au degré de nouveauté que le produit représente réellement.
- De leur côté, les brevets, qui sont une mesure intermédiaire de l'innovation, sont rigoureusement scrutés. Une invention est brevetable seulement si elle satisfait les critères essentiels d'être i) nouvelle, c'est-à-dire, originale ; ii) non triviale ou non-évidente aux experts du domaine la concernant ; iii) utile, applicable dans l'industrie et dotée d'une valeur commerciale. L'indicateur de l'innovation basé sur les brevets a beaucoup d'avantages. Les données sur les brevets sont systématiques, longitudinales et publiques, donc facilement accessibles. L'analyse des brevets permet de déceler plusieurs facettes du processus de diffusion et d'adoption du changement technologique, que ce soit du point de vue chronologique, géographique ou sectoriel (Scherer, 1965; Schmookler, 1966; Nelson et Winter, 1974; Jaffe et Trajtenberg, 1992). Selon Griliches (1990), dans un désert de données sur l'innovation, les brevets ont ressemblé à un mirage doté de plénitude et d'objectivité. En effet, de nombreuses études ont élargi la portée explicative et donc l'utilisation des brevets en tant que mesure de l'innovation (Mowery et Rosenberg, 1982; Pavitt, 1984; Guellec et van Pottelsberghe de la Potterie, 2001; Acs et al., 2002). Cependant, tout comme les autres indicateurs de l'innovation, les

brevets aussi ont des limites. Ainsi, ce n'est pas toute invention qui se traduira en innovation (Soete et Turner, 1984; Ernst, 2001). De plus, les recherches ont dévoilé une hétérogénéité importante en termes de proportion à breveter entre les firmes, les industries ou les pays, ce qui rendrait difficile la comparaison entre eux. À tous les niveaux, micro ou macro-économiques, on déploie des stratégies diverses d'innovation (par exemple en choisissant d'innover ou d'imiter, etc.) et de la protection de l'innovation (par exemple en choisissant de breveter ou de garder le secret). Par ailleurs, les brevets ne captent pas la partie non-codifiée des connaissances qui est sensée influencer aussi l'activité innovante des entreprises, des secteurs ou des régions (Audretsch et al., 2002). Finalement, la ligne de démarcation entre l'innovation radicale et incrémentale est invisible quant on utilise les brevets comme un indicateur de l'innovation (Malerba et Orsenigo, 2000).

La base de données de l'Office des Brevets des États-Unis d'Amérique (USPTO) constitue une des sources principales de notre recherche. Deux facteurs nous ont orientés vers ce choix. D'abord, parce que les États-Unis ont dominé l'activité innovante dans le secteur aérospatial et ont produit le nombre le plus important de brevets dans ce secteur. Ensuite, parce qu'ils sont aussi le marché technologique le plus important au monde, ce qui amène la majorité des innovateurs d'autres pays, à breveter leurs nouveautés aux États-Unis. Un tel comportement est évident dans la figure 9 qui représente le nombre de demandes de brevets faites par des non-résidents auprès des offices de brevets les plus importants au monde. Le décalage entre le nombre de demandes reçues aux États-Unis et celles reçues ailleurs ne cesse pas de croître. Ainsi, l'effet conjugué de ces deux facteurs nous assure l'accessibilité

auprès de l'échantillon des brevets aéronautiques le plus représentatif possible.

Figure 9 : Le nombre de demandes de brevets présentés par les non résidents dans les offices de brevets américain (US), européen (EP), japonais (JP) et coréen (KR)



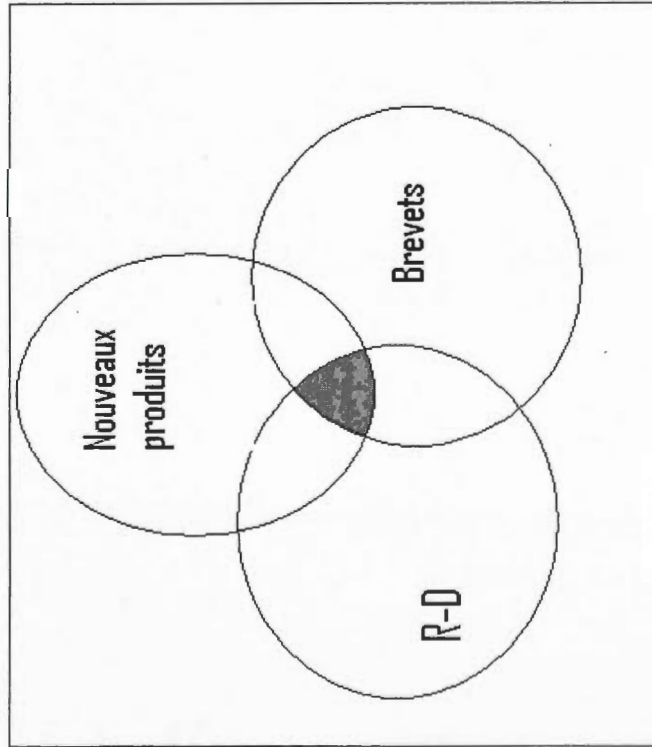
En retenant les brevets comme mesure de l'innovation, avons-nous fait un choix judicieux ? Pour prendre cette décision nous avons considéré les atouts et les limites de ce type de mesure ainsi que le contexte et les exigences de notre recherche. Dans le cas de l'industrie aéronautique, la base des brevets est la seule source qui offre la possibilité de construire des séries longitudinales remontant jusqu'à la période de l'émergence de l'industrie. Par ailleurs, de nombreuses recherches comparatives portant sur les indicateurs de l'innovation révèlent l'existence de deux types de situations. Dans certains cas, l'utilisation de divers indicateurs pour mesurer

l'innovation aboutit à une situation de complémentarité (la figure 10a), ou chaque indicateur capte une partie de l'innovation qui n'est pas interceptée par les autres indicateurs (Kleinknecht et al., 2002; Jensen et Webster, 2003). Dans ce contexte, il est indispensable que l'analyse soit basée sur une combinaison de plusieurs indicateurs. Par contre, dans une situation de chevauchement, la partie captée par chaque indicateur se recoupe avec celle détectée par les autres types de mesures (la figure 10, b). Dans ce cas, les indicateurs sont statistiquement substituables (Griliches, 1990; Hagedoorn et Cloudt, 2003; Bessen et Hunt, 2004). L'industrie aéronautique fait partie, selon nous, de cette deuxième catégorie.

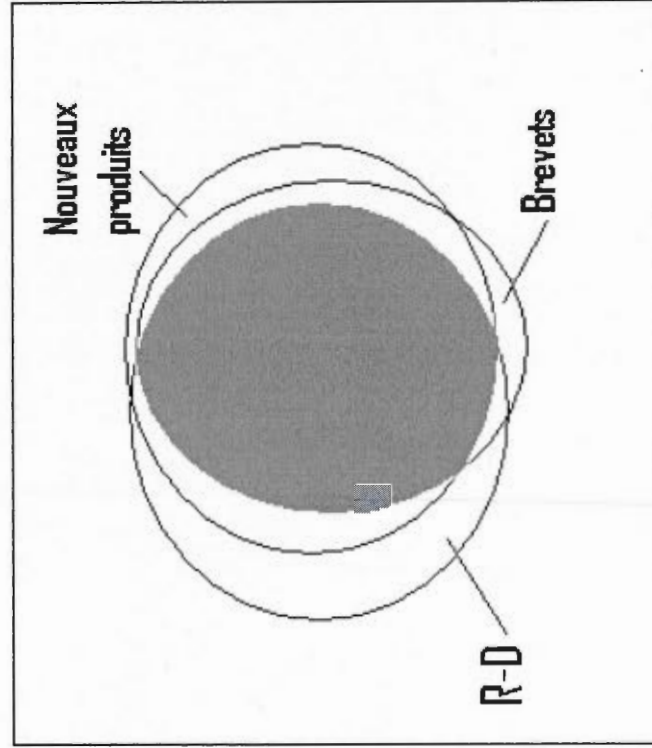
Toutefois, lors de notre recherche nous avons combiné les informations qui découlent des brevets avec celles obtenues par d'autres indicateurs. À cette fin, des sources complémentaires ont été consultées. Parmi celles-ci, une place importante ont eu les diverses encyclopédies de l'aviation qui nous ont fourni des détails sur les nouveaux types d'avions et leurs producteurs. Par ailleurs, les diverses bases de données, privées ou publiques, générales ou celles spécialisées sur l'industrie aéronautique ont constitué d'autres sources indispensables d'informations sur les intrants de l'innovation (les dépenses de R-D privées ou publiques). Mentionnons, à cet égard, Jane's, Scott's, Mergent, Hoover, US Bureau of Census, Statistique Canada, Strategis, et d'autres sources de données gouvernementales ou des organisations associatives de l'industrie.

Figure 10 : Résultats de recherches obtenus suite à l'utilisation de différents indicateurs de l'innovation

(a) : Situation de complémentarité



(b) Situation de chevauchement



4.4.3 La conceptualisation des bases de données, l'échantillonnage et la collecte des données

Pour tester les hypothèses de la recherche, nous avons conçu les bases de données suivantes:

- les bases des brevets aéronautiques de la classe 244 de la classification domestique de USPTO et des brevets aéronautiques de la chaîne des fournisseurs du secteur aéronautique ;
- la base de données des producteurs d'avions ;
- la base des données sur les performances des systèmes d'innovation aéronautique canadiens.

Par la suite, nous introduisons les principes de la conception, les sources de l'information, les techniques d'échantillonnage et de collecte de données ainsi que le travail de normalisation qui a été fait pour chacune de ces bases.

Les bases de données sur les brevets

Deux types de requêtes ont été déployés afin de recueillir l'information sur les brevets d'aéronautique lesquels couvrent tout le cycle de vie de l'industrie jusqu'en 2003.

Premièrement, nous avons extrait de la base de brevets USPTO (United States Patent and Trademark Office) l'ensemble des brevets appartenant à la classe 244. Selon la classification courante de USPTO, cette classe regroupe les brevets du domaine technologique 'Aéronautique'. Pour la période 1900-1975, le USPTO offre seulement une version image des brevets (intraitable informatiquement). Dans ce contexte, il a été indispensable de fournir un effort énorme pour l'extraction et la saisie des

données contenues dans les 26 292 brevets appartenant à cette période. De plus, pour cette partie les requêtes peuvent être faites seulement en fonction du numéro du brevet ou de la classe de la classification domestique courante de USPTO. C'est donc uniquement par ce deuxième biais que nous avons pu accéder à l'information désirée. De chaque brevet les informations suivantes ont été extraites :

- le numéro d'identification du brevet ;
- l'année de l'obtention du brevet ;
- le titre du brevet ;
- les domaines technologiques de l'invention (selon la classification domestique courante de USPTO) ;
- la ville de l'inventeur ;
- l'état de l'inventeur ;
- le pays de l'inventeur ;
- le nom du titulaire du brevet ;
- la ville du titulaire du brevet ;
- l'état du titulaire du brevet ;
- le pays du titulaire du brevet.

Dans la majorité des cas, les brevets recensés appartiennent à plusieurs domaines technologiques. En l'occurrence, des brevets peuvent être classés simultanément dans jusqu'à 40 domaines technologiques différents. Pour éviter d'avoir un résultat biaisé par la présence d'inventions 'tangentes' (des inventions lointaines ou annexes par rapport aux inventions dans le domaine visé) nous avons gardé dans notre base de données seulement les brevets qui revendiquent la classe 244 comme le principal (le premier) domaine technologique. Pour la période 1900-1975, 20370 brevets correspondent à ce critère. 13721 brevets ont été accordés

durant les années 1976-2005, dont 6163 ont la classe 244 comme primaire. Nous avons extrait les mêmes informations ci-dessus listées.

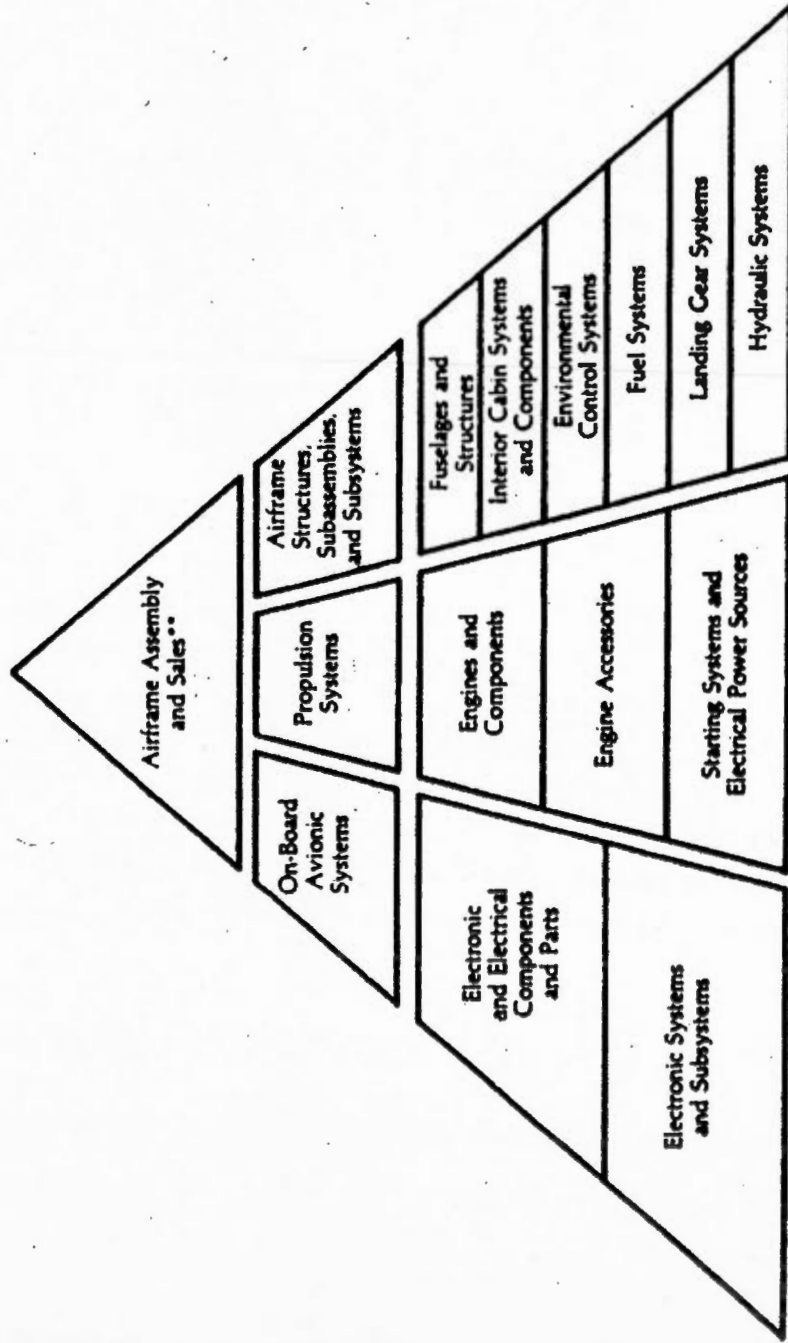
La normalisation des données a consisté à nettoyer et harmoniser les données brutes : unifier les noms d'un même titulaire écrit de plusieurs façons différentes ou contenant simplement des fautes d'orthographe, etc. Le volume important des brevets consultés et le large laps de temps qu'ils couvrent ont nécessité beaucoup de travail de normalisation.

Deuxièmement, nous avons effectué une requête des brevets de la chaîne des fournisseurs du secteur aéronautique à partir des noms des entreprises appartenant à la chaîne des fournisseurs de l'industrie aéronautique. Pour établir la liste des fournisseurs de la chaîne des valeurs de l'industrie, nous nous sommes basés sur le rapport spécial préparé par American Aerospace Association 'Aircraft Supplier Guide. Tracking the Links in the Supply Chain' (American Aerospace Association, 2002). Le rapport a recensé 215 entreprises ayant participé aux 48 programmes d'avions (voir liste en annexe A, la page 335). Dans le but d'avoir un échantillon le plus représentatif que possible de la population des entreprises d'aéronautique, d'autres sources de données complémentaires ont été utilisées, notamment Jane's Aircraft suppliers, ainsi que les bases de données des Associations industrielles nationales (l'Aerospace Industries Association of Canada ; le Comité sectoriel de main-d'œuvre en aérospatiale du Québec ; Aerospace Industry Association of America ; Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales, etc.)

Lors d'une deuxième étape, nous avons classé les entreprises selon la place qu'elles occupent dans la hiérarchie de la chaîne de la valeur du secteur. La hiérarchisation des entreprises du secteur aéronautique

ressemble à une pyramide avec à la tête les intégrateurs du système (Tier I), les producteurs des sous-systèmes au deuxième niveau (Tier II) et les producteurs des systèmes au troisième niveau (Tier III). Un quatrième niveau, composé par les fournisseurs de pièces, peut être ajouté à la pyramide. (Figure 11) Toutefois, le poids de ces derniers par rapport à l'activité innovante de l'industrie est minime. Nous avons codé les entreprises selon le type d'activité qu'elles fournissent et le niveau de hiérarchie auquel elles correspondent (voir la partie sur les définitions opérationnelles de la recherche).

Figure 11 : La pyramide de la chaîne des fournisseurs de l'industrie aéronautique



Par la suite, nous avons cherché les brevets dans le USPTO pour chacune des entreprises faisant partie de la chaîne des fournisseurs. À part la recherche des brevets en fonction du nom de l'entreprise qui est titulaire du brevet, nous avons été obligé d'effectuer aussi une recherche par mots clés. En effet, il a deux types d'entreprises aéronautiques innovantes : celles dont l'activité principale est liée au secteur de l'aéronautique et les autres qui sont de type conglomérat. Pour ces dernières, il a été nécessaire de sélectionner parmi leurs brevets ceux qui correspondaient à leur activité dans le domaine aéronautique. Le travail de normalisation est le même que celui décrit pour la première base de données. 21694 brevets ont résulté de cette recherche. Le questionnement des données a été grandement facilité par l'utilisation du logiciel Novaview. Celui-ci a rendu possible l'organisation des données dans des cubes multidimensionnels, préparés en collaboration avec les experts de l'Observatoire des Sciences et de la Technologie de l'UQAM.

La base de données des producteurs d'avions

Pour constituer cette base, nous avons consulté diverses encyclopédies d'aviation, ou d'autres publications spécialisées, des sites web de compagnies, etc. L'encyclopédie préparée par David Mondey et Michael Taylor (2002) nous a été particulièrement utile puisqu'elle est une des rares à avoir recensé systématiquement les avions produits depuis l'émergence de l'industrie, ainsi que les producteurs (les assembleurs) d'avions. La base contient quelque 612 entrées et couvre la période 1912-2000. Ses données nous informent :

- *sur le producteur* (son ou ses noms, si cela a changé ; l'année de la fondation/ le fondateur et l'affiliation à d'autres entreprises/ le pays d'origine/l'année de la cessation d'activité) ;

- *sur le produit* (le nom du produit/le ou les types d'avions ; le type de secteur militaire ou civil) ;
- *sur les transferts technologiques et les dynamiques sectorielles* (les faillites/les acquisitions/les fusions/ les licences/les alliances).

La base de données sur les performances des systèmes d'innovation aéronautique canadiens

Dans le but de retracer et d'analyser en détail les performances des clusters canadiens d'aéronautique, nous avons conçu cette base de données qui offre les informations suivantes sur les entreprises aéronautiques canadiennes :

- le code de l'activité industrielle (SCIAN) ;
- le niveau dans l'hierarchie de la chaîne de valeur de l'industrie (Tier) ;
- l'année de la fondation ;
- le nombre de brevets ;
- le chiffre d'affaire ;
- la croissance (2002/1993) ;
- les dépenses de R-D (en % sur le chiffre d'affaire) ;
- le nombre d'effectifs ;
- le personnel scientifique et technique ;
- les exportations (le volume et la destination géographique).

La base contient quelque 215 entreprises montréalaises et 225 entreprises ontariennes, dont 190 appartiennent à la région de Toronto. Afin d'établir la liste des établissements actifs, nous avons croisé l'information découlant de sources différentes telles que la base des entreprises du MDEIE du Québec, Strategis et celles des associations industrielles, ainsi que de Scott's Canada, Mergent et Hoovers. Les données sur les brevets

proviennent de USPTO. Les rapports annuels des compagnies et leurs sites web ont été aussi une source incontournable.

4.4.4 Les définitions opérationnelles de la recherche

Définition de l'industrie aéronautique

Selon le système de classification des industries de l'Amérique de Nord (SCIAN) l'industrie de la fabrication de produits aérospatiaux et de leurs pièces (la classe 3364) comprend les établissements dont l'activité principale est la fabrication d'aéronefs, de missiles, de véhicules spatiaux et leurs moteurs, leurs systèmes de propulsion, leur matériel auxiliaire et leurs pièces. La conception et la production de prototypes qui se retrouvent dans cette classe, tout comme la révision et la conversion en usine des aéronefs et des systèmes de propulsion. L'annexe B, la page 341, présente l'ensemble des définitions détaillées des dessous-classes du groupe 3364.

Une des difficultés principales d'une étude longitudinale comme la nôtre consiste dans l'harmonisation des systèmes de classification qui ont été utilisés pendant des diverses époques pour définir l'industrie. L'ancien Système de classification industriel (SIC) a subi de nombreux changements et a été remplacé par la suite par SCIAN. Ce dernier aussi est soumis périodiquement à des révisions quinquennales. (Statistique Canada, 2002) Toutefois, la conversion des données d'un système à l'autre n'a pas été une tâche insurmontable puisque l'industrie aéronautique est compacte, structurellement très organisée ainsi que très documentée. Dans certains cas, des informations complémentaires sur les entreprises de ce secteur ont été utiles afin de définir leur place dans l'industrie. Le critère principal de la sélection des entreprises a été celui d'avoir comme code

principal de son activité le code SIC (3721-3769) ou SCIAN (3364). Toutefois, nous avons été obligés de déroger à ce critère à maintes reprises. En effet, ce critère est respecté dans le cas d'entreprises comme Boeing (avec plus de 98% de son chiffre d'affaire provenant de ce secteur), EADS (100%), BAE systems (85,5%) Embraer (100%). Or, ce critère exclurait des entreprises comme United Technologies (avec seulement 29% de l'activité reliée à l'aérospatial), General Dynamics (15.7%) Groupe Textron (46%) et d'autres qui, bien que n'ayant pas l'aérospatial comme activité principale, sont des acteurs clés de l'industrie.

La chaîne de valeur de l'industrie aérospatiale

L'industrie aérospatiale est composée des:

- *maîtres d'œuvre/intégrateurs de système* qui conçoivent l'architecture des grands systèmes et les assemblent ;
- *motoristes* conçoivent et fabriquent les moteurs d'avions;
- *équipementiers* qui travaillent directement avec les donneurs d'ordre et sont chargés de la conception et de la réalisation de sous-ensembles ;
- *des fournisseurs* ou les sous-traitants de capacités ou de spécialités (pneumatiques, pentures, traitement de surface, alliages spéciaux, usinage, etc.).

Leur statut en fonction de la hiérarchie de la chaîne de valeur est segmenté en assembleur de systèmes (Tier 1), sous-assembleur de systèmes (Tier 2), producteur de systèmes (Tier 3) et fournisseurs de pièces (Tier 4). Le tableau 4 relie les codes d'activité aéronautique et le niveau de hiérarchie (le Tier) auquel elles appartiennent. Lors de cette recherche, la codification nous sera utile afin de mesurer l'impact du type d'activité ainsi que du niveau hiérarchique de l'entreprise par rapport à son activité innovante.

Tableau 4 : La codification des activités du secteur aéronautique selon la hiérarchie dans la chaîne de la valeur de l'industrie

Le code de l'activité	Le type d'activité	Le niveau hiérarchique
1	Airframe assembly and Sales	Tier I
2	On-Board Avionic Systems	Tier II
3	Propulsion Systems	Tier II
4	Airframe Structures, Subassemblies and Subsystems	Tier II
5	Electronic and Electrical Components and Parts	Tier III
6	Electronic Systems and Subsystems	Tier III
7	Engines and Components	Tier III
8	Engines Accessories	Tier III
9	Starting Systems and Electrical Power Sources	Tier III
10	Fuselages and Structures	Tier III
11	Interior Cabin Systems and Components	Tier III
12	Environmental Control Systems	Tier III
13	Fuel Systems	Tier III
14	Landing Gear Systems	Tier III
15	Hydraulic Systems	Tier III
16	Tires, wheels and brakes	Tier III
17	Tail	Tier III
18	Wings	Tier III

La mesure de l'activité innovante de l'industrie aéronautique

Dans le contexte de cette recherche, les brevets sont utilisés comme la mesure principale de l'innovation dans l'industrie aéronautique. Même si d'autres variables de contrôle sont également utilisées (par exemple : les dépenses de la R-D, les nouveaux modèles d'avions produits, etc.) les brevets d'aéronautiques constituent la partie fondamentale de nos analyses. Une partie des brevets recueillis à cet effet appartiennent à la classe 244 (*Aeronautics and Astronautics*) de la classification domestique d'USPTO. L'autre partie correspond aux brevets aéronautiques des entreprises participantes à la chaîne de valeur de l'industrie. Ce deuxième groupe de brevets a été filtré en fonction de mots-clés reliés au domaine d'activité aéronautique de l'entreprise concernée.

Définition des frontières géographiques du système régional d'innovation

Nous avons utilisé deux niveaux d'agréations territoriales. La recherche a adopté la notion opérationnelle utilisée par Niosi (2005) dans son étude des systèmes régionaux d'innovation au Canada et qui est basée sur les régions métropolitaines. Selon Statistique Canada, les régions métropolitaines font partie des régions statistiques normalisées et incluent les régions métropolitaines de recensement et les agglomérations de recensement. Ces régions qui sont définies par Statistique Canada sont formées d'une ou plusieurs municipalités adjacentes situées autour d'une grande région urbaine (appelée noyau urbain). Un noyau urbain doit compter au moins 100 000 habitants pour former une région métropolitaine de recensement (RMR). Cependant, en fonction du niveau de désagrégation nécessaire de l'analyse, dans le cas des États-Unis, nous

avons quelquefois utilisé l'État comme confinement territorial d'un cluster.

Un cluster innovant est celui qui détient plus que 1% du total des brevets de l'industrie (pendant tout le cycle de vie industriel). La période du début de l'activité innovante d'un cluster dans le secteur aéronautique est considérée être celle de l'année où a été livré son premier brevet aéronautique.

PARTIE II

LA COÉVOLUTION DE L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE ET SES SYSTÈMES D'INNOVATION

Cette partie a un triple objectif. D'abord, il s'agit d'introduire et délimiter le contexte de notre recherche et pour cela les particularités et les dynamiques de l'industrie aéronautique sont mises en évidence. À l'issue de l'étude de l'évolution de cette industrie, nous serons en mesure de déterminer les facteurs ayant influencé son parcours ainsi que la temporalité de leurs interventions.

Ensuite, notre attention se penche sur le rapport entre le changement technologique et le cycle de vie de l'industrie aéronautique. Comment les particularités de chacune de ces phases affectent l'activité innovante des divers acteurs ? Nous analysons l'influence du caractère cyclique de l'industrie sur l'intensité de l'innovation du secteur, sur la diffusion des connaissances, sur la persistance et la survie des innovateurs. De plus, nous allons en profondeur des relations entre les firmes d'ancrage et les régions qui les accueillent, afin de déceler chaque élément de leurs coévolutions. Nous prenons également en compte le rôle des institutions qui soutiennent et qui stimulent l'innovation ainsi que leur évolution dans le temps.

Finalement, le regard porté aux dynamiques industrielles et celui qui concerne les dynamiques des systèmes d'innovation, convergent vers un modèle intégrateur du processus de la coévolution de l'industrie avec ses systèmes d'innovation.

CHAPITRE 5

De l'émergence à la maturité : comment le cycle de vie façonne l'industrie

Ce chapitre introduit le contexte industriel dans lequel s'est située notre recherche. La première section présente les caractéristiques de l'industrie aéronautique, alors que la deuxième, étudie le parcours évolutif du secteur et considère les arguments historiques et économiques qui servent de base pour l'appréhension et la périodisation du cycle de vie de cette industrie.

5.1 Les caractéristiques de l'industrie aéronautique

En raison de son caractère hautement stratégique, que ce soit sur le plan économique, technologique ou militaire, l'industrie aéronautique s'est taillée une place de choix dans le contexte industriel mondial. Cette section brosse une vue d'ensemble de l'industrie. Les spécificités de l'industrie sont mises en relief et servent ainsi de préalable à la compréhension des dynamiques de son évolution.

5.1.1 La présentation du contexte industriel étudié et délimitation du champ de recherche

Tel que précisé lors de la présentation du cadre méthodologique, la définition de l'industrie aéronautique adoptée dans cette recherche est celle de la classe 3364 du système de classification des industries de

l'Amérique de Nord (SCIAN), laquelle comprend les établissements dont l'activité principale est la fabrication d'aéronefs, de missiles, de véhicules spatiaux et leurs moteurs, leurs systèmes de propulsion, leur matériel auxiliaire et leurs pièces.

L'industrie est composée de deux grands secteurs : de l'aéronautique et de l'espace. L'aéronautique est de loin le secteur prédominant. En fonction de la destination des produits l'industrie se divise en secteur civil et militaire. Le tableau 5 présente la décomposition du chiffre d'affaire de l'industrie aérospatiale des principaux producteurs mondiaux, d'abord selon la part des secteurs de l'aéronautique et de l'espace et, ensuite selon les secteurs civil et militaire.

Depuis les années 1970, les nouvelles reconfigurations sectorielles de l'industrie aérospatiale reflètent un progrès continu du secteur civil. En termes de contribution dans le chiffre d'affaire de l'industrie, en 1975, le rapport du secteur civil versus le militaire, dans le cas de l'Union Européenne, était respectivement de 32% contre 68%. Ce même rapport est passé à 47 % contre 52 % en 1990 et 77 % contre 24 % en 2002. Dans le cas des États-Unis ce rapport a évolué de la façon suivante : 40 % contre 60 % en 1975 ; 39 % contre 61 % en 1990, et 61 % contre 39 % en 2002. Comparativement aux autres pays, l'industrie aéronautique canadienne est celle où la prépondérance du secteur civil est la plus importante ; 84 % du chiffre d'affaire de l'industrie provient du secteur civil (AECMA, 2003 ; Michot, 2004 ; Industrie Canada, 2005 ; MDEIE, 2006).

Est-il possible de limiter l'étude uniquement à l'industrie aéronautique civile? Les secteurs civil et militaire ont des objectifs, des modèles organisationnels et des finalités différentes. Des données distinctives,

selon les sous-secteurs, sont disponibles au niveau des firmes qui souvent, organisent leurs informations par programme, donc par type d'avion. Il est aussi possible d'accéder à des données sous-sectorielles agrégées au niveau régional ou national. Cependant, la frontière entre les divers sous-secteurs n'est pas aussi étanche qu'elle semble à première vue. D'abord, le savoir-faire (tacite ou sous forme d'artefacts) franchit assez souvent les frontières intersectorielles. La notion de technologie à double utilisation (*dual-use technology*) trouve dans cette industrie une parfaite application.

Tableau 5 : La contribution de chaque sous-secteur dans le chiffre d'affaire des industries aéronautiques et spatiales nationales, 2002

	Canada*	États- Unis	Europe	France	Monde
SELON LE SOUS-SECTEUR					
AERONAUTIQUE	92 %	76 %	93 %	89 %	82 %
ESPACE	8 %	24 %	7 %	11 %	18 %
TOTAL	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
SELON LA DESTINATION DES PRODUITS					
CIVIL	84 %	61 %	77 %	72 %	67 %
DÉFENSE	16 %	39 %	24 %	28 %	33 %
TOTAL	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Le tableau est préparé à partir des sources suivantes :

- Données sur le Canada : Industrie Canada. 2005. *Cadre stratégique national pour le secteur de l'aérospatiale et de la défense*. Ottawa: Gouvernement du Canada.
- Données sur les autres pays: Michot, Y. 2004. *Rapport sur l'industrie aéronautique et spatiale française*. Paris. <http://www.ladocumentationfrancaise.fr>

* Dans le cas du Canada, il s'agit de la composition du chiffre d'affaire de l'année 2004.

Dans la majorité des cas, les entreprises choisissent de garder un pied dans plusieurs sous-secteurs. Ainsi, de 1935 à 1958, la vocation principale de Boeing était le secteur militaire d'où provenait 96 % de son chiffre d'affaire (Gormand, 1993). De 1958 à 1978, la compagnie a réorienté son activité vers le secteur civil dont elle réalisait 70 % de son chiffre d'affaire. Suite à cela, Boeing a lancé ses modèles 707, 727 et 737, qui lui ont assuré une position dominante dans le marché civil. Depuis, la composante civile s'est développé prioritairement, bien que la compagnie continue à conjuguer les programmes civils, les contrats militaires et ceux du secteur de l'espace. Le tableau 6 représente la part du secteur de la défense dans le chiffre d'affaires des principaux groupes aéronautiques mondiaux.

Ces données montrent que Boeing n'est pas le seul à partager son activité entre le secteur civil et le secteur militaire. Dans ce contexte, il est pratiquement impossible de circonscrire le secteur d'utilisation d'une innovation et d'attribuer avec précision les brevets de compagnies (exception faite des brevets liés explicitement à l'armement) selon leurs utilisations dans le domaine civil ou militaire. Ce type de difficulté est central dans les recherches consacrées à la gestion des externalités de connaissances intra et/ou inter industrielles. Lawrence (2001) a démontré l'importance des innovations engendrées dans le secteur militaire et qui dérivent vers le secteur civil. Selon lui, en 1997, la NASA a sous-traité chez les entreprises aérospatiales américaines des contrats totalisant 622 millions de dollars dont 68 % étaient destinés exclusivement au secteur civil, 12 % à celui de la défense et 23 % des contrats visaient des applications dans les deux secteurs (*dual use*).

Tableau 6 : Principaux groupes mondiaux de l'aéronautique producteurs d'armement en 2003

Nom du groupe	Nationalité	Chiffre d'affaire du secteur de la défense (millions \$)	Chiffre d'affaire total (millions \$)	Poids du secteur civil dans le chiffre d'affaire (%)
General Electric group	États-Unis	2400	134187	98
Textron	États-Unis	1400	9859	86
MTU Aero Engines	plusieurs pays	390	2144	82
United Technologies	États-Unis	6210	31034	80
EADS	Europe	8010	34010	76
SNECMA	France	1750	7258	76
Rolls-Royce	Royaume-Uni	2970	9224	68
Pratt & Whitney	États-Unis	3030	7505	60
Boeing	États-Unis	24370	50489	52
Dassault Aviation groupe	France	1810	3722	51
Rockwell Collins	États-Unis	1270	2542	50
Finmeccanica	Italie	5290	9339	43
Fiat Avio	Italie	560	1436	39
Thales	France	8350	11926	30
BAE systems	Royaume-Uni	15760	20548	23
Saab	Suède	1310	1698	23
Lockheed Martin	États-Unis	24910	31824	22
General Dynamics	États-Unis	13100	16710	21
Raytheon	États-Unis	15450	18109	15
Northrop Grumman	États-Unis	22720	26202	13
Sukhoi	Russie	1420	1500	5

Source : Iaurif, 2005

Un autre aspect, en relation avec le caractère longitudinal de notre recherche, vient compliquer encore plus la problématique de la répartition des activités des entreprises aéronautiques entre lesdits secteurs. La spécialisation de la plupart des entreprises a subi d'innombrables changements, reflétant leurs efforts d'adaptation aux grés des

conjonctures et dynamiques de l'industrie. Ainsi, Lockheed Martin est devenue la tête de la liste des entreprises à vocation militaire, après avoir été un des principaux acteurs du secteur aéronautique civil (Boyne, 1998). Dans ce contexte, il nous a été impossible de faire entièrement abstraction des divers sous-secteurs de l'industrie aérospatiale. D'ailleurs, cette abstraction négligerait l'effort concret de recherches menées, notamment aux États-Unis, dans le but d'améliorer la gestion des flux intersectoriels de connaissances et du savoir-faire généré par l'un ou l'autre des secteurs (Pinelli et al., 1997). Toutefois, l'attention principale portera sur l'industrie aéronautique civile ainsi que sur les systèmes d'innovation et sur les politiques publiques la concernant.

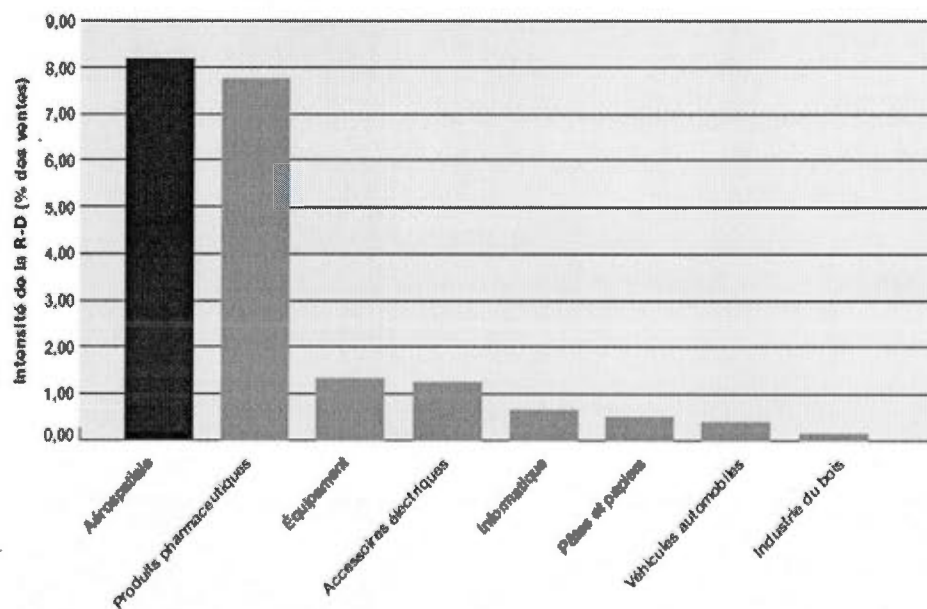
5.1.2 L'importance et les caractéristiques de l'industrie aéronautique

Du point de vue de la composition du tissu industriel national, l'industrie aérospatiale a été longtemps considérée comme *le joyau de la couronne* (Almeida, 2002). En 2002, l'industrie aéronautique a totalisé, au niveau mondial, un chiffre d'affaire de 212,2 milliards d'Euro et a généré quelque 1,15 millions d'emplois directs (AECMA, 2003). La majorité de la production aéronautique est destinée à l'exportation. Avec 82 % de son chiffre d'affaire d'aéronautique destiné à l'exportation, le Canada est le pays qui a l'intensité des exportations de l'industrie la plus élevée au monde. Les États-Unis suivent avec 58 %, l'Union Européenne avec 53 % et le Japon avec 29 % (AECMA, 2003 ; A.I.A, 2006 ; Industrie Canada, 2006; US Bureau of Census, 2006).

L'industrie aéronautique compte parmi les industries les plus intensives du point de vue technologique. Pour la période 1990-2000, les fonds de R-D attribués à cette industrie atteignent en moyenne 9 % du total des fonds de R-D industrielle investis aux États-Unis (tous secteurs confondus)

(National Science Foundation, 2006). Cependant, depuis quelques années, l'intensité de la R-D aéronautique américaine (en pourcentage des ventes) accuse une baisse relative importante. Ce ratio est passé de 12 % en 1992 à 4 % en 2002. Pour la même période, l'industrie aéronautique européenne a affiché une tendance plutôt soutenue avec une intensité de la R-D variant entre 10 % et 12 %. Dans le cas du Canada, après avoir atteint un niveau de 11 % en 1997, l'intensité de la R-D se maintient depuis l'année 2000 autour du 6 % (Industrie Canada, 2005). Tel que montré dans la figure 12, le secteur de l'aéronautique est le plus important en termes d'intensité de la R-D, comparativement aux autres industries canadiennes.

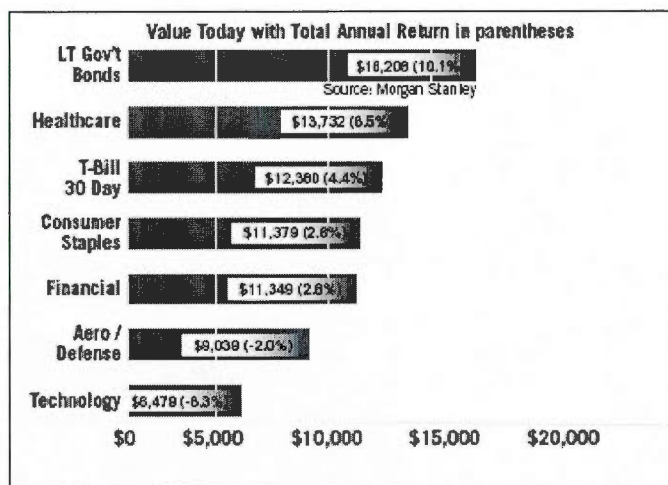
Figure 12 : Intensité de la R-D (en pourcentage des ventes) d'industries manufacturières canadiennes choisies, moyenne sur 10 ans, 1994-2003



Source : Industrie Canada, 2005.

Tirillées par des clients privés ou publics très exigeants et un marché très sélectif, les entreprises aéronautiques n'ont pas d'autre choix que celui d'investir dans des programmes de recherche de plus en plus ambitieux. Ceci augmente inévitablement l'enveloppe de la R-D de chaque nouveau projet. Les coûts de développement représenteraient jusqu'au 25 % du coût total estimé du produit sur l'ensemble de sa durée de vie (Iaurif, 2005). Les coûts de développement du A-380 sont estimés entre 12 et 15 milliards de dollars (à chaque exercice financier, Airbus revoit ces chiffres à la hausse) (Airbus, 2006). Les coûts de R-D du nouveau-né du Boeing, le 'Dreamliner', semblent être plus modestes, toute en se situant entre 1 et 2 milliards de dollars (Boeing, 2006). Les effets négatifs qu'entraîne l'exubérance des coûts de la R-D sont majorés des effets qui découlent du faible volume de production. Ces derniers types d'effets causent des longs délais de retour de l'investissement et rendent l'industrie peu attractive au regard des investisseurs potentiels. La figure 13 compare le taux de retour de l'investissement dans divers secteurs économiques, dont le secteur aérospatial. Il est généralement estimé qu'un appareil devient rentable après une période allant de 10 à 18 ans (Iaurif, 2005). Actuellement, il n'y a aucune compagnie au monde qui, toute seule, serait capable de suivre la course technologique.

Figure 13: Le taux de retour des investissements dans divers secteurs économiques



Source : Commission on the Future of the United States Aerospace Industry, 2002

L'industrie a développé une forte dépendance vis-à-vis de l'appui gouvernemental. L'omniprésence de celui-ci se reflète d'abord au niveau du financement de l'industrie. En 2001, les fonds gouvernementaux ont financé 41 % de la R-D de l'industrie aéronautique européenne, contre 48 % de la R-D américaine de ce secteur (GIFAS, 2004 ; National Science Foundation, 2006). Comme nous aurons l'occasion de voir plus tard dans cette thèse, le poids des marchés publics ainsi que d'autres types de leviers mis en place dans tous les pays, ont fait de l'État un joueur incontournable de l'industrie.

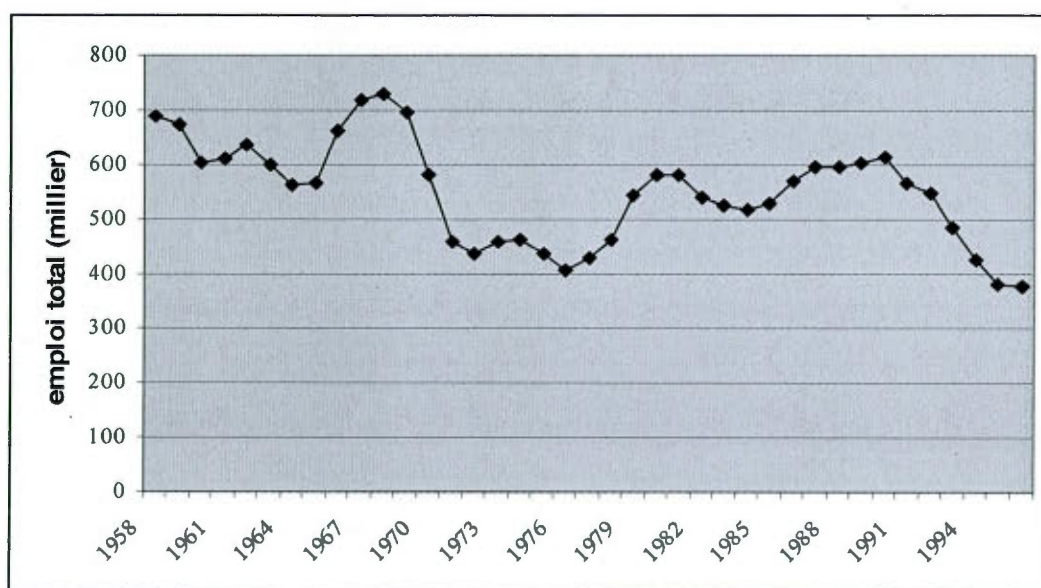
La production aéronautique a un caractère cyclique ce qui ne fait que renforcer les risques inhérents à l'industrie. La figure 14 représente les variations annuelles de l'emploi dans le secteur aéronautique pour la période de 1958 à 1996. Plusieurs facteurs sont susceptibles d'influencer les périodes de creux ou de reprise industrielle. En premier lieu, c'est les effets des cycles économiques, lesquels influencent directement les

performances des compagnies aériennes et affectent par ricochet la demande et la production d'avions. De plus, l'industrie est très sensible vis-à-vis des fluctuations du volume des commandes publiques. Celles-ci, même si elles ne peuvent contrecarrer entièrement les effets négatifs du cycle, peuvent, néanmoins, aider à en amortir l'impact. Après la chute du mur de Berlin, la course d'armement des pays de l'Ouest a ralenti, ce qui s'est traduit en moins de contrats publics pour l'industrie aérospatiale. Toutefois, cette tendance à la baisse semble s'être renversée, après septembre 2001. D'autres facteurs structurels de l'industrie, tels que la forte concentration, la spécialisation et la dispersion de la chaîne des fournisseurs, sont des facteurs qui se répercutent également dans l'amplitude des cycles. Les cycles de l'industrie aéronautique européenne sont légèrement moins prononcées que ceux qui caractérisent l'industrie nord-américaine. Ceci est dû, en grande partie, à la gradualité qui a caractérisé le passage de l'industrie européenne du secteur militaire vers le civil. Ce type d'évolution s'est fait plus brusquement dans le cadre de l'industrie aéronautique américaine (Michot, 2004). Cependant, dans les deux cas, des interventions étatiques vigoureuses ont été nécessaires afin d'alléger quelque peu l'impact jumelé du caractère cyclique de l'industrie et de sa mouvance du secteur de la défense vers le civil (Finch, 1998 ; Schoeni et Dardia, 1998 ; Sherry et Sarsfield, 2002).

La géographie de l'industrie aéronautique reflète la complémentarité et l'antagonisme entre son enracinement local et sa vocation globale, les deux phénomènes, la globalisation et la régionalisation, étant ainsi deux facettes de la même médaille. L'industrie a une dimension locale très importante : on associe inéluctablement des villes comme Seattle, Toulouse et Montréal, à Boeing, Airbus ou Bombardier respectivement. Nonobstant cela, depuis la fin des années 1960, la coopération internationale dans le

cadre des activités de la production et de l'innovation a progressé en raison notamment de la hausse perpétuelle des coûts et des risques associés aux lancements de nouveaux programmes, ainsi que des processus de concentration et restructuration ayant secoué l'industrie (Mowery, 1987; Dussauge et Garrette, 1995). La coopération transnationale a été la stratégie adoptée par l'Europe lorsqu'elle se décida de livrer bataille à la prédominance américaine (Mayrhofer, 2002; Smith, 2003). La réaction de ces derniers a suivi dans le même sens (Mowery, 1988, 1998).

Figure 14 : L'emploi dans l'industrie aéronautique américaine pour la période 1958-1996



Source des données: Bartelsman, E. J., Becker, R. A. et W. B Gray. 2000. NBER Manufacturing productivity database 1958-1996. <http://www.nber.org>

À partir de cette base de données nous avons extrait l'emploi des secteurs définis par les codes SIC 3721, 3722, 3728).

Simultanément au processus d'internationalisation de l'industrie, ont eu lieu la spécialisation et la concentration de sa chaîne des fournisseurs. Le

nombre des assembleurs de systèmes et de sous-systèmes, ainsi que des autres acteurs industriels ne cesse pas de diminuer (Texier, 2000). A l'exception de quelques niches minuscules, considérées hautement stratégiques, aucun des niveaux de l'industrie aéronautique n'est à l'abri de la globalisation. Les petites et les moyennes entreprises subissent directement les décisions des donneurs d'ordre d'ouvrir à l'ensemble de la planète leurs appels d'offre ou de délocaliser entièrement ou en partie leur production vers des endroits économiquement plus rentables. Ainsi, des régions qui ont vu naître l'industrie subissent des pertes massives d'emplois, directement ou indirectement liées à ce secteur. L'impact se fait également sentir à l'échelle des pays, réduits à assister, impuissant, l'écroulement de leurs fleurons nationaux (tel que témoignent les cas de Fokker, Saab ou Dornier). Dans ce contexte, l'étude de l'enchevêtrement des dynamiques industrielles, régionales et globales devient essentielle.

Tout ce qui précède met en évidence la complexité de l'industrie aérospatiale. Nonobstant cette complexité, il est possible de détecter les processus et les facteurs ayant influencé l'évolution de l'industrie et de son environnement. Pour ce faire, il nous semble utile de dresser le portrait évolutif des diverses phases du cycle de vie de l'industrie. Ceci est le but des trois sections suivantes.

5.2 Le cycle de vie de l'industrie aéronautique

Par la suite, nous étudierons la trajectoire du cycle de vie de l'industrie. Trois périodes sont identifiées et analysées : l'émergence, le développement et la maturation de l'industrie aéronautique:

- de 1900 en 1945 l'industrie a vécu sa période d'émergence ;
- de 1945 en 1975 l'industrie traverse sa phase de croissance ;
- de 1976 à nos jours l'industrie est une industrie mature.

Cette section apportera les argumentations qui soutiennent cette périodisation.

5.2.1 L'émergence de l'industrie, des années de turbulence: 1900-1945

L'industrie aéronautique a émergé au début du vingtième siècle. En 1903, les frères Wright effectuèrent le premier vol contrôlé d'un engin plus lourd que l'air et équipé d'un moteur. Le test de leur 'Flyer' n'a duré que 12 secondes mais loin de ce que les frères Brothers pouvaient eux-mêmes s'imaginer, ceci fut le coup d'envoi d'une nouvelle l'industrie (Simonson, 1968). Une dizaine de compagnies d'aéronautique ont vu le jour, au cours de la décennie suivant cet événement, annonçant ainsi une nouvelle activité qui se profilait dans le paysage industriel américain. Cependant, la période de démarrage de l'aéronautique s'est révélée longue et la voie des pionniers du secteur a été semée d'innombrables embûches.

Durant les premières années de son existence, le type d'activité caractérisant les efforts des pionniers d'aviation est difficilement identifiable à une industrie (dans le sens donné à une activité de fabrication et de commercialisation afin d'obtenir un profit). Cette période d'émergence a des traits bien spécifiques :

- D'abord, le profit ne constituait pas la motivation des pionniers de l'industrie. Pour eux, il ne s'agissait ni de science, ni d'industrie, mais d'une passion (Pattillo, 1998). Le marché pour leurs avions était restreint, l'utilisation militaire n'étant pas étendue et la demande civile se limitait à des personnes qualifiées d'aventuriers, à l'époque. Dans un premier temps, aucun parmi ceux qui ont décidé de se lancer dans cette entreprise, n'a pas pu bénéficier des financements bancaires. Les problèmes relatifs à la sécurité et à la viabilité techniques des modèles d'avions proposés, ainsi que la

fragilité du marché de l'industrie n'inspiraient pas du tout confiance aux banques ou aux autres groupes d'investisseurs (Dodd, 1933). Dans ce contexte, quelques uns parmi les pionniers de l'industrie ont dû investir leur propre argent : c'est les cas de William Boeing, Donald Douglas, Sherman Fairchild (le fils d'un des fondateurs d'IBM). D'autres, comme Igor Sikorsky, Claude Ryan, Grover Loening ou Laurence Sperry, ont pu s'assurer le parrainage de riches industrialistes, qui ayant été fascinés par les nouveaux exploits, voulurent associer leur nom à des records historiques (de vitesse, de distance, de hauteur, etc.) (Bilstein, 1996). En effet, de nombreuses courses d'avions furent organisées pendant cette période. Elles forgèrent un esprit de compétition et contribuèrent à promouvoir le progrès de l'aviation, autant par le biais des prix offerts (précieux dans un contexte de pénurie de financements), qu'en faisant un écho important à chaque avancement réalisé par l'industrie naissante.

- Durant cette période d'émergence, les barrières d'entrée furent inexistantes. La majorité des entrepreneurs ne dépassèrent pas le stade de prototype, ayant ainsi des besoins d'équipements ou d'installations limités. Selon *Jane's All the World Aircraft* (Jane's, 1909) quelque 200 prototypes d'avions (ce qu'on appellera plus tard des '*home-made*') furent produits jusqu'en 1913, mais rares sont ceux qui avancèrent vers un stade de production en série (Pattillo, 1998). Un mécanisme d'auto-sélection fut ainsi mis en place.
- La fonctionnalité principale de ces entreprises était celle d'innover afin d'améliorer les caractéristiques des premiers avions et surtout le contrôle du vol. Peu parmi elles ont pu passer au stade de la fabrication. Dans ce contexte, la priorité des entrepreneurs était le développement aéronautique et non pas la gestion des entreprises.

Ainsi, souvent la faillite était accélérée par l'absence de capacités de gestion des entrepreneurs. D'ailleurs, l'antagonisme entre le souci du développement des avions et le souci financier sera à la base de tensions et conflits persistant entre les entrepreneurs-inventeurs et les managers. Plus tard, quand les banques ou la bourse commencèrent à participer dans le financement de l'industrie aéronautique, elles imposèrent leurs conditions fermes et obligèrent les entrepreneurs à engager des gestionnaires professionnels et à adopter des pratiques de gestion viables (Dodd, 1933). Cependant, étant donné que les entrepreneurs-inventeurs, afin de mener à bien leurs projets, étaient capables de résister à toutes sortes de pressions, les conflits entre les deux fonctions (développement de produits et management) persistèrent longtemps et prirent souvent des étendues démesurées. Le cas de Hughes qui obligea son gestionnaire à quitter seulement deux mois après son embauche, est loin d'être un incident isolé. Au contraire, lors de la phase d'émergence de l'industrie, ceci était plutôt une norme. Pendant cette période, les connaissances techniques étaient acquises facilement et disséminées très rapidement. Souvent, avant de s'établir dans leurs propres comptes, les nouveaux entrepreneurs firent des expériences précieuses dans les entreprises, les écoles de vol de la cohorte les ayant précédés de peu. Dans ce sens, l'école et les installations de Glenn Curtiss, Glenn Martin ou des frères Wright devinrent des pépinières d'entrepreneurs. Douglas fut engagé par Martin en 1915, Northrop par les frères Loughhead (devenu plus tard Lockheed). Les frères Thomas ainsi que William Boeing ont pris les cours chez Curtiss (Mingos, 1937).

- En absence complète de politique publique (que ce soit en termes de marchés publics, de financement, de réglementations, etc.),

l'industrie était laissée à elle-même tout au long de la première décennie. En 1913 l'Army Signal Corps (l'armée américaine) n'avait que 21 avions (Pattillo, 1998).

Dans un tel contexte, le nombre d'entrées et de sorties de firmes était très élevé. De plus, dans la majorité des cas la durée de vie des nouvelles entreprises était très brève. Plusieurs facteurs sont à la base de cette turbulence. En premier lieu, ce sont les défaillances techniques des prototypes construits qui occasionnèrent la fin rapide d'un bon nombre d'expérimentations. En 1911, 16 établissements œuvraient dans ce nouveau secteur. Deux ans plus tard, selon ce que rapporte Jane's All the world aircrafts (1915), 2000 personnes travaillaient dans ce secteur. Toutefois, seulement une dizaine d'entrepreneurs tinrent bon et réussirent à surmonter la vague d'énormes incertitudes techniques et le manque presque absolu de perspectives de marchés. Parmi ceux qui résistèrent figurent Wright Co (fondée en 1909), Curtiss Aeroplane (1910), Gallaudet (1910), Glenn Martin (1912), Aeromarine (1914), Pacific Aero (1916) L'année suivante, cette dernière entreprise a changée son nom en devenant Boeing. En tout, 137 avions ont été produits, jusqu'en 1914, aux États-Unis (A.I.A, éditions annuelles).

C'est un événement historique majeur, le déclenchement de la Première Guerre Mondiale, qui entraîna, tout d'un coup, une hausse sans précédent du nombre des entreprises et de l'emploi du secteur aéronautique. Le gouvernement américain s'est fixé un objectif (irréaliste à l'époque, considérant la fragilité de l'industrie) de production de 22 626 avions. D'emblée, le nombre des établissements est passé à 31 et celui de l'emploi à 175 000 personnes (Dodd, 1933). Cependant, l'effet global de cet événement pour l'industrie est ambigu. Incontestablement, les

commandes pour la guerre ont été un coup de pouce majeur pour des entreprises habituées à frôler constamment la faillite. Curtiss a été sollicité par le gouvernement pour la production de 93 avions, ce qui a représenté la première grande (pour l'époque) commande de production en série pour l'industrie (Pattillo, 1998). De plus, l'industrie a commencé à attirer l'attention du gouvernement, dont l'intérêt pour l'aviation montera progressivement dans les années suivantes. Avec l'intention d'identifier les causes du retard de l'industrie américaine et d'envisager des solutions possibles, le gouvernement a même envoyé des émissaires en Europe afin d'observer les progrès aéronautiques de ces pays. Morow Bord ou la Lampert-Perkins Commission offrirent des conclusions importantes concernant la nécessité d'un engagement accru du gouvernement dans cette industrie (Simonson, 1968).

Toutefois, alors qu'une partie des effets positifs allait prendre du temps pour se concrétiser, d'autres contraintes allaient exercer des effets néfastes immédiats pour l'industrie, que ce soit durant ou après la période de la guerre. Le gouvernement américain a fait preuve d'une grande méfiance vis-à-vis de la nouvelle industrie. D'un côté, en faisant fi des résultats obtenus et des efforts investis par les constructeurs américains, le gouvernement a opté pour la production de modèles dessinés par les Anglais ou les Français. De l'autre côté, c'est l'industrie automobile, jugée nettement plus mature et stable, qui a eu la part du lion des contrats gouvernementaux (Pattillo, 1998). Les années suivant l'Armistice furent les plus dures pour l'industrie aéronautique. Le choc majeur fut causé par l'annulation massive des commandes de guerre. Seulement 35 % des fonds accordés par le gouvernement pour la production d'avions furent dépensés. La frénésie de la production de la guerre a engendré un énorme stock d'avions. De 1917 à 1918, 16 948 avions furent produits, dont

uniquement 3309 ont été déployés au front par les grandes puissances (Simonson, 1968). Par conséquent, l'énorme surplus d'avions esquivait tout espoir d'une reprise imminente de la demande. Un grand nombre d'entrepreneurs, découragés, quittèrent pour toujours le secteur. En 1921, l'industrie ne comptait que 4000 employés et ce nombre fut réduit à 2800, en 1924 (Vander Meulen, 1991).

Parmi d'autres facteurs ayant contribué au repli de l'industrie, mentionnons la politique du gel des droits de propriété intellectuelle. Les dessins étaient considérés comme propriété publique et, par conséquent, leurs concepteurs perdaient les droits d'exclusivité. Mise en place durant la guerre afin d'accélérer la production, cette politique a perduré encore pendant quelques années par la suite. Entre temps, de nombreuses commissions d'enquêtes furent créées afin d'investiguer sur les pratiques d'attribution des contrats de guerre et, malgré l'impossibilité de prouver le bien-fondé des accusations, un sentiment général d'un 'Aircraft Trust Conspiracy' habitait la majorité des membres du Congrès (Vander Meulen, 1991). L'ensemble de ces facteurs contribuèrent à plonger l'industrie de l'après-guerre dans un état de paralysie généralisée et, à nouveau, c'est le dévouement des passionnés de l'aviation qui allait lui assurer sa survie.

Dans ces conditions, l'exploitation de nouveaux marchés est restée une priorité constante. Ainsi, en 1924, ce sont les contrats de services postaux aériens qui permettront à Boeing de remonter la vague. En 1919, la compagnie a traversé une période de forts creux et ses effectifs tombèrent à seulement trente employés. D'autres utilisations des avions furent expérimentées dans le domaine de l'agriculture, de la foresterie ou de la photographie. En 1919, Burnelli a fait le test d'un premier avion de

transport pour les passagers. Le test échoua et le constructeur n'a pas pu s'assurer des financements pour continuer le développement de son produit (Mondey et Taylor, 2002). Les conditions n'étaient pas encore réunies pour que l'industrie puisse percer le marché du transport civil.

Du progrès a été fait, cependant, lors de cette période par rapport à la création d'un tissu institutionnel qui, bien que rudimentaire, allait contribuer à la solidification de l'industrie. Une série d'actes législatifs ont été approuvés. Parmi ceux-ci, le 'Air Commerce Act' (1926) reconnut le rôle critique de l'industrie aéronautique pour les États-Unis, tandis que le 'Air Mail Act' (1925) ouvrit le service de la poste aérienne à la compétition privée. Le gouvernement émit des réglementations et des standards sur les aérodromes et les conditions de vol (Simonson, 1968). La création du Daniel Guggenheim Found for the Promotion of Aeronautical, en 1925, fut importante notamment en termes du soutien que la fondation apporta pour la mise en place de nombreux centres universitaires dédiés à l'aéronautique. Par ailleurs, de nombreuses associations publiques (par exemple Aeronautical Chamber of Commerce) ou privées (Aircraft Manufacturing Association, ou National Air Races) ont vu le jour. Leur préoccupation majeure fut de stimuler l'intérêt du public par rapport aux résultats de la nouvelle industrie.

L'acceptation du public était perçue comme un élément clé de la croissance. Depuis les premières années, les courses ont constitué le moyen promotionnel le plus efficace. En 1927, c'est l'exploit de Charles Lindbergh qui marqua une tournure majeure. Sa traversée transatlantique a brisé définitivement le mur d'indifférence et d'incrédulité dont a dû faire face longtemps l'industrie aéronautique. Deux semaines après, Chamberline a effectué un deuxième vol sans arrêt, de New-York en

Allemagne, transportant cette fois le premier passager, Charles Levine, un riche homme d'affaire et en ouvrant ainsi l'ère du transport civil. À la suite de ces événements, le Wall Street Journal désigna l'industrie aéronautique comme la prochaine industrie en croissance (Vander Meulen, 1991; Pattillo, 1998). Plusieurs firmes devinrent publiques et l'industrie a bénéficié largement de la bulle boursière de 1927-1929. Les compagnies affichèrent des résultats financiers exceptionnels, tel le cas de Curtiss-Wright dont la valeur boursière a atteint 244 millions de dollars; Avco 56 millions de dollars; North America 64,6 millions de dollars et Douglas 16,2 millions de dollars. Ces résultats étaient fortement spéculatifs considérant le fait qu'à l'époque les profits de l'ensemble des entreprises du secteur ne dépassaient pas le seuil de 8 millions de dollars (Freudenthal, 1940, Pattillo, 1998). L'écho du succès retentissant de la nouvelle industrie n'a pas laissé indifférent les constructeurs d'automobile. Familiers avec cette industrie, à cause de leur contribution lors de l'effort du premier conflit mondial armé, Ford, Fisher Body, Packard et General Motors décidèrent de s'impliquer plus activement dans le secteur aéronautique. Ford acquit Stout Metal Aeroplane. En 1929, General Motors acheta 40 % des parts de Fokker, dont il prit le contrôle total, en 1931, avant de fusionner par la suite avec North American Aviation (Bilstein, 1996). Lors de la grande dépression, comme tout le reste de l'économie américaine, l'industrie aéronautique allait payer un large tribut et nécessiter de changements structurels considérables, d'un côté en se redimensionnant, et de l'autre en rééquilibrant les composantes militaires et civiles de leurs activités (Bernstein, 1987). Le tableau suivant représente l'emploi de l'industrie aéronautique américaine durant les années de 1914 à 1939 :

Tableau 7 : L'emploi dans l'industrie aéronautique américaine lors des années de 1914 à 1939

	Nombre des salariés	Nombre du personnel administratif	total
1914	168	54	222
1919	3638	659	4202
1921	1395	557	1952
1925	2701	n.d.	n.d.
1927	4422	1064	5486
1929	14710	3910	18620
1931	9870	n.d.	n.d.
1933	7816	1810	9626
1935	11384	3547	14931
1937	30384	n.d.	n.d.

Source : Stekler, H. O. 1965. *The structure and performance of the aerospace industry*. Barkley: University of California Press.

Le modèle 'Tin Goose' de Ford est considéré être la première réussite en termes d'avions multiplaces pour le transport aérien de passagers. Boeing également occupait une petite portion de la niche du transport civil des passagers. En 1930, 640 avions opéraient dans cette part de marché. Le reste de la production était destiné à l'utilisation militaire. Or, les contrats publics arrivaient au compte-gouttes. Afin de contrebalancer la rareté et l'instabilité des demandes militaires, Douglas décida d'investir dans le transport civil et le modèle DC-2 fut le fruit de cet investissement. L'avion entra en service en 1934, et après 14 années d'une dépendance presque entière vis-à-vis des contrats publics, Douglas devint la plus grande compagnie de production d'avions civils, avec 900 employés. Lockheed a tenté de suivre un parcours semblable et il produisit L-10 Electra qui fut un autre cas de succès (Boyne 1998). Le développement de l'industrie

aéronautique civile fut le résultat des efforts que l'industrie fournît dans le but de sortir de l'apanage exclusif du gouvernement. Le tableau 8 illustre la répartition de l'activité aéronautique américaine des onze principaux constructeurs, pour la période de 1927 à 1933. Les données montrent le lent démarrage de l'industrie aéronautique civile américaine ainsi que sa forte dépendance des contrats provenant du secteur de la défense (Vander Meulen, 1991).

Tableau 8 : L'activité militaire et civile des onze constructeurs majeurs de l'industrie aéronautique américaine, 1927-1933 (en millions de dollars)

Compagnie	Chiffre d'affaire du secteur militaire	Chiffre d'affaire du secteur civil	% des ventes du secteur militaire sur les ventes du secteur civil
Douglas	14,42	1,41	91
Boeing	10,32	7,03	59
Martin	9,88	0	100
Curtiss	7,27	2,6	74
Chance Vought	6,46	2,18	75
Keystone	5,95	1,77	77
Consolidated	4,29	1,11	79
Great Lakes	2,44	0,9	73
Grumman	0,44	0,15	75
Wright	30,57	22,43	58
Pratt & Whitney	33,37	18,83	68

Source: Vander Meulen, J.A. 1991. *The Politics of Aircraft: Building an American Military Industry*. Kansas: University Press of Kansas.

À la veille de la Deuxième guerre mondiale, en 1938, l'industrie aéronautique américaine avait 36000 emplois et se rangeait en 41^e position parmi les industries manufacturières américaines. En cinq ans seulement elle allait arriver en première position, l'année 1938 marquant la fin de la

période durant laquelle l'aéronautique a été considérée une petite industrie. Dans un petit laps de temps, sa production allait passer de 300 millions de dollars à 16 milliards de dollars (Pattillo, 1998). Entre temps, Curtiss, Douglas, Boeing, Consolidated, Pratt et Whitney et Wright Engines avaient réussi à s'imposer comme les leaders du secteur.

5.2.2: La croissance, la diversification et la concentration de l'industrie, 1945-1975

Durant la deuxième guerre mondiale, plusieurs membres de l'industrie craignirent une répétition de l'histoire. Malgré les incitations mises en place par le gouvernement, une grande partie des producteurs résistèrent longtemps aux impératifs d'expansion. Prévoyant un fort rétrécissement de la demande pour la période d'après-guerre, Douglas vendit dès le début de la guerre une partie considérable de ses actions dans la compagnie (Pattillo, 1998). Cependant, bien que l'après-guerre fut une période difficile et que beaucoup d'ajustements furent nécessaires, la conjoncture pour l'industrie aéronautique était complètement différente de celle des années 1920. Bien avant la fin de la guerre, l'industrie s'activa afin de prévenir les difficultés futures. Les associations industrielles ont exercé beaucoup de pression de façon à ce que le gouvernement prenne sa part de responsabilité dans la gestion des annulations massives d'après-guerre. Des rapports, des commissions spéciales et des actes législatifs furent établis pour minimiser l'impact négatif que tout le monde craignait. Malgré ceci, l'industrie n'a pas pu éviter entièrement les conséquences de la contraction subite de la demande, dans la période de l'après-guerre. Des contrats d'une valeur de 20 milliards de dollars furent annulés par le gouvernement. En 1945, seulement 16 installations de production d'avions restèrent actives, contre 66 de l'année précédente (Cunningham, 1951). Le nombre d'emplois qui a atteint 1,6 million en 1945, se réduisit à 138 700 en

1946. D'autres industries ayant contribué lors de la période 1939-1944 (notamment, l'industrie automobile) se retirèrent du secteur aéronautique. En plus, les entreprises aéronautiques entreprirent un effort d'adaptation des produits militaires pour le marché civil (Vander Meulen, 1991).

Comparativement à la première expérience d'après-guerre, cette fois l'industrie avait atteint un niveau de développement qui éludait le risque d'anéantissement qu'elle avait encouru précédemment. Pendant les trois prochaines décennies, l'aéronautique allait devenir la principale industrie de haute technologie, employant la force du travail industriel la plus importante et assurant le plus grand volume d'exportations manufacturières des États-Unis. Dorénavant, partout ailleurs dans le monde (à quelques exceptions rares, tel que le cas de l'industrie aéronautique canadienne) la destinée de l'industrie serait intimement liée aux ambitions militaires et à la situation géopolitique mondiale. Si la deuxième guerre mondiale a permis à l'industrie d'atteindre un taux de croissance inédit, ce sera lors de la guerre de Corée et notamment, durant la guerre froide, que le positionnement de l'industrie serait solidifié (Bilstein, 1996).

Même si durant les premières années après la fin du conflit mondial, l'emploi et la production du secteur aéronautique subirent de fortes chutes, les activités de R-D se sont intensifiées. Boeing, Convair, Chance Vought ou Grumman ont poursuivi leurs trajectoires de recherches précédentes en se concentrant notamment sur la puissance des moteurs à piston. D'autres entreprises se sont investies dans le développement de la nouvelle technologie des moteurs turboréacteurs. Sous l'égide de NACA (l'ancêtre de NASA) et en bénéficiant de la technologie capturée aux allemands, North American, Pratt et Whitney et Fairchild menèrent des

recherches en vue d'augmenter la vitesse des avions militaires (Bright, 1978). Aux recherches visant l'amélioration des performances de l'avion traditionnel, s'ajoutèrent celles portant sur le développement d'un avion supersonique. Pendant la deuxième guerre, les Allemands et les Anglais avaient envisagé le développement de ce type d'avions. Or, leur défaite a empêché les Allemands d'y parvenir. De son côté, après le conflit, le gouvernement anglais renonça à soutenir le développement ultérieur du projet, en laissant ainsi la voie libre à l'avancement des États-Unis dans cette direction (Gardner, 1981). À cet effet, Bell fut sollicité par le Army Air Forces et le premier jet supersonique effectua son vol en 1948. L'augmentation en permanence des dépenses de recherche et développement, majoritairement financées par le gouvernement constituait le talon d'Achille de l'industrie. Sa vulnérabilité fut d'autant plus grande dans un contexte où, souvent, menés au bout de leurs ressources et pour minimiser les coûts exorbitants de la R-D, les constructeurs étaient obligés de concentrer leurs efforts dans le développement d'un programme unique. En adoptant cette pratique, des entreprises comme Fairchild, LTV, General Dynamics, North American et Northrop s'exposèrent continuellement au risque de la faillite.

En 1946, une centaine de compagnies ouvraient dans le secteur de l'aéronautique. Plusieurs n'ont pas résisté aux difficultés de l'après-guerre et ont quitté pour toujours l'industrie. Toutefois, 15 grands constructeurs d'avions partageaient la majeure partie du marché (Bilstein, 1996). Considérant la taille du marché, ils étaient encore nombreux (l'industrie automobile à cette époque ne comptait que trois constructeurs). Nonobstant cela, diverses tentatives de fusion d'entreprises par l'industrie durant les années 1950, furent empêchées par un gouvernement soucieux de préserver la concurrence dans un domaine qui englobait beaucoup

de fonds publics (Bluestone et al., 1981). Si le nombre de firmes de cette liste est plutôt stable, la hiérarchie est très volatile. Le retard technologique par rapport aux concurrents et/ou la perte d'un contrat gouvernemental, sont les causes les plus fréquentes de cette volatilité (Tableau 9).

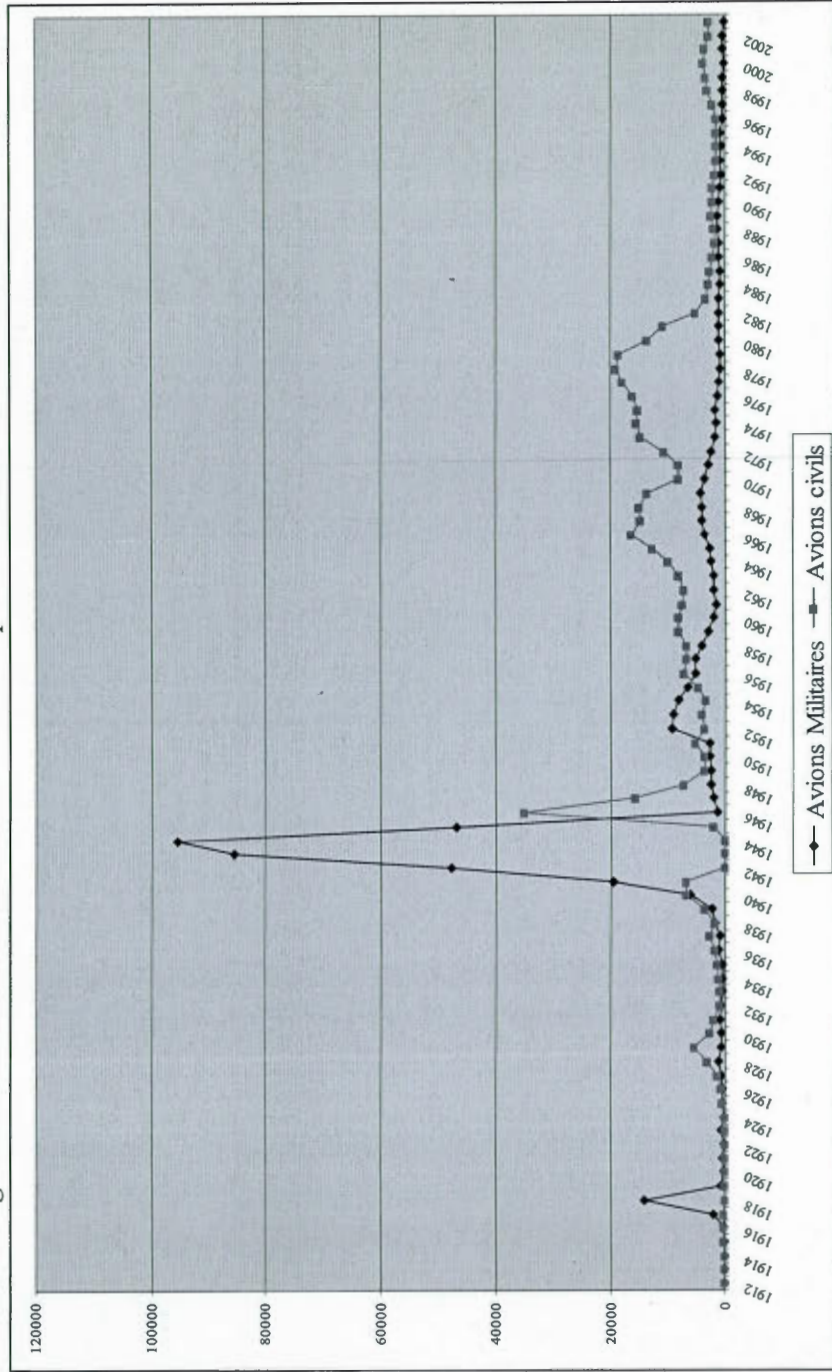
Même si les constructeurs aéronautiques étaient fortement dépendants des contrats militaires, une forte reprise du secteur civil semblait offrir du répit à la majorité d'entre elles. Le transport aérien des passagers a offert de belles perspectives de développement. Les voyages en avion sont devenus progressivement accessibles à la classe moyenne et les compagnies aériennes se sont assurées un cadre réglementaire gouvernemental qui protégeait leur stabilité financière. Ainsi elles ont pu répandre leurs services dans un nombre de plus en plus large de destinations domestiques et internationales. De plus, une autre composante du secteur civil, la demande pour le transport des marchandises, allait connaître aussi une forte croissance. Par ailleurs, la perspective de l'exportation d'avions civils était aussi très reluisante, considérant la position dominante de l'industrie américaine et le manque de concurrence internationale dans ce secteur. En effet, le gouvernement anglais, juste avant la guerre, avait pris la décision d'interrompre le développement des programmes civils, dont ceux des modèles Short S32 et Fairey FC.1, les seuls avions civils européens qui auraient pu concurrencer les avions américains (Hayward, 1989; Pattillo, 1998). Dans un premier temps, la majorité des constructeurs ont adopté des modèles militaires pour l'usage civil. Toutefois, la croissance du secteur civil était si prometteuse que l'industrie se mit rapidement à investir afin de développer des modèles d'avions civils. La figure 15, préparée à partir des données de Aerospace Industries Association (A.I.A, Annual Statistical Editions) montre l'évolution du rapport entre les secteurs civils et

militaires dans le nombre total d'avions produits aux États-Unis depuis l'aube de l'industrie. Le nombre d'avions civils représentait en moyenne 70 % des avions produits entre 1910 et 1917, alors que, ce chiffre tombe à 47 % au cours des années 1950 et 1960. Depuis, le secteur civil a représenté une moyenne de 80 % du nombre total des avions produits et ce pour une période de plus de quarante ans. Par contre, il faut noter que le volume des avions produits aux États-Unis, depuis les années 1980, s'est réduit considérablement, cette période coïncidant avec l'entrée en jeu de l'Airbus.

Après la Deuxième guerre mondiale, la politique de défense américaine a changé entièrement de cap. Historiquement, en raison de la position géographique du pays, les stratèges ont privilégié la force navale comme étant le meilleur moyen de défense. Or, lors de l'expérience de la deuxième guerre mondiale, l'armée aérienne se révéla un redoutable instrument d'une politique offensive. Ceci a jeté les bases d'une nouvelle politique militaire basée sur un rôle prioritaire de l'armée de l'air. En 1946, l'administration Truman a établi la *President's Air Policy Commission*, connue plus tard comme la Commission Finletter (selon le nom de la personne qui la présida). La mission de cette commission visait l'intégration complète de l'industrie aéronautique dans le programme national de la défense (Vander Meulen, 1991). Or, l'aéronautique n'était qu'un volet de ce programme, les autres étant constitués par les systèmes d'armement, des missiles, de l'espace et de l'électronique. Divers constructeurs d'avions, tels que Douglas, Martin, Bell, Ryan ou Republic avaient participé auparavant à des programmes d'armements, mais sans que ceux-ci fassent l'ombre à leurs activités principales liées à la construction d'avions. L'industrie se sentit rapidement concernée par le fait que les autres systèmes tiraient une bonne partie du financement autrefois attribuée au développement des avions. Cette perception était

particulièrement forte vis-à-vis les programmes de l'espace, un secteur où l'industrie aéronautique n'était pas impliquée. Consciente que la ferveur avec laquelle les États-Unis s'engagèrent dans la course de l'exploration de l'espace allait drainer beaucoup de fonds gouvernementaux vers ce secteur, l'industrie aéronautique s'est sentie fortement menacée. Ce risque fut d'autant plus réel, que d'autres industries envisagèrent de se lancer dans les nouveaux secteurs afin de bénéficier de la munificence des fonds du gouvernement. Celui-ci, de son côté, souhaitait avoir, lors des contrats publics, un plus grand choix d'entreprises et encourageait donc la participation d'entreprises n'appartenant pas au secteur aéronautique.

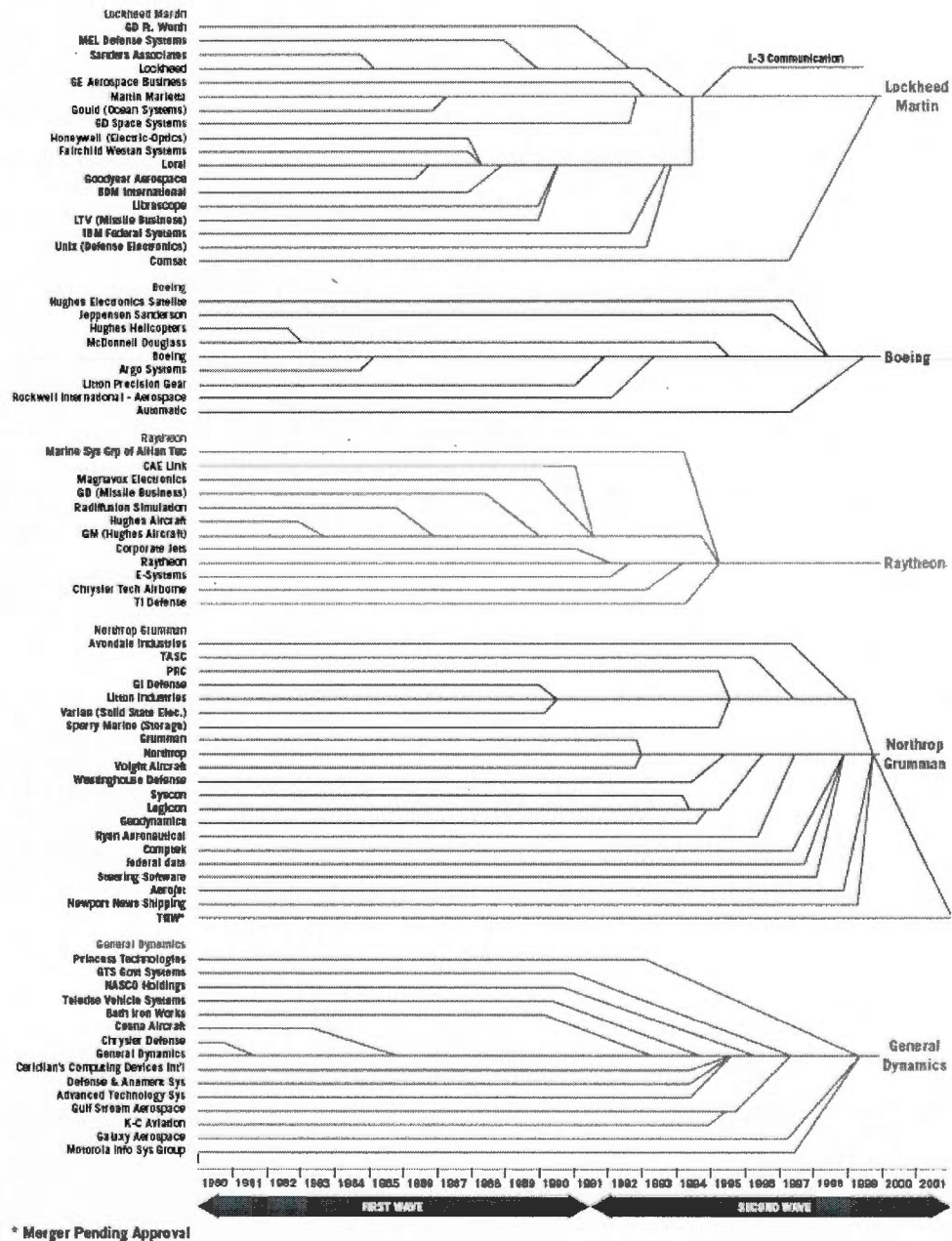
Figure 15: Nombre des avions militaires et civils produits aux États-Unis de 1912 à 2002



Préparé à partir des données de divers numéros de *Annual Statistical Editions*, publiés par AIA.

Confrontée à l'escalade incessante des coûts de la recherche et développement, au destin incertain de ces programmes, aux fluctuations brusques de la demande, au risque de perdre ou de voir diminuer l'apport des fonds publics, l'industrie aéronautique n'avait d'autre choix que celui d'entamer la transition vers l'aérospatiale. Cette transition a impliqué deux choix stratégiques fondamentaux : la diversification et la concentration. L'effet combiné de ces deux processus a déclenché une vague très importante d'acquisitions et de fusions dans l'industrie. L'achat, en 1967, de Douglas par MacDonnell misait la diversification à l'intérieur de l'industrie aéronautique, alors que l'achat par Rockwell-Standard de North America marquait la volonté de celle-ci de se diversifier dans le secteur de l'électronique. La fusion de Ryan avec Teledine s'est faite dans le même but. D'autres achats-fusions suivirent : Martin avec American-Marietta; Fairchild avec Hiller-Republic; Vought avec Temco; Textron a acquis Bell; Boeing prit le contrôle de Vertol (Pattillo, 1998). La convergence avec d'autres secteurs et la concentration de l'industrie ont été les faits marquants de cette période du cycle de vie de l'industrie aéronautique et les deux auront tendance à se poursuivre lors de la période successive. La figure suivante représente la concentration au sein de l'industrie aéronautique américaine durant les années 1980 à nos jours.

Figure 16: La consolidation de l'industrie aéronautique américaine, 1980-2001



Source : Commission on the Future of the United States Aerospace Industry, 2002

5.2.3: La maturité, la restructuration et la globalisation de l'industrie

En 1971, l'industrie produisait 1,5% du PIB et réalisait 7,1% des exportations de produits manufacturés. L'aérospatiale offrait un demi-million d'emplois directs, dont 70000 à des scientifiques et/ou ingénieurs. Avec un niveau de R-D atteignant 15 % des ventes, elle était l'industrie la plus technologiquement intensive. Le succès des programmes aéronautiques et spatiaux était retentissant. En 1969, le lancement par Boeing du model B747 a ouvert l'ère des jets à fuselage large. Ainsi, Boeing venait de gagner le pari le plus risqué de l'histoire de l'industrie aéronautique. L'échec de ce programme aurait entraîné la faillite de la compagnie, or la réussite lui a assuré sa dominance dans le marché du transport commercial (Bowers, 1968; Lawrence et Thornton, 2005). De par la démesure des coûts du projet et de son caractère avant-gardiste (par rapport aux besoins du marché), le programme A380 de Airbus semble répéter l'expérience du programme B747.

Le début des années 1970 correspond à une période creuse du cycle de l'industrie aéronautique. La récession économique a certainement affecté l'industrie; mais la majorité des difficultés était liée aux causes inhérentes à l'industrie. Celle-ci, malgré son poids économique, était très vulnérable aux changements économiques, politiques, stratégiques ou technologiques. Le caractère monopsonne du marché a continuellement alimenté beaucoup de controverses. L'administration Nixon, s'est donnée une priorité de vérifier et de reformer à fond les pratiques régissant les relations gouvernement-industrie. De nombreuses enquêtes révélèrent la fréquence de cas d'abus et d'échecs coûteux dans des programmes de développement aérospatiaux financés avec de l'argent public. De nombreuses commissions *ad hoc* ont été mises sur pied. Tous les rapports

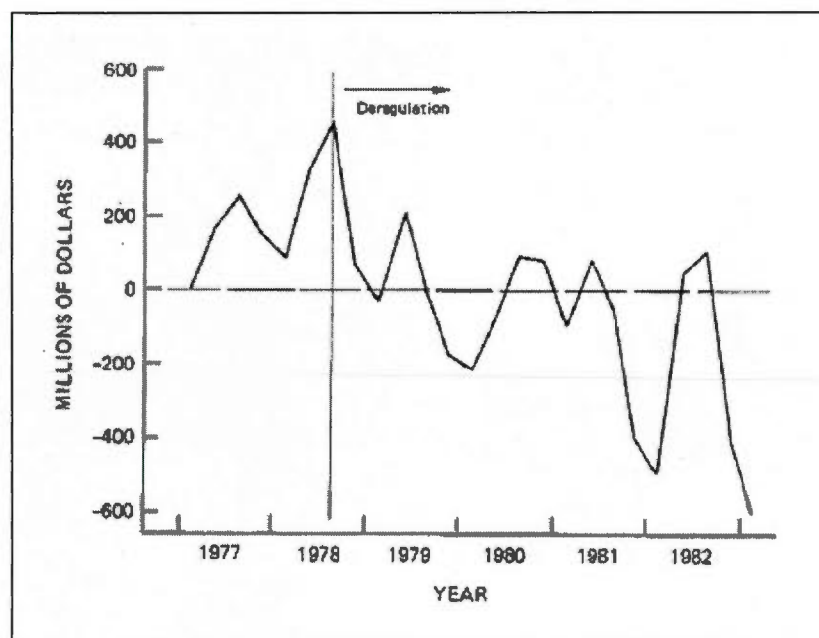
d'enquêtes s'accordèrent sur la nécessité et l'urgence de revoir les méthodes d'allocation des contrats publics qui jusqu'à cette période étaient basées sur le remboursement entier des coûts du programme, majorés d'un taux de profit fixe. On a même songé à diviser les fonctions de recherche et développement des fonctions de production, tellement les entreprises avaient pris l'habitude de traîner durant la phase de développement et de dépasser les coûts sans pour autant subir des conséquences de l'espacement entre le stade du développement du projet et son passage dans la production de masse. Le système était construit d'une telle façon qu'il était presque impossible d'arrêter le financement d'un programme, outre la différence entre les coûts estimés et les coûts réels. L'impact social de chacun des constructeurs majeurs de l'industrie était si immense que, désormais, ils étaient devenus simplement '*too big to fail*'. Cependant, les changements apportés par le gouvernement, même s'ils n'ont pas pu transformer radicalement la situation, exigèrent toutefois un réajustement important de la part de l'industrie afin qu'elle devienne plus efficiente.

Comme nous avons déjà mentionné plus haut, l'escalade des dépenses de la R-D et la rareté des contrats publics ont conditionné des investissements ciblés dans un petit nombre de programmes, laissant les entreprises peu diversifiées. Ces marges de manœuvre réduites ont poussé les constructeurs à adopter une politique de marketing agressif et à afficher des comportements souvent dépassant la frontière de l'éthique et de la légalité. Des affaires de corruption de politiciens américains ou étrangers salirent la réputation de plus d'une compagnie. On peut évoquer le cas des pots de vin que Lockheed a payé au premier ministre japonais afin de faire pencher sa balance en faveur de son TriStar plutôt que du DC-10, appartenant à l'autre compagnie américaine, McDonnell Douglas (Pattillo,

1998). D'autres scandales semblables, entre autres, ceux liés aux ventes d'avions militaires ou d'armement, sont continuellement sortis en surface, ce qui contribua le renforcement du sentiment général de méfiance vis-à-vis de l'industrie et ont incité le gouvernement à revoir les cadres réglementaires, les restrictions et les méthodes de contrôle de l'industrie.

Le ralentissement des commandes militaires, coïncida avec une situation exaspérante dans le marché des avions civils, lequel subissait des chocs majeurs suite à la restructuration et la déréglementation des compagnies aériennes américaines. Combinée avec la récession économique de la fin des années 1970, cette déréglementation s'est avérée dramatique pour plusieurs de ces compagnies (Morrison et Winston, 1995). La figure 17 représente l'impact de la déréglementation sur les profits des principaux opérateurs. Ces piètres performances se sont traduites immédiatement en baisse de la demande pour de nouveaux appareils. Le rôle crucial des compagnies aériennes comme *'lunch customers'* fut irrémédiablement compromis à moyen terme, alors que quelques années auparavant, sans les paiements progressifs que PanAm a versés au Boeing depuis le lancement du projet B747, celui-ci n'aurait pas pu voir le jour.

Figure 17 : Les profits des principales compagnies aériennes américaines avant et après la restructuration et la déréglementation de l'industrie

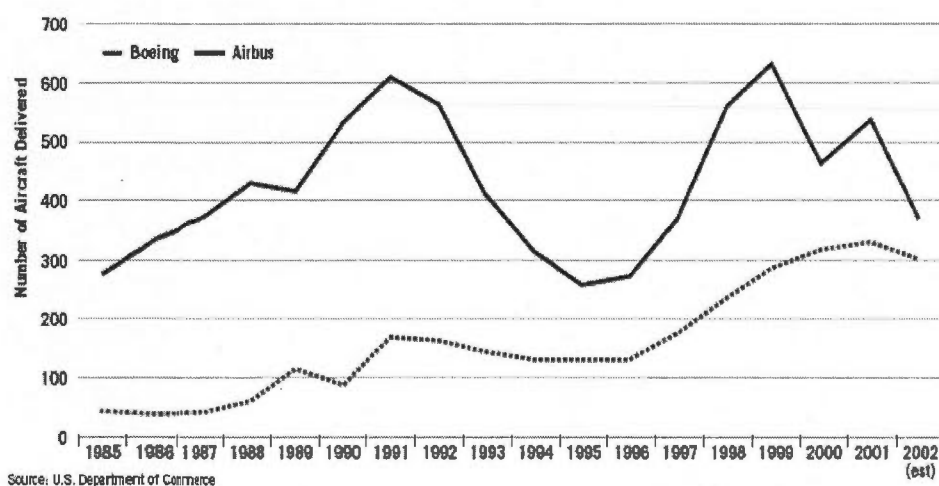


Source: Frederick Seitz et Steele Lowell, ed. (1985) *The Competitive Status of the U.S. Civil Aviation Manufacturing Industry*. National Academy Press. Washington, DC

Ces dynamiques internes se sont produites en même temps que l'environnement international de l'industrie se modifiait radicalement avec l'émergence d'un nouveau concurrent européen. Pour défier la suprématie américaine, les Européens n'avaient pas d'autre choix que celui d'établir un mécanisme efficace de collaboration industrielle capable de réunir les expériences, les compétences et les ressources financières de tous les pays intéressés (Lynn, 1997). En 1967, la France et l'Allemagne ont créé le consortium Airbus. Le Royaume-Uni les a rejoint une année plus tard, suivi par l'Espagne. En 1972, Airbus a produit son premier prototype d'avion. En moins de dix ans les Européens ont réussi à briser le

monopole de Boeing sur le marché des gros porteurs. En 2005, Boeing a livré 330 appareils, alors qu'Airbus a livré 375 (Airbus, 2006; Boeing, 2006). La figure suivante offre plus de détail sur la bataille commerciale des deux géants.

Figure 18 : Les livraisons annuelles de Boeing et d'Airbus, 1985-2002



La fin de la guerre froide, la réduction des financements publics, l'écroulement du marché civil domestique, la montée en flèche de la concurrence d'outre-Atlantique ont été des facteurs majeurs qui ont affecté profondément l'industrie aéronautique américaine. Deux tendances principales révèlent les stratégies adoptées par l'industrie afin de surmonter la pente :

- L'industrie a été obligée d'amorcer une phase de **restructuration majeure**. En quête d'efficacité, Boeing a réduit massivement ses effectifs. En seulement trois ans, le nombre d'emplois dans ses

installations de la région de Seattle, est passé de 120 000 à 38 000. McDonnell Douglas a fait le même choix et ses effectifs sont passés de 140 000 (après la fusion) à 57 000 en 1976. La diversification a été l'autre composante de la restructuration. Boeing, McDonnell Douglas ou Bell ont visé le rééquilibrage de leur production entre les secteurs civil et militaire. Northrop, General Dynamics ont misé plutôt sur la diversification dans d'autres secteurs non-aéronautiques, tels que l'électronique. Simultanément, les compagnies ont resserré leur activité en ne conservant qu'un noyau principal de compétences, notamment l'assemblage des avions. Par conséquent, la sous-traitance du reste des activités est devenue une pratique courante de l'industrie. Toute la chaîne des fournisseurs a été impliquée dans la restructuration de l'industrie. Celle-ci est fortement hiérarchisée. D'habitude elle est représentée par une pyramide au plus haut niveau de laquelle se trouve l'assembleur des systèmes, suivi des producteurs de systèmes des moteurs, d'avionique et des structures de l'avion. Les fournisseurs des composantes sont en bas de la pyramide.

- En raison du rétrécissement du marché intérieur et l'alourdissement des dépenses de recherche et de développement, l'industrie s'est engagée progressivement dans un **processus d'internationalisation**. Au début des années 1990, les deux-tiers du marché des transporteurs civils étaient en dehors des États-Unis. L'accès aux marchés et aux capitaux étrangers est devenu donc primordial. Or, les gouvernements étrangers, d'habitude propriétaires des compagnies aériennes nationales, imposent aux producteurs d'avions des conditions fermes, comme par exemple l'obligation de produire une partie des composantes sur leur

territoire. Le partage des risques et des coûts de développement et de production via la collaboration internationale marque donc l'époque actuelle de l'industrie aéronautique. En 1968, c'est McDonnell Douglas qui choisit de faire l'assemblage de son modèle DC-9 dans ses installations de Long Beach en Californie. Les composantes ont été produites au Canada et en Italie. La coopération de General Electric et de Pratt & Whitney avec la compagnie française SNECMA, malgré les nombreuses difficultés de parcours, fut une réussite en termes de produit. Fairchild entama une coopération avec Saab, Lockheed avec Rolls-Royce. De son côté, Boeing a continué d'attribuer aux participants étrangers de ses programmes le même statut qu'il accordait à ses *risk-sharing* américains. Ceci, comme la PanAm par exemple, participaient financièrement au lancement d'un nouveau programme, mais n'interféraient pas au cours des divers stades du développement de celui-ci. Or, après la création d'un consortium avec Japan Commercial Transport Development Corporation, Boeing fut obligé de s'engager dans une collaboration active avec ses partenaires japonais en quête de transferts technologiques. Le tableau 10 donne l'exemple de la participation montante des partenaires étrangers dans les divers programmes de Boeing.

Tableau 10 : L'internationalisation progressive des divers programmes d'avions de Boeing

Structure de l'avion	727 (1963)	767 (1982)	777 (1994)	787 (2008)
LES AILES	États-Unis	États-Unis	États-Unis	Japon
LA BOITE CENTRALE DES AILES	États-Unis	Japon	Japon	Japon
LA PARTIE FRONTALE DE LA STRUCTURE	États-Unis	Japon	Japon	Japon/États-Unis
LA PARTIE ARRIÈRE DE LA STRUCTURE	États-Unis	Japon	Japon	Italie
L'EMPANNAGE	États-Unis	États-Unis	Étranger	Italie/États-Unis
LE NEZ	États-Unis	États-Unis	États-Unis	États-Unis
ASSEMBLAGE	États-Unis	États-Unis	États-Unis	États-Unis

CHAPITRE 6

Cycle de vie et géographie de l'industrie aéronautique

L'industrie aérospatiale est souvent perçue comme exemple typique d'une industrie caractérisée par une forte inertie géographique. Les difficultés liées aux transferts d'immenses installations et l'importance des coûts fixes auxquels s'expose l'industrie, expliqueraient en partie son inertie. La dépendance de l'industrie d'une main-d'oeuvre qualifiée est un autre facteur d'inertie. Nonobstant cela, l'histoire centenaire de l'aéronautique révèle une relation très versatile entre l'industrie et ses localisations.

Le présent chapitre analyse l'évolution de la localisation de l'industrie en fonction de son cycle de vie. Notre but est d'examiner les changements de ces patterns et d'identifier les facteurs qui sont à la base de ces changements.

6.1 La géographie de l'industrie durant la période d'émergence

Dès son origine, l'industrie aéronautique a affiché une tendance persistante à s'agglomérer géographiquement. Par contre, la géographie des agglomérations n'ont pas été toujours les mêmes. L'industrie a émergé dans les régions du nord-est ou dans la couronne manufacturière (*manufacturing belt*) des États-Unis. Au début du vingtième siècle, ces régions comptaient 74 % de toute la production manufacturière du pays (Perloff et al., 1965). De son côté, Krugman (1991b) estime que ce pourcentage était encore plus important si l'on fait abstraction de la partie

de la production qui était fortement dépendante de ressources naturelles ou qui se limitait à un marché local. Selon lui, pendant cette époque, toute industrie qui ne nécessitait pas d'être à proximité de son marché ou d'une ressource naturelle spécifique, se trouvait dans la couronne manufacturière. L'industrie aéronautique satisfait en tous points ses 'conditions' la prédestinant à suivre la dépendance du sentier et à s'installer dans la ceinture industrialisée des États-Unis. La proximité du marché des matières premières semble n'avoir jamais affecté le choix de la localisation. Ainsi, lorsque la structure des avions était faite en bois, l'industrie se trouvait à l'extrême opposé des forêts d'épinettes qui étaient concentrées dans le nord-ouest du pays. Quand la structure métallique remplaça celle en bois, l'industrie s'éloigna des régions du nord-est qui dominaient la production du métal. Ceci s'explique en grande partie par le fait que le nombre de composantes d'un avion n'a pas cessé de croître en répandant ainsi à la complexité montante des appareils.

La proximité du marché de ses produits a rarement influencé la géographie de l'industrie. On note seulement quelques cas isolés d'entreprises, qui en raison de leur dépendance vis-à-vis des contrats militaires, évoquent la proximité avec Washington, comme un critère de choix de leurs sites. Tel est le cas de Martin, qui en 1928, a vendu ses installations de Cleveland pour s'installer à Baltimore. Toutefois le marché de l'industrie aéronautique, que ce soit dans le secteur militaire ou celui civil, n'a jamais été restreint géographiquement et par conséquent la proximité aux clients n'a eu qu'un rôle futile dans le choix de la localisation de l'industrie.

Par contre, l'industrie aéronautique est fortement dépendante de la main-d'œuvre, en termes de quantité, de qualité et de coûts. En s'installant dans

les grandes agglomérations du nord-est du pays, l'industrie émergente a bénéficié d'importantes économies d'externalité. Selon Cunningham (1951), au cours des premières décennies, 90 % des emplois de l'industrie aéronautique étaient hautement ou plus que moyennement qualifiés. La qualification est essentielle si on considère que pendant les premières années il ne s'agissait pas d'une production de masse. Au contraire, il incombait aux employés de s'appliquer dans plusieurs tâches, non standardisées et de solutionner de nombreux imprévus techniques. Dans ces conditions, l'entraînement des effectifs s'avèrerait plutôt long et coûteux. Dans ce contexte, la présence dans la couronne manufacturière d'industries formatives, attire l'industrie naissante vers ces régions. Selon Todd et Simpson (1986), des industries telles que la construction navale, l'industrie du chemin de fer, celle de l'automobile ou d'autres industries mécaniques ont contribué à *former* un esprit d'entrepreneur en même temps qu'un pool de main-d'œuvre capable de comprendre la complexité et de satisfaire les exigences de la nouvelle industrie. En 1915, New York était de loin, la plus grande agglomération d'entreprises aéronautiques suivie par Boston, Chicago, Detroit et Buffalo.

Au cours de cette période, il arriva fréquemment que des entreprises œuvrant dans d'autres industries, décidèrent de se munir d'un département d'aéronautique. Par la suite, en fonction de leurs performances, certaines parmi ces entreprises se convertirent entièrement à l'aéronautique. D'autres ont continué leur activité précédente et ont fermé ou se sont séparées de leur département d'aéronautique, qui continua à se développer de façon indépendante. Dans la majorité des cas ces entreprises formées par essaimage (*spin-off*) ont poursuivi leur développement en proximité des sites de leurs compagnies-mère Cunningham (1951). L'entreprise Vicker, anciennement dans l'industrie de

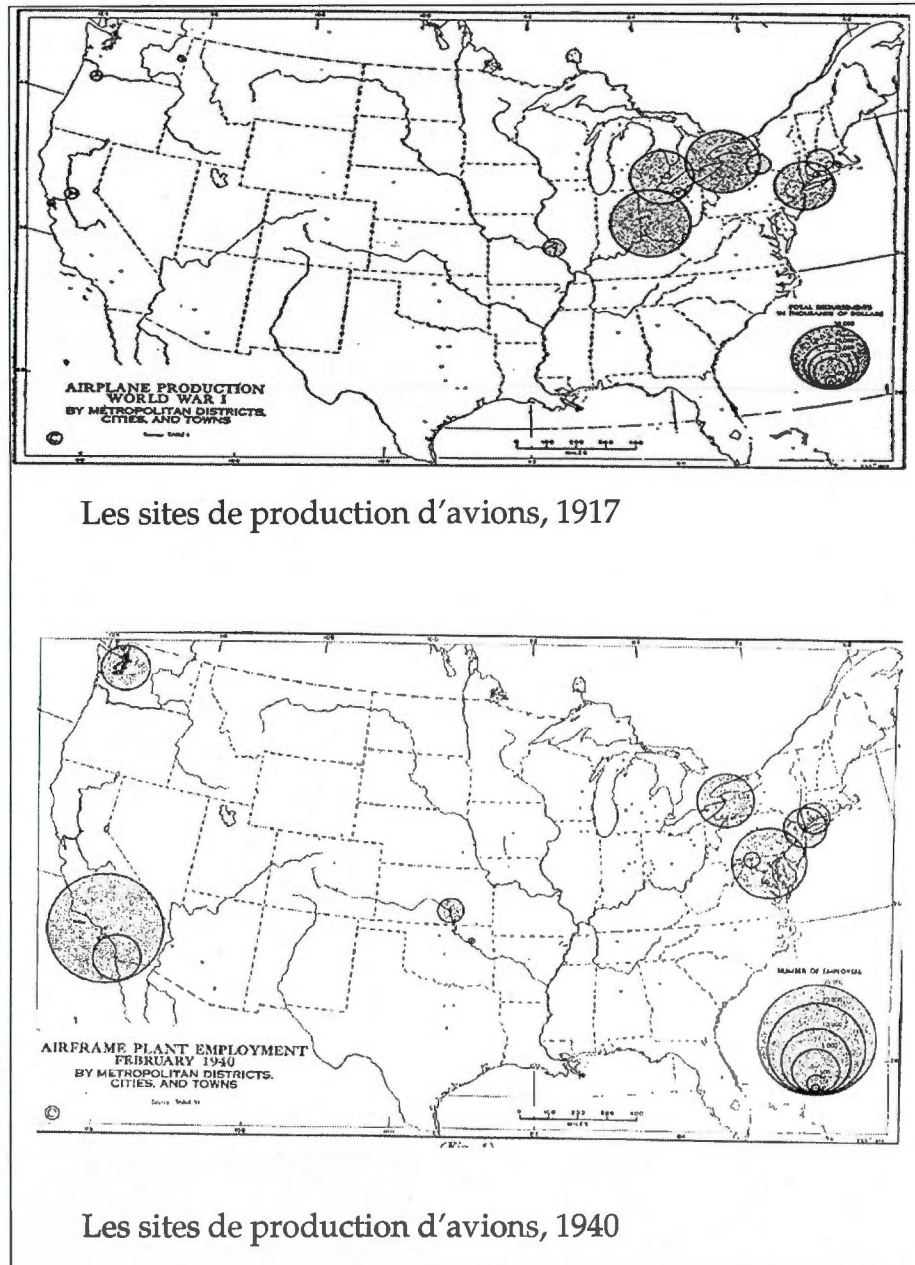
l'armement, ou Crayford naguère producteur de mitraillettes, sont parmi ces cas de ces entreprises essaimantes. Curtiss venait de l'industrie des motocyclettes et les premiers prototypes d'avions des frères Wright furent construits dans leur manufacture de bicyclettes.

Ainsi, les patterns de localisation de l'industrie, durant les premières années, s'expliquent principalement par la dépendance du sentier. Or, les événements subséquents montrent qu'à moyen terme, malgré l'avantage initial de la couronne manufacturière l'industrie aéronautique ne c'est pas accrochée à ces régions. Au contraire, en 1940, la moitié des capacités de cette industrie se trouvait dans des localisations autres que celles dont étaient originaires les entreprises concernées (Cunningham, 1951). Cette migration était caractérisée par deux tendances distinctes. La première consistait en une migration interrégionale. Dès les années 1920, de nombreuses compagnies déménagèrent de la couronne manufacturière (*manufacturing belt*) vers la couronne du soleil (*Sun Belt*) et la côte du Pacifique Ceci a été surnommée la migration vers l'ouest (*westward migration*). En 1920, Douglas a installé son entreprise à Santa Monica, en Californie en devenant par la suite une ancre dont la présence dans la région a attiré plusieurs autres compagnies. La même année, Martin a vendu ses ateliers à Cleveland et a déménagé son activité à Baltimore. Chance Vought aussi a quitté Connecticut pour s'installer à Dallas. En 1935, Reuben Fleet de Consolidated préféra transférer l'entreprise de Buffalo à San Diego. En 1939, après avoir examiné plusieurs cites, Northrop a opté pour la construction de ses installations à Los Angeles. Selon les données du *Census of Manufacturers* de l'année 1925, parmi 44 grands producteurs d'avions recensés, seulement 4 se trouvaient en Californie. Or, selon la même source en 1937, Los Angeles et San Diego avaient attiré 24 constructeurs d'avions.

La deuxième tendance est un déplacement intra-régional. Les entreprises déménagent du centre des grandes agglomérations vers leurs banlieues. C'est le cas de Grumman Aircraft, de Brewster Aeronautical et de Republic Aviation, qui ont agrandi leurs activités sans quitter New York. Piper a aussi choisi de changer de site, sans pour autant partir de la Pennsylvanie. De son côté, Curtiss transféra son entreprise de Buffalo à Clifton, les deux à New Jersey. Toutefois, la première tendance (le '*westward migration*') a eu un impact majeur dans la modification de la localisation de l'industrie. La figure 19 compare la distribution géographique de l'emploi pour les années 1917 et 1940.

Des facteurs économiques, historiques ou d'autres liés aux exigences spécifiques de l'industrie ont motivé ces vagues de délocalisation. Lors des trois premières décennies de son existence, malgré la multitude des difficultés qu'elle a rencontrées, l'industrie aéronautique a toutefois pris de l'essor. La complexité technique et les dimensions des avions n'ont pas cessé de grandir ce qui impliquait l'élargissement des installations initiales. Or, l'endroit adéquat devrait offrir des vastes espaces libres et qui satisfaisaient les exigences de l'industrie du point de vue topographique. De plus, les conditions climatiques des nouveaux sites étaient considérées. Celles-ci, à part être plus propices aux conditions nécessaires pour le bon déroulement des tests de vol, permettraient aussi de réaliser des économies de chauffage, qui, en égard de la grandeur des installations, ne devraient pas être négligeables.

Figure 19: La comparaison de géographie de la production d'avions entre 1917 et 1940



Source: Cunningham (1951)

L'opportunité d'avoir un environnement beaucoup moins syndiqué, une main-d'œuvre abondante dont les coûts étaient inférieurs comparativement à la côte Atlantique ont compté parmi les facteurs économiques qui ont influencé la migration des entreprises vers le sud-ouest. Par ailleurs, durant les deux premières décennies, la géographie des sources des capitaux a joué un rôle notable dans le choix de la localisation des firmes. La nouvelle industrie est encore trop instable, risquée et méconnue. Les petites et les moyennes entreprises qui entrent et quittent continuellement les secteurs n'inspirent pas beaucoup de confiance aux investisseurs. Dans les meilleurs des cas, si les PME réussissaient à se faire connaître, leur réputation ne se propageait que sur un rayon géographique restreint. Dans ces circonstances, la proximité géographique avec les investisseurs (dont la mobilité à ce stade était géographiquement limitée) contribuait à augmenter les chances des entreprises d'attirer leur attention. Dans un premier temps, cette proximité a été sérieusement prise en considération lors du choix de la localisation. Ainsi, en profitant de l'intérêt que de riches propriétaires pétroliers du Kansas avaient montré pour l'aéronautique, en 1916, Clyde Cessna, originaire d'Oklahoma, a ouvert avec leur appui, son atelier à Wichita. Walter Beech le suivit quelques années plus tard. Les banques refusèrent à plusieurs reprises d'accorder à Donald Douglas des financements pour une activité qui, selon leurs jugements, était fort hasardeuse. En 1920, Douglas a réussi à trouver à Los Angeles un investisseur providentiel (*business angel*) passionné de l'aviation et lequel accepta de l'aider financièrement. Par conséquent, Douglas décida d'installer son entreprise dans cette ville. Par ailleurs, quelques états en rapide croissance, comme Détroit ou Los Angeles, se rendirent compte du potentiel de l'industrie aéronautique et saisirent son besoin important de capitaux. Ils ont alors décidé d'attirer les constructeurs chez-eux en leur offrant des conditions de financements

plus favorables comparativement aux autres états. À partir de la fin des années 1920, l'industrie a commencé à se réorganiser et un grand nombre de compagnies deviennent publiques. L'industrie avait fait ses preuves et ceci a contribué à dissiper le sentiment de méfiance des investisseurs. Depuis, la mobilité du capital a crû et en conséquence, la proximité géographique avec les investisseurs est devenue un facteur marginal dans le choix de localisation des entreprises.

Au cours de la période d'émergence de l'industrie aéronautique, à deux reprises, les événements historiques ont interféré avec son développement et ont eu des conséquences considérables sur les patterns de sa localisation. Pendant la première Guerre mondiale, la production des avions a été concentrée dans un petit nombre de compagnies dont Dayton-Wright Co. à Dayton; Curtiss Aeroplane à Buffalo; Fisser Body à Detroit; Standart Aero Co. au New York. La production des moteurs d'avions était distribuée parmi les compagnies suivantes : Wright-Martin Aircraft Co. à New Jersey; les producteurs d'automobiles Lincoln, Packard et Ford, toutes trois situées à Detroit; Willis-Overland à Toledo; Nordyke et Marmon à Indianapolis.

La période de l'après-guerre s'accompagna d'une forte contraction de la demande et de la production d'avions. L'industrie d'automobile s'est retirée complètement de la production d'avions. Les entreprises survivantes se situaient à Buffalo, New York, Dayton et Boston. La guerre a renforcé l'avantage initial des régions du nord-est qui pendant la décennie suivante ont continué à attirer la majeure partie des nouveaux producteurs d'avions. New York est restée de loin la principale ville accueillant le plus grand nombre de nouvelles entreprises. Ainsi, entre 1919 et 1926, plusieurs parmi les futurs acteurs majeurs de l'industrie

s'installèrent à New York. Tel est le cas de Consolidated, Chance Vought Aircraft, Sikorsky Manufacturing, Fairchild Manufacturing et Fokker.

Lors de la deuxième guerre mondiale, la géographie de l'industrie a été fortement modifiée. Durant le conflit, l'état a largement financé l'expansion de la production. Il a incité d'abord l'élargissement des installations de toutes les firmes existantes. De plus, il a encouragé les compagnies de secteurs autres que l'aéronautique à se convertir à la sous-traitance ou à la production sous licence des avions ou des moteurs d'avions; c'est le cas de General Motors, Goodyear, Buick, Packard, Chevrolet ou West Lynn. Enfin, pour les besoins de la guerre de nombreuses installations nouvelles ont été construites. Dans un premier temps, les élargissements ou les nouveaux sites se créèrent en proximité des grands centres d'aéronautique. Ensuite, évoquant des raisons de sécurité, le gouvernement a fortement encouragé le transfert de la production d'avions dans des régions se situant au minimum 200 milles à l'intérieur des frontières. Ceci a été à la base de l'essor de nouvelles régions d'aéronautique. Pendant la guerre, elles ont accueilli plusieurs entreprises aéronautiques nouvellement créées, des filiales des compagnies préexistantes ou des centres de modification mis sur pied par le gouvernement. À la veille du conflit, les nouveaux designs d'avions se faisaient attendre (quelques uns, comme le modèle Hercules de Howard Hughes, n'arriveront qu'après la fin de guerre). En attendant, le développement de nouveaux modèles, mais aussi afin d'éviter une partie du temps et des coûts d'apprentissage liés à la production de ces nouveaux avions, le gouvernement autorisa les entreprises à continuer la production de leurs anciens modèles d'avions. Pour adapter ces modèles aux besoins de la guerre, l'État fit construire vingt-cinq centres de modification, qui, au cours de la guerre, ont atteint un maximum de 43 400

employés. Tous ces sites ont été construits dans les régions centrales du pays.

Tableau 11 : États-Unis: Distribution des firmes aéronautique selon les villes, 1925

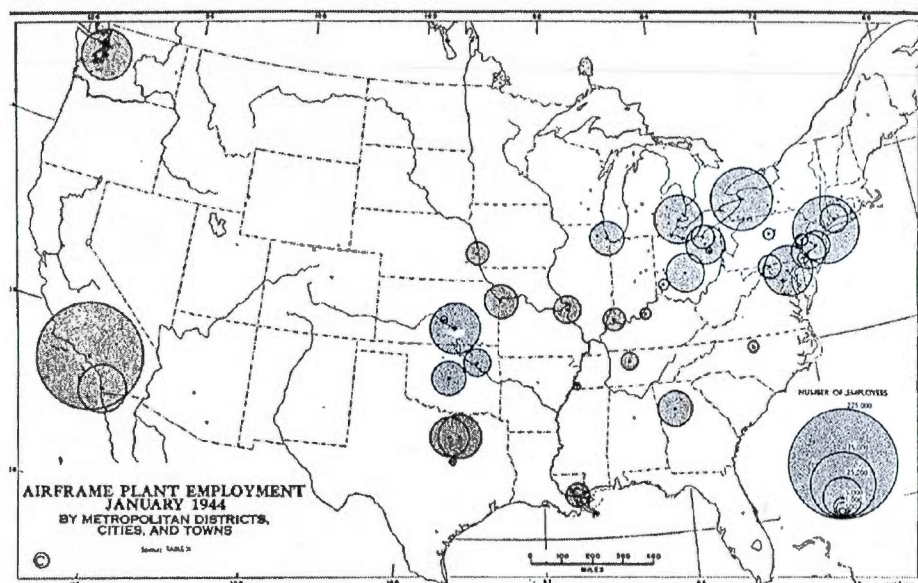
Ville	Nombre de firmes
New York	15
Ohio	5
Californie	4
Kansas	2
Missouri	2
Illinois	2
Michigan	2
Pennsylvanie	2
New Jersey	2
Connecticut	1
Colorado	1
Indiana	1
Iowa	1
Nebraska	1
Wisconsin	1
Texas	1

Source: Census of Manufactures, 1925

À la veille de la victoire, l'industrie aéronautique était géographiquement dispersée entre plusieurs régions (figure 20). De 1940 à 1944, la part dans l'industrie aéronautique des régions du centre des États-Unis est passée de 4 à 44,7 % Cunningham (1951). Cette décentralisation de l'activité industrielle contraste fortement avec la tendance de concentration que l'industrie a affichée depuis son origine. En 1940, cinq centres majeurs d'aéronautique détenaient 90 % des emplois de ce secteur, tandis que dix centres comptaient 99,8 % du total. Or, en 1944, les emplois étaient répartis

entre 33 centres majeurs. Une telle expansion industrielle démesurée, entraîna a fortiori par la suite une contraction dramatique de l'activité. Ainsi, celle qui est considérée être la période dorée de l'industrie aéronautique américaine a paradoxalement débuté, par la phase la plus dure jamais vécue de l'industrie. La prochaine section examine la géographie de cette industrie durant les années 1945-1970.

Figure 20 : La distribution des emplois du secteur aéronautique en 1944



Source: Cunningham (1951)

6.2 La géographie de l'industrie lors de la phase de la croissance

Dès le début de la guerre, les industriels et le gouvernement s'étaient organisés afin de minimiser les conséquences de l'après-conflit. Toutefois, les proportions des changements s'avérèrent immenses. De 1943 à 1946, 93 % des emplois de l'industrie aéronautique allaient disparaître. La contraction de l'industrie a eu, inévitablement, des répercussions considérables sur sa localisation. Les entreprises non-aéronautiques ont été les premières à se retirer de l'industrie. L'activité aéronautique a disparu de villes comme Cleveland, Toledo, Dayton, Detroit, New Orleans ou Chicago. Un petit nombre d'entreprises font exception à cette tendance de reconversion vers les activités d'avant la guerre. Goodyear, General Electric et Westinghouse Electric Co. continueront à développer leurs projets sur les moteurs turboréacteurs.

L'ensemble des modifications nécessaires des avions (cette fois, en faisant en sens inverse l'adaptation des avions militaires en avions civils) étaient réalisées dans les principaux sites d'assemblage des avions, les centres de modification disparaissent alors. Ainsi, d'autres villes comme Denver, Cheyenne, Phoenix, Tucson et Birmingham ne figurent plus parmi les centres d'aéronautique. De son côté, la fermeture des filiales des grands constructeurs d'avions a écarté de la liste des villes comme Atlanta, Cincinnati, Nashville, ainsi que plusieurs villes du Connecticut et du Massachusetts. D'autres villes furent touchées par l'arrêt des activités ou la conversion vers d'autres industries, de la majorité des compagnies créées pendant la guerre. La liquidation des activités a aussi frappé des compagnies, autrefois solides, comme Brewster Aeronautical, Howard Aircraft ou Naval Aircraft Factory. Cela a affecté des villes comme Philadelphia, Chicago ou New York. Un petit nombre de migrations intra

ou interrégionales ont contribué aussi à modifier la géographie de l'industrie pendant les années 1950. Les plus importantes sont les déménagements des deux pionniers de l'industrie Curtiss-Wright et de Chance Vought. Le premier, a abandonné Buffalo et a transféré son siège social à Columbus, Ohio, dans une de ses filiales de la guerre. Le transfert de Chance Vought de Bridgeport (Connecticut) à Dallas (Texas) représente un des déménagements industriels les plus impressionnants. Le transfert a duré plus d'une année et fut organisé de façon à ne pas interrompre la production.

Une fois le choc majeur absorbé, l'industrie a commencé graduellement à se raviver. D'abord la guerre des deux Corées et ensuite la Guerre Froide, ont certainement contribué à la reprise de l'activité. Un nombre marginal de nouvelles entreprises ont apparu, mais leur durée de vie a été très courte. Durant la première moitié des années 1960, l'industrie s'est consolidée autour d'une dizaine de constructeurs d'avions. Seulement Boeing, Convair, Douglas, Lockheed, McDonnell, Northrop, North American et Republic ont survécu à l'ère des turboréacteurs. Tandis que parmi les producteurs de moteurs, il ne restait que Pratt et Whitney, General Electric, Allison, Westinghouse et Wright (Pattillo, 1998). Cette concentration industrielle se reflète également dans une centralisation géographique. Au cours des années 1950 à 1960, 92 % de l'industrie (en termes de nombre d'emplois) s'est agglomérée dans les six états suivants: la Californie (40 %), le Texas (14%), Washington (12 %), New York (10,9 %), Maryland (7,8%) et Kansas (7,6 %). (US Census Bureau). Le resserrement des rangs des avionneurs a conduit vers une concentration géographique ultérieure de l'industrie.

6.3 Maturité et géographie de l'industrie

Avec le passage de l'industrie vers une phase de maturation, ses relations avec les régions dans lesquelles elle s'est développée ont également changé. Dans les années 1970, on assiste à la solidification du leadership d'une quinzaine d'entreprises, tandis que le reste de l'industrie gravite autour de celles-ci. Pendant une décennie l'industrie laisse entrevoir une certaine stabilité de sa géographie de production. Cependant, vers le milieu des années 1970, l'industrie a entamé un processus de restructuration majeure, consistant notamment en le recentrage des activités des entreprises sur leurs compétences de base. Dans le moyen terme, cette restructuration a affecté la spécialisation des régions. Ainsi, le nombre des régions disposant des capacités d'assemblage et des régions productrices de sous-systèmes (de moteurs, des structures d'avions ou d'avioniques) a diminué. Par contre, le nombre de régions qui accueillent des sous-traitants de l'industrie a grandi.

Un mimétisme s'établit entre les régions et les entreprises qui constituent l'ancre de leur cluster d'aéronautique. En effet, le sort de ces clusters sera inséparablement lié au sort de leur firme d'ancrage. Suite aux processus de fusions et d'acquisitions entamées vers la fin des années 1980, des noms de compagnies majeures disparaissent ou prennent une autre place dans la hiérarchie l'industrielle. Quelles conséquences ont eu ces changements pour les régions hôtes de ces compagnies ? Il est possible de déceler trois types de situations. Dans un premier cas, quand la firme d'ancrage a quitté le secteur ou l'industrie, cela a le plus souvent mis fin aux activités aéronautiques de la région concernée. En 1987, Fairchild Industries s'est retiré entièrement de l'aéronautique, ce qui a mis un terme à cinquante-neuf années d'activités dans ce secteur de la région de Farmingdale (New

Jersey) (Pattillo, 1998). Dans un contexte de restructuration majeure, en 1986, Lockheed a transféré son siège social de Burbank (Californie) à Calabasas (Californie). Deux ans plus tard la compagnie a fermé ses installations de Burbank et a mis fin à soixante années de production d'avions dans cette localisation.

Dans certains cas, la région a continué de faire partie des régions aéronautiques soit en préservant sa place dans la hiérarchie industrielle, soit, le plus souvent, en devenant une région de sous-traitance. Ainsi, la fusion de McDonnell et Douglas, n'a pas affecté le travail de leurs sites respectifs. À Long Beach on a continué le développement des modèles DC-8 et DC-9, bien que le siège de la nouvelle compagnie fût transféré à St-Louis. Dans d'autres cas, avec la perte du leadership d'une entreprise, elle s'est départie de ses activités principales, dont la recherche et le développement ou l'assemblage, qui ont été concentrés au siège de la nouvelle compagnie. Ainsi, la centralisation des activités de la R-D à Montréal, quand Bombardier a acquis Lear Jet et Short Brothers, reléguera leurs régions respectives à la sous-traitance.

Finalement, d'autres cas se présentent quand les régions se convertissent vers d'autres secteurs d'activités en suivant la même trajectoire de diversification que leurs firmes d'ancrage. C'est ce qui s'est produit par exemple avec la région d'El Segundo quand, en 1988, Rockwell North American Division a adopté une stratégie de diversification et s'est départie de son activité d'aéronautique. Dans un grand nombre de cas, les régions se sont réorientées vers des industries exigeant des compétences avoisinantes avec l'aéronautique, telles que l'électronique, la défense ou l'espace.

Au cours des années 1990, les compagnies restantes dans l'industrie aéronautique américaine s'exaspéraient face à la recrudescence des coûts de R-D, l'écroulement des financements publics et l'intensification de la concurrence internationale. La maîtrise et les diminutions des coûts et le partage des risques deviennent ainsi prioritaires. Des facteurs, négligés auparavant, prennent subitement de l'importance. Les compagnies se sensibilisent par rapport aux coûts d'opérations des divers centres d'aéronautique. Tel que le montre le tableau 12 des effets de congestions commencent à se faire sentir dans des régions de la Californie, Connecticut et Washington, alors que les régions limitrophes de celles-ci ont des coûts d'opérations nettement plus basses. Des délocalisations intra ou interrégionales se sont produites de plus en plus fréquemment. C'est le cas de Boeing qui a transféré ses centres de sous-traitance de St. Charles, Missouri, à Mesa, en Arizona.

Toutefois, ce qui semble être devenu une tendance forte actuellement est celle de la délocalisation internationale de l'industrie. Il n'est pas difficile de discerner cela dans la tendance persistante du déclin de l'emploi de l'industrie. Les centres se trouvant en bas de la pyramide de la chaîne des valeurs de l'industrie sont les premiers à subir les conséquences.

Tableau 12: Comparaison des coûts des opérations dans divers clusters d'aéronautique

État	Localisation	le total des coûts des opérations (en millions de \$)			les coûts de la main-d'œuvre			coût de l'énergie électrique (cents/kWh)	les loyers (\$ pour pieds carré)		Coûts de construction (\$/pieds carré)
		ouvriers	techniciens	administration	ouvriers	techniciens	administration		industriel	bureau	
CA	Sunnyvale	41,96	39,81	16,89	24,23	39,81	16,89	12,48	7,68	44,1	69,7
CA	El Segundo/Long Beach/Redondo Beach/Si	38,58	38,41	16,3	23,37	38,41	16,3	12,89	4,83	26,55	63,28
CT	Hartford/Stratford/Windsor Locks	38,57	37,82	16,05	23,02	37,82	16,05	7,21	4,4	25,5	62,87
CA	Chula Vista	38,39	36,04	16,61	21,92	36,04	16,61	10,7	8,88	30,6	62,14
WA	Auburn/Everett/Renton	37,23	36,5	15,48	22,21	36,5	15,48	5,69	5,65	19	62,04
NH	Nashua	37,14	35,95	15,25	21,87	35,95	15,25	8,41	7,5	16,25	55,92
MN	Hopkins/Minneapolis	37,11	37,57	15,49	22,23	37,57	15,49	4,4	3,5	14	67,27
PA	King of Prussia	36,82	36,96	15,68	22,5	36,96	15,68	6,73	2,88	25,25	67,54
CO	Denver	36,63	35,98	15,26	21,89	35,98	15,26	4,87	6	17	52
MA	Lexington/Marlborough	36,22	35,95	15,25	21,87	35,95	15,25	8,15	4	18	62,54
IL	Rockford	36,04	35,38	15,02	21,53	35,38	15,02	5,8	3,6	13,6	63,35
OH	Cleveland	35,94	35,42	15,02	21,56	35,42	15,02	6,34	3,5	20,5	69,77
MO	St.Louis	35,93	35,77	15,18	21,77	35,77	15,18	4,13	2,5	22	62,33
IN	Indianapolis	35,88	34,72	17,73	20,86	34,72	17,73	3,78	5	19,3	55,46
GA	Marietta	35,33	34,51	16,62	21,01	34,51	16,62	4,73	3,7	16	48,63
OH	Cincinnati/Evendale	35,25	34,97	14,84	31,29	34,97	14,84	4,5	3	20	64,43
AZ	Phoenix/Tempe	35,11	34,1	14,33	20,75	34,1	14,33	5,41	6,6	24	51,93
NC	Charlotte	34,66	34,1	14,47	20,75	34,1	14,47	4,93	5	18,5	45,02
KS	Wichita	34,49	34,34	14,58	20,9	34,34	14,58	4,04	2,75	20	48,63
IA	Cedar Rapids	34,3	34,07	14,45	20,73	34,07	14,45	3,54	3,8	16,75	52,19
TX	Dallas/Fort Worth/Grand Prairies/Irving	34,06	34,21	14,51	20,81	34,21	14,51	4,44	3,15	18	48,23
UT	Magna	34,02	33,82	14,35	20,58	33,82	14,35	4,08	3,12	18,28	51,52
AZ	Tucson	33,37	32,5	13,79	19,79	32,5	13,79	7,44	4,56	22	50,98
GA	Savannah	33,16	33,03	14,01	20,1	33,03	14,01	4,73	3,15	13,05	44,94
FL	Melbourne	32,81	32,36	13,72	19,71	32,36	13,72	5,65	3,7	16,25	53,63
SC	Greenville	32,66	32,48	13,84	19,76	32,48	13,84	4,68	2,9	15,25	45,62

Source: AIA. Aerospace facts and figures 2004/2005

Figure 21 : Les principaux clusters aéronautiques des Etats-Unis, 2005

Distribution géographique de l'emploi dans le secteur 'Production d'avions et de pièces d'avions' (code SCIAN 33641)

États-Unis: les régions métropolitaines	Nombre d'emplois 2005	% du total de l'emploi du secteur (code SCIAN 33641)
Seattle-Tacoma-Bellevue, WA	60234	14%
Los Angeles-Long Beach-Santa Ana, CA	50981	12%
Dallas-Fort Worth-Arlington, TX	34397	8%
Hartford-West Hartford-East Hartford, CT	20314	5%
Boston-Cambridge-Quincy, MA-NH	10826	3%
Cincinnati-Middletown, OH-KY-IN	8419	2%
Philadelphia-Camden-Wilmington, PA-NJ-DE-MD	6791	2%
New York-Northern New Jersey-Long Island, NY-NJ-PA	5635	1%
Indianapolis, IN	4985	1%
Huntsville, AL	3229	1%
Palm Bay-Melbourne-Titusville, FL	2663	1%
Cleveland-Elyria-Mentor, OH	2380	1%
Riverside-San Bernardino-Ontario, CA	2339	1%
Jacksonville, FL	2194	1%
New Haven-Milford, CT	2156	1%
Total	431033	

Source : US Census Bureau. 2006. *Geographic Area Statistics*.

CHAPITRE 7

De clusters en systèmes d'innovation : les dynamiques de l'industrie aéronautique canadienne

Le Canada est le quatrième plus grand producteur d'avions civils au monde. L'intérêt de remettre en perspective l'enracinement de ce succès majeur est d'autant plus grand en raison du parcours atypique de l'industrie aéronautique canadienne. Comment un petit pays, sans ambitions militaires, a pu se hisser à tel niveau d'excellence ? Ce chapitre entend retracer le processus d'évolution de l'industrie, identifier les facteurs l'ayant influencé, cerner les mutations du rapport industrie-région et mettre en exergue les singularités canadiennes.

7.1 L'émergence de l'industrie aéronautique canadienne

L'industrie aéronautique canadienne a connu un lent démarrage. Canadian Aerodrome, fondée en 1909, était la première entreprise canadienne de production d'aéronef. Elle fut une dérivée d'Aerial Experiment Association (AEA), une association de recherches expérimentales sur le vol, fondée par Alexander Graham Bell. Celui-ci encouragea (et finança) deux de ses collègues à poursuivre leurs efforts afin de trouver des utilisations pratiques des engins volants. Ils réussirent à construire deux machines volantes qui s'écrasèrent, toutes deux, lors d'une séance de démonstration et scellèrent ainsi, un an plus tard, le

destin de l'entreprise. En 1915, afin de bénéficier des commandes militaires des gouvernements canadien et britannique, Curtiss-Wright a ouvert une filiale à Toronto. Or, pour répondre à la demande britannique d'avions d'entraînement, le gouvernement canadien a préféré créer, en 1916, son propre centre expérimental, le Canadian Aeroplanes. Ceci, durant les deux années suivantes, monopolisa l'ensemble de la production canadienne de la première guerre mondiale. Il produisit 1 243 avions et fut dissout après l'Armistice. Puisque ses attentes ne se concrétisèrent pas, Curtiss Aeroplanes & Motors du Canada a cessé également son activité en 1919, après avoir produit seulement 30 avions. Par ailleurs, une vingtaine d'entreprises se sont dédiées à la production d'avions au Canada entre 1909 et 1920. La majorité d'entre-elles ne survécurent pas à leur première année d'existence. 38 prototypes d'avions divers ont été produits, sans pour autant atteindre le niveau de la commercialisation. Ces entreprises étaient géographiquement très dispersées : 6 parmi elles se sont installées en Colombie Britannique, 1 en Saskatchewan, 2 au Manitoba, 5 en Ontario, 3 au Québec et 2 en Nouvelle-Ecosse. Hormis les 1 243 avions produits en 1917 par Canadian Aeroplanes, seulement 63 avions ont été produits au Canada de 1909 à 1920, tandis qu'au cours de la même période on avait produit 17 674 avions aux États-Unis.

Contrairement à ce qui s'est passé aux États-Unis, où les pionniers de l'industrie construisirent les avions et travaillèrent parallèlement pour créer des opportunités de marchés, au Canada le succès du transport aérien semble avoir précédé celui de la production d'avions. La fièvre des courses d'avions a gagné très rapidement (dès 1912) le pays. En même temps, les grands espaces séparant des populations dispersées, le manque d'infrastructure reliant plusieurs coins du pays, ainsi que la concentration des ressources naturelles forestiers et minières (de cuivre et d'or) dans les

régions nordiques du pays, ont motivé l'adoption rapide de l'avion comme moyen de transport. La première à entrer formellement en service, a été la compagnie québécoise 'Laurentides Air Service' (un consortium des producteurs de pâtes et papiers) qui offrait le service entre Montréal et les centres forestiers de la rivière Saint-Maurice. Ensuite, le transport aérien s'est répandu progressivement en Ontario, notamment avec la compagnie 'Red Lake' (mise au service de l'industrie minière de la province) et dans les provinces de l'ouest du Canada, avec Western Canadian Airways. Toutefois, l'industrie canadienne de production d'avions semble n'avoir bénéficié en rien de ce développement du transport aérien. Tous les avions circulant dans le ciel du Canada étaient achetés ou loués aux États-Unis.

Pendant cette période, le marché canadien de la défense était presque inexistant. Lors de ces années d'émergence, il arriva fréquemment aux États-Unis et ailleurs, que l'industrie butte contre un mur de réticences et d'indifférences de la part des gouvernements. Toutefois, à un certain moment, les gouvernements s'impliquèrent intensivement dans l'industrie. Par rapport à tous les autres pays développés, l'implication du gouvernement canadien dans l'industrie aéronautique fut la plus tardive. Ce désintérêt persista même pendant la première guerre mondiale. C'est seulement en 1918, lorsque des sous-marins allemands se rapprochèrent des côtes de la Nouvelle-Ecosse, que le gouvernement organisa en catimini le Royal Canadian Naval Air Force, doté de quelques avions britanniques. Après la guerre, l'Air Board de Canada s'intéressa principalement à l'utilisation des avions à des fins civiles. L'armée aérienne se contenta d'une centaine d'avions donnés par la Grande Bretagne (qui se départit d'une partie du surplus d'avions produits pendant la guerre). En 1922, un rapport du gouvernement conclut que le Canada traînait très loin derrière

d'autres pays du point de vue des capacités de productions d'avions. Toutefois, cela n'a sorti le gouvernement de sa passivité. Ce dernier n'entreprit que peu (ou pas) d'initiatives concrètes pour accélérer le développement de cette industrie.

Vers la fin des années 1920, l'industrie vécut un autre (son vrai) regain d'activité. Une vingtaine d'entreprises verront le jour jusqu'à la veille de la Deuxième Guerre Mondiale. Nous adoptons trois grilles d'analyse différentes aux caractéristiques que revêt l'industrie aéronautique canadienne lors de cette période d'essor et qui, en quelque sorte, préfigura son type de développement futur.

7.1.1 L'origine géographique des entreprises aéronautiques oeuvrant au Canada

Il convient de s'arrêter sur les racines (nationales) de ces entreprises. Une partie d'entre elles sont des filiales d'entreprises américaines ou britanniques. Fairchild Aircraft (1929), Boeing Aircraft of Canada (1929), Fleet Aircraft of Canada (1929) étaient des filiales d'entreprises américaines. En 1927, en raison de sa nationalité non-canadienne, Fairchild avait été écarté des contrats de poste aérienne. Ne voulant pas perdre définitivement la perspective de ce marché, la compagnie décida alors de créer une filiale au Canada. Boeing acheta un producteur de bateaux de Vancouver afin de l'utiliser comme une soupape de sécurité et d'y soustraire des hydroavions quand ses capacités d'usinage à Seattle atteindraient leur limite maximale. Il est compréhensible que la production de son site canadien ait été intermittente. Ainsi, de 1932 à 1937, la filiale canadienne a complètement interrompu la production d'avions. Fleet aussi utilisa sa filiale canadienne afin de faire face à des hausses de demandes de production. En 1934, la compagnie mère délégua à sa filiale

canadienne la production de 34 avions commandés par la Chine. En contrepartie des commandes reçues par le gouvernement canadien, la compagnie britannique De Havilland a accepté d'ouvrir en 1928 une filiale canadienne. Quelques années auparavant, résolu à stimuler la construction navale canadienne, le gouvernement a sollicité six constructeurs britanniques, dont Vickers qui, à partir de 1911 commence à s'intéresser à la nouvelle activité aéronautique (Molson et Taylor, 1982). Après quelques débuts modestes (comme par exemple un contrat de sous-traitance pour Curtiss), la Canadian Vickers a gagné, en 1924, le contrat pour la production de la Vedette, l'avion qui équipera le 'Royal Canadian Air Force' (RCAF). En 1928, Canadian Vickers s'associe avec Fokker et l'entreprise devient progressivement un des premiers représentants de l'industrie aéronautique canadienne.

Des entreprises canadiennes telles que Ottawa Car & Aircraft (1927), MacDonald Bros Aircraft (1928), National Steel Car & Victory Aircraft (1935), Canadian Car & Foundry (1936) furent aussi membres de la même cohorte (de la fin des années 1920 à la moitié des années 1930).⁵ Ottawa Car & Aircraft (OCA) s'est initiée à ce secteur via des contrats de distribution et de service d'Armstrong Siddeley (GB) et Consolidated (É-U) et a évolué par la suite vers des contrats de sous-traitance. Durant la guerre, OCA a fait partie de la Canadian Aircraft Association et a été en charge de l'assemblage de 60 avions. National Steel Car & Aircraft et MacDonald Bros Aircraft se sont vu proposer des contrats importants par le gouvernement. La première a produit les Westland Laysard, destinés à équiper le RCAF et la deuxième compagnie a été d'abord en charge de la réparation et de la maintenance des avions de la flotte gouvernementale et

⁵ L'année figurant entre les parenthèses est celle qui correspond au début des activités d'aéronautique de l'entreprise et non pas celle de sa fondation.

ensuite de la production des ailes dans le cadre du programme Avro Anson.

Reid & Curtiss-Reid Aircraft (1928) et Noorduyn Aircraft (1934) sont des entreprises nouvellement créées sur la base d'initiatives personnelles de leurs fondateurs. Thomas Reid, quitta Canadian Vickers pour lancer sa propre entreprise. Robert Noorduyn fit de même, après avoir travaillé auparavant pour Fokker et Bellanca, aux États-Unis. Si ce dernier réussit à s'imposer comme un des avionneurs les plus éminents de l'industrie aéronautique canadienne, le premier fut d'emblée confronté aux années de la grande dépression économique et il fit faillite en 1932.

7.1.2 La distribution géographique de l'industrie aéronautique canadienne

Nous focalisons notre réflexion sur le rapport que l'industrie émergente a établi avec son espace d'accueil. Comment se distribuent géographiquement les entreprises et quels sont les facteurs qui ont déterminé leur localisation?

La majorité des entreprises, 16 sur 18, se sont installées dans les provinces de Québec (9) et d'Ontario (7). Au Québec, les entreprises se sont concentrées à Montréal (7), à Longueuil (1) et à Saint-Hubert (1). Parmi les villes ontariennes, Toronto a attiré cinq entreprises, tandis que Fort Erie et Ottawa ont accueilli une entreprise chacune. Les deux restantes se sont installées, une à Winnipeg et l'autre à Vancouver.

Tableau 13 : Les facteurs ayant influencé la localisation de l'industrie aéronautique canadienne

Facteurs ayant influencé le choix de la localisation	Ville	Entreprise
Dépendance du sentier	Montréal; Toronto; Vancouver; Winnipeg	Canadian Car & Foundry/ National Steel Car & Victory Aircraft/ Boeing Aircraft of Canada/McDonald Bros Aircraft
Proximité avec la compagnie-mère	Fort Erie/Vancouver/Toronto	Fleet Aircraft of Canada/Boeing Aircraft of Canada/Curtiss Aeroplanes
Disponibilité de capitaux	Montréal	Noorduyn Aircraft/Reid & Curtiss-Reid Aircraft
Conditions (topographiques et autre)	Montréal/Toronto	Fairchild Aircraft/De Havilland of Canada
Décision du gouvernement	Winnipeg	McDonald Bros Aircraft
Essaimage (spin-off)	Montréal	Reid & Curtiss-Reid Aircraft
Accident historique	Montréal	Canadian Vickers

Le processus de la territorialisation de l'industrie a démontré une forte dépendance de sentier. Remarquons que la présence d'industries formatives, telles que l'industrie automobile et mécanique à Toronto et la construction navale ou la construction de chemin de fer à Montréal, ont procuré à ces villes leur avantage initial. Sauf Reid & Curtiss Aircraft, toutes les autres entreprises canadiennes débutèrent leur activité dans une de ces *industries formatrices* et se sont converties par la suite, en partie ou entièrement, à la production d'avions ou de pièces d'avions. Tel est le cas de Canadian Vickers, précédemment dans la construction navale, de National Steel Car & Victori Aircraft ou de Canadian Car & Foundry, producteurs de rails pour les chemins de fer. La dernière fut aussi un producteur d'armements pendant la première Guerre mondiale. Le choix

de Boeing pour sa filiale a combiné sa préférence pour le savoir-faire précédant de l'entreprise qu'il a acheté à Vancouver (Hoffer-Beeching Shipyards) et la proximité avec ses propres installations de Seattle. Cette proximité a également été prise en considération par Fleet aircraft ou Curtiss. Tandis que Fairchild, après avoir comparé Toronto et Montréal, a préféré cette dernière ville en raison des conditions d'atterrissage appropriées soit pour les hydravions (la proximité de son site de Longueuil du fleuve Saint-Laurent), que pour les avions à atterrissage terrestre. Noorduyn a failli s'installer au Nouveau-Brunswick, afin de s'associer avec la compagnie Saint John Drydock and Shipbuilding. Or, l'industriel montréalais W.R.G. Holt est devenu son principal actionnaire et ceci attira l'entreprise à Montréal. Dans le but de stimuler le développement de l'industrie aéronautique partout à travers le Canada, le gouvernement a retenu les services de MacDonald Bros Sheet Metal and Roofing (qui est devenue par la suite MacDonald Bros Aircraft). Parfois la localisation a obéi aux jeux du hasard. Le contexte historique a influencé le choix d'installer Canadian Vickers à Montréal: à la veille de la première guerre mondiale la ville était considérée sécuritaire (difficilement accessible par les ennemis). Par la suite, cet accident de l'histoire donna lieu à une dépendance de sentier qui allait se renforcer de plus en plus pendant et après la deuxième guerre mondiale.

7.1.3 Le bilan des mutations

Il devient indispensable à ce point de faire le bilan des mutations que l'industrie canadienne a subi durant les premières décennies de son existence. De 1909 à 1919, 1 313 appareils (dont 1 210 avions produits en 1917) étaient produits au Canada. De 1920 à 1944 la production atteignit 16 421 appareils (dont 15 649 lors de la période 1940 -1944). Le tableau 14

indique les producteurs d'avion, leur localisation, l'année et le nombre d'avions produits au Canada pour la période 1909-1944. Dans un groupe de 42 entreprises, un peloton de onze avionneurs s'est visiblement détaché en devenant responsable de 98 % de la production. Parmi ceux-ci, mentionnons Noorduyn Aviation (20 %), Canadian Car & Foundry (19 %), Fleet Aircraft (15 %), De Havilland of Canada (14). Cette concentration de la production s'est accompagnée d'une forte concentration géographique: 38 % de la production provenait de l'Ontario; 28 % du Québec; 25 % partagée entre ces deux provinces; 6 % provenait du Manitoba et 2 % de la Colombie Britannique.

Tableau 14 : Les constructeurs canadiens d'avions, 1909-1944

Constructeurs canadiens, 1909-1944	Localisation		Début de la production	Fin de la production	Nombre d'avions produits
	Ville	Province			
Bell Laboratory	Beinn Bhreagh	Nouvelle-Ecosse	1909	1912	
Canadian Aerodrome	Halifax	Nouvelle-Ecosse	1909	1910	3
Guaranty Iron Works Aircraft	Winnipeg	Manitoba	1910	1914	3
W.W.Gibson	Victoria	Colombie- Britannique	1910	1911	2
P.H.Reid	Montréal	Québec	1911	1914	4
W.P.A.Strraith	Winnipeg	Manitoba	1911	1912	2
G.& 'Ace' Pepper	Davidson	Saskatchewan	1911	1911	1
W.&W Templeton & McMullen	Vancouver	Colombie- Britannique	1911	1911	1
H.E. Clarke	Vancouver	Colombie- Britannique	1912	1923	2
G.Pollien	Montréal	Québec	1912	1912	1
Canadian Aircraft Works	Montréal	Québec	1914	1914	2
Pollay Bros	Belleville	Ontario	1914	1914	1
Curtiss	Toronto	Québec	1915	1919	30
J.& H. Hoffar	Vancouver	Colombie- Britannique	1915	1919	3
E.D. Bonisteel	Toronto	Ontario	1915	1915	1
F.Kent	Vancouver	Colombie- Britannique	1915	1915	1
R.McDowall	Owen Sound	Ontario	1915	1915	1
Hamilton Aero	Vancouver	Colombie- Britannique	1916	1916	1
Polson Iron Works	Toronto	Ontario	1916	1916	1
Canadian Aeroplanes	Toronto	Ontario	1917	1918	1243
Ericson Aircraft	Toronto	Ontario	1920	1926	37
Canadian Vickers	Montréal	Québec	1923	1944	532
J.V.Elliot	Toronto	Ontario	1925	1927	7
Reid-Curtiss	Montréal	Québec	1928	1932	44
Canadian Aircraft	Winnipeg	Manitoba	1928	1928	1
Fleet Aircraft	Fort Erie	Ontario	1930	1947	2720
Fairchild Aircraft	Montréal	Québec	1930	1945	989
Boeing of Canada	Vancouver	Colombie- Britannique	1930	1945	389
O&W McVean	Chatham, Dresden	Ontario	1930	1931	2
G.W Saynor & R.N.Bell	Montréal	Québec	1930	1930	1
Noorduyn Aviation	Montréal	Québec	1935	1945	3703
Opas	Toronto	Ontario	1935	1937	4
Canadian Car & Foundry	Montréal; Hamilton	Ontario; Québec	1938	1945	3612
De Havilland of Canada	Toronto	Ontario	1938	1947	2600
National Steel & Car	Toronto; Montréal	Ontario; Québec	1939	1943	961
Canadian Associated	Montréal; Toronto;	Québec;			
Noury Aircraft	Winnipeg	Ontario;Manitoba	1940	1942	160
McDonald Bros Aircraft	Hamilton	Ontario	1940	1940	3
Ottawa Car & Aircraft	Winnipeg	Manitoba	1941	1945	1067
Federal Aircraft	Ottawa	Ontario	1941	1942	60
Victory Aircraft	Montréal	Québec	1941	1943	2
	Toronto	Ontario	1943	1945	432

Préparé à partir de : K.M.Molson et H.A.Taylor. 1982. *Canadian Aircraft since 1909*.
Great Britain: Canada's Wings Inc.

Figure 22: La distribution géographique des producteurs d'avion canadiens, 1909-1944

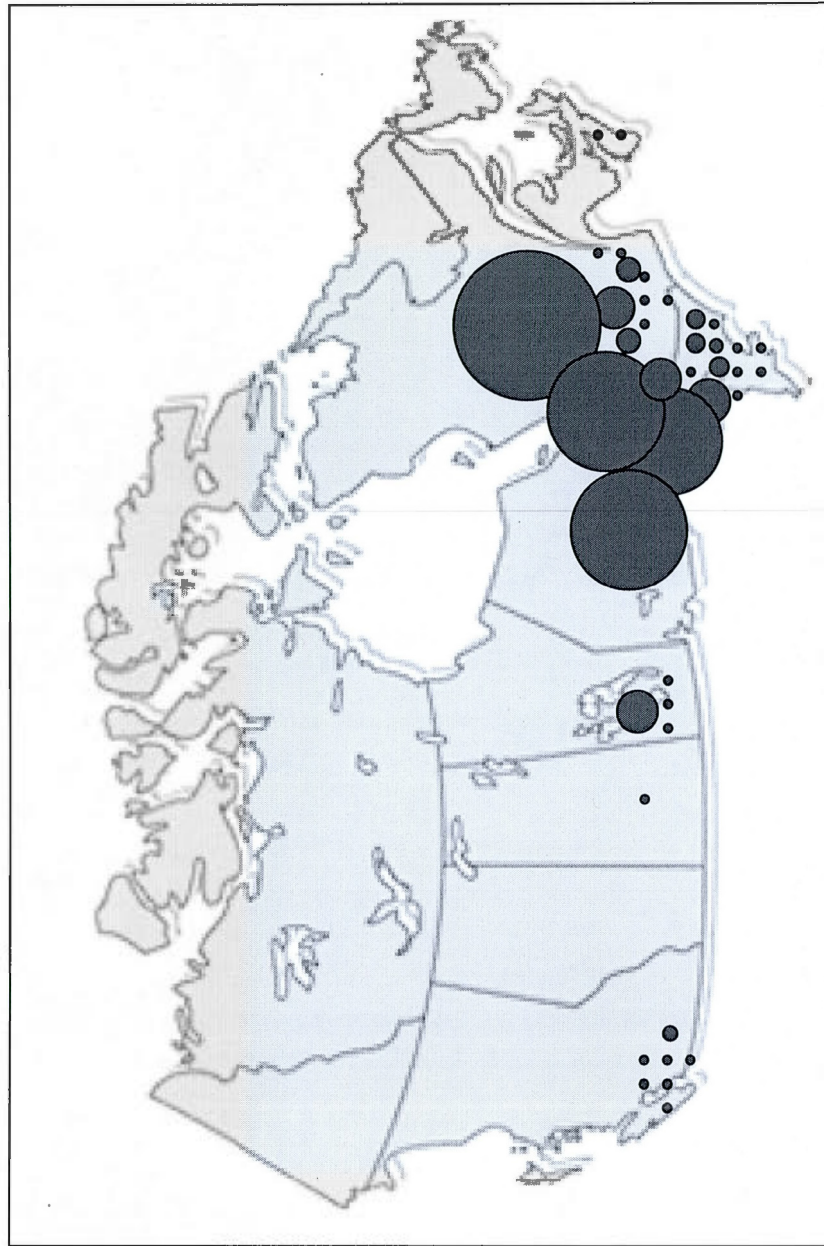


Tableau 15 : Origine des dessins des avions les plus importants produits au Canada, 1909-1944

Manufacturier	Modèle d'avion	Nombre d'avions produits	Compagnie qui a produit le design de l'avion	Pays d'origine du design
Nooduyn Aircraft/Aviation	Harvard IIB	2800	North America	États-Unis
Fleet Aircraft	PT-26 Cornell	1642	Fleet	États-Unis
DHC	DHC 2 Beaver I	1631	De Havilland	Grande Bretagne
Canadian Car & Foundry	Hawker Hurricane	1451	Hawker Aircraft	Grande Bretagne
Canadian Aeroplanes	JN-4 (Canadian)	1210	Curtiss	États-Unis
Canadian Car & Foundry	SBW Helldriver	835	Curtiss Nooduyn	États-Unis
Nooduyn Aircraft/Aviation	Norseman VI	756	Aircraft/Aviation	Canada
MacDonald Bros Aircraft	652A Anson V	748	Avro	Grande Bretagne
National Steel Car	652A Anson II	736	Avro	Grande Bretagne
Fleet Aircraft	16	435	Fleet	États-Unis
Victory Aircraft	683 Lancaster X	422	Avro	Grande Bretagne
Fairchild Aircraft	Bolingbroke IVT	407	Bristol	Grande Bretagne
DHC	D.H.98 Mosquito B.25	400	De Havilland	Grande Bretagne
DHC	DHC-6 Twin Otter 300	380	De Havilland	Grande Bretagne

Source: Préparé à partir de K.M.Molson et H.A.Taylor. 1982. *Canadian Aircraft since 1909*. Great Britain: Canada's Wings.

L'effort fourni pour la production d'avions au cours des années de la Guerre, dota le Canada d'un savoir-faire considérable. En 1944, les cinq plus grandes entreprises œuvrant dans ce secteur au Canada comptaient 44 078 employés : Nooduyn Aviation (12 000 employés); Canadian Car and Foundry (10 000 employés); Fairchild (9 620 employés) et Fleet (2 937 employés). Le Canada a produit et assemblé principalement des aéronefs d'entraînement, mais aussi quelques types d'avions multi-usages comme le Norseman, de Nooduyn Aviation qui en même temps, fut parmi les rares modèles conçus à Montréal. En effet, malgré l'ampleur que l'industrie a prise et l'important volume de transferts de technologies de pointe et de connaissances codifiées et tacites qui eurent lieu, une faiblesse substantielle vient assombrir l'image de l'industrie aéronautique canadienne. Tel que résumé dans le tableau 15, les avions produits au Canada, à quelques exceptions près, sont des produits sous licence ou des adaptations de modèles en provenance de la Grande Bretagne ou des États-Unis. Des 12 types d'avions construits au Canada seulement un était basé sur un design local. L'industrie canadienne était alors appendice des industries aéronautiques américaines et britanniques (Todd et Simpson, 1986). Avant la guerre, les quelques efforts épars réalisés pour la mise au point de designs originaux échouèrent, faute de viabilité technique ou commerciale. Bien entendu, lorsque le conflit armé battait son plein, la solution la plus pragmatique était celle de produire sous licence des avions ayant déjà fait leurs preuves. Ceci, incontestablement a valu au Canada la maîtrise de technologies complexes liées à la production de certains parmi les meilleurs avions au monde. Les exemples, entre autres, d'Avro Anson II et V, de Hawker Hurricane ou de D.H. Tiger Moth sont la preuve de cette réussite. Cependant, cette adéquation aux circonstances ne fit que renforcer la faiblesse endémique de l'industrie aéronautique

canadienne en l'occurrence, l'exigüité de sa capacité de recherche et développement.

Les efforts d'ajustement de l'industrie aéronautique après la guerre ont été à la hauteur des rythmes de croissance qu'elle enregistra lors du conflit. Toutefois, l'industrie a entamé sa phase de développement après s'être octroyé une place de choix dans une panoplie d'industries considérées de haute importance stratégique. Dorénavant, le gouvernement canadien emboîterait le pas à d'autres gouvernements et s'engagerait progressivement dans le développement d'une industrie aéronautique nationale.

À ce stade, il est convenable de faire une brève comparaison entre les caractéristiques de la période d'émergence de l'industrie aux États-Unis et au Canada. L'aéronautique a capté assez tôt l'attention des entrepreneurs privés des deux pays. Par contre, à l'origine, les gouvernements s'intéressèrent peu à l'industrie naissante. L'utilité militaire de ces inventions finira par attirer leur attention. Toutefois, tel que nous le verrons par la suite, leurs contextes historiques spécifiques feront en sorte que les deux gouvernements ne soient pas interpellés de la même façon quant à l'utilisation militaire des avions.

Dans les deux pays, les premières décennies ont été caractérisées par de fortes turbulences. Un nombre important d'entreprises a été créé, mais dans la majorité des cas, leur durée de vie était très courte. Graduellement, un peloton de tête s'est détaché. Des deux côtés de la frontière, l'industrie s'est ancrée dans des régions dotées d'un tissu industriel développé. Le rôle des industries formatives (telles que l'industrie automobile, l'industrie mécanique ou de la construction navale) est évident dans les deux cas. Au

Canada, pendant les deux premières décennies, les entreprises étaient géographiquement dispersées, mais par la suite, elles se sont concentrées en Ontario et au Québec; notons aussi la prépondérance en cette période du cluster de Toronto. Par contre, aux États-Unis, dans un premier temps, l'industrie s'est fortement concentrée dans les régions du nord-est du pays. Une forte délocalisation vers les régions du sud-ouest a suivi par la suite. La différence majeure entre les deux pays concerne l'envergure de leurs industries (en termes de nombre d'entreprises, d'emplois, de production d'investissement, etc.). Vers les années 1930, les États-Unis se sont taillés une place aux côtés des principaux producteurs d'avions au monde : la Grande Bretagne, la France et l'Allemagne. En 1945, les États-Unis étaient devenus les leaders incontestables de l'industrie. Or, tel qu'on vient de voir plus haut, le parcours de l'industrie aéronautique canadienne était beaucoup moins ambitieux, ce qui au niveau global, lui a valu une place très modeste. Dans cet état des choses, il aurait été difficile de prévoir les performances qu'allait connaître l'industrie aéronautique canadienne par la suite. D'ailleurs, le catching-up n'est que rarement anticipé (Shin, 1996). La section suivante se centre sur le processus de rattrapage de l'industrie aéronautique canadienne et les facteurs qui ont favorisé sa réussite.

L'objectif de la prochaine section est de mettre en valeur les processus subséquents de coévolution de l'industrie aéronautique et les politiques publiques à son égard.

7.2 L'industrie sous l'auspice de l'État : les grands virages

En dépit de la croissance rapide que l'industrie aéronautique canadienne a connu durant les années 1940-1944, elle était encore fragile et la période de

l'après guerre l'a soumis à une rude épreuve. Cependant, comparativement à la période avant le conflit, cette fois, le contexte dans lequel se développait l'industrie avait profondément changé. Dorénavant, l'industrie aéronautique représenterait une industrie stratégique autant du point de vue de la sécurité nationale que de l'avancement technologique du pays. Suite aux moments difficiles durant la guerre, le gouvernement canadien a envisagé s'impliquer plus dans le développement d'une industrie canadienne indépendante⁶. Cette volonté de s'impliquer activement s'alimenta aussi par le fait que le gouvernement s'est rendu compte que le développement de l'industrie aéronautique engagerait le Canada dans le développement des technologies de pointe.

Cette prise de conscience de la part du gouvernement coïncida avec la période où le Canada, aussi bien que d'autres pays développés, avait remis profondément en question sa conception de la politique industrielle. Le gouvernement s'apprêtait à passer outre le mode traditionnel d'intervention en tant que pourvoyeur d'infrastructures économiques de base. Son rôle ne se limiterait plus à la mise en place d'un contexte approprié du développement de l'industrie. Le gouvernement occuperait désormais un rôle actif dans la promotion du développement industriel (Shin, 1996, Niosi, 2002).

Ainsi, d'intervenant sporadique, le gouvernement canadien est devenu un acteur déterminant du processus de rattrapage de l'industrie aéronautique. Le rattrapage technologique et le retour aux premiers rangs de cette industrie, furent également le but des gouvernements britannique

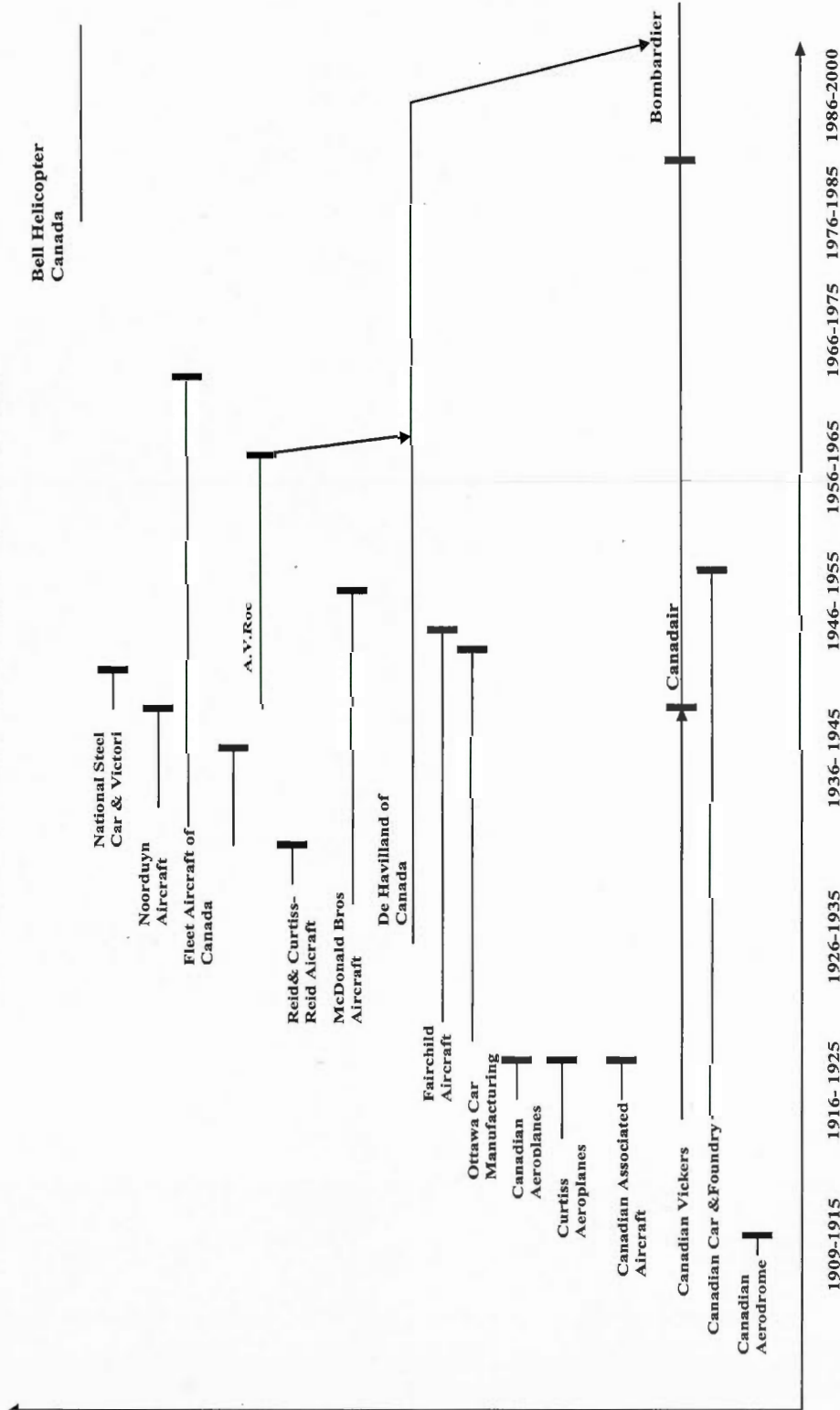
⁶ Pendant la Deuxième Guerre Mondiale, les États-Unis et la Grande Bretagne, à court d'avions, ont refusé à quelques reprises les demandes du Canada pour de nouveaux appareils et ceci, en même temps que les Japonais menaçaient sérieusement la côte ouest du pays. Le fait de s'être refusé la possibilité d'entrer en possession de quelques Hawker Hurricanes, produits à Fort William, en Ontario, ils ont probablement fait réaliser au gouvernement canadien l'importance de développer une industrie aéronautique indépendante (Molson et Taylor, 1982).

et français. Pour les deux pays, l'industrie aéronautique était considérée une composante principale des stratégies industrielles d'après-guerre. La France tenta de tirer profit d'une combinaison du dirigisme économique (l'industrie était nationalisée depuis 1936) avec l'activation d'un petit nombre de grandes entreprises (Thornton, 1995). Par le biais des commandes publiques, la Grande Bretagne a imposé une rationalisation de l'industrie (le lendemain de la guerre, il y avait 22 avionneurs dans ce pays) (Pattillo, 1998). Toutefois, il est devenu clair assez rapidement qu'aucun pays ne pourrait défier seul le géant américain. Dès le début des années 1950, la France a initié de nombreux programmes de collaboration aéronautique avec la Grande Bretagne et l'Allemagne. L'effort fourni pour surmonter les énormes divergences et mener à bien ces collaborations (ce qui ne fut pas toujours possible) fait preuve de la volonté des pays concernés à rattraper et à surpasser le succès technologique de l'industrie aéronautique américaine. Ce type de rattrapage était caractérisé par l'urgence des anciens pays leaders de l'industrie à riposter contre le leadership américain. D'un côté, cette urgence a servi d'accélérateur au processus de rattrapage. Dans ce sens, la réussite d'Airbus a récompensé largement l'effort européen. Mais de l'autre côté, cette urgence a exposé le processus du rattrapage au risque de discontinuités en termes de soutien gouvernemental (Thornton, 1995). Les difficultés de l'industrie aéronautique britannique s'expliquent en partie par de nombreuses hésitations et ambivalences qui ont marqué les décisions prises en termes de politique industrielle du pays et ont empêché l'industrie à retrouver sa gloire antérieure.

De son côté, l'industrie aéronautique canadienne a été caractérisée par un processus de rattrapage plus graduel. En visant l'établissement d'une forte présence canadienne dans l'aviation civile en pleine croissance, le

gouvernement n'hésita pas à reprendre en main une industrie en détresse avec l'objectif primaire de la maintenir en vie malgré l'effondrement du marché. Le gouvernement prit en charge l'activité aéronautique de Canadian Vickers, quand celui-ci décida en 1944, de se retirer de ce secteur. Sur cette base, le gouvernement a fondé Canadair et, pour commencer, lui confia la conversion à des fins civiles de quelques milliers d'avions militaires. En même temps, Ottawa assura de la part de Douglas la licence pour les C-54/DC-4, ce qui permit à Canadair de produire son premier succès, le North Star et de monopoliser les commandes de Royal Canadian Air Force, de Trans-Canada Airlines et de Canadian Pacific Airlines. Par la suite, le gouvernement pressa Canadair de trouver un acheteur réputé qui assurerait un fonctionnement stable de ses installations de Cartierville. En 1947, Canadair est devenu une filiale d'Electric Boat, une entreprise américaine qui allait par la suite fusionner avec General Dynamics. A l'époque, Clarence Decatur Howe, qui était ministre des Transports du Canada, occupa une place centrale dans le futur de l'industrie aéronautique canadienne. Très impliqué, il contrôla d'une main de fer Canadair et s'imposa même au niveau du choix de son président. Il offrit ce poste et fit venir à Montréal l'ancien vice-président de Boeing, H. Oliver West, qui contribua grandement à la croissance de l'entreprise et notamment à l'évolution des compétences de celle-ci en termes d'assemblage final de systèmes. A la fin des années 1950, l'entreprise canadienne a désigné le CL-84, le premier avion VTOL au monde.

Figure 23: Shakeout dans l'industrie canadienne d'aéronautique



Or, si Canadair, grâce à l'appui du gouvernement, a pu remplir abondamment son carnet de commandes, les autres entreprises du secteur ont dû faire face à une contraction sévère de la demande. Découragés de voir la majorité des procurations et des financements publics confluer vers Canadair ou De Havilland, bon nombre d'avionneurs ont décidé de jeter l'éponge (figure 23). Par conséquent, Noorduyn Aviation (1945), Boeing Aircraft of Canada (1945), Ottawa Car & Aircraft (1947) et Fairchild Aircraft (1948) fermèrent leurs portes. En 1945, après trois années de discussions entre le gouvernement canadien et l'avionneur britannique A.V. Roe, celui-ci a ouvert une filiale à Toronto. Avro hérita des activités de National Steel & Car et de Victory Aircraft, les deux entreprises étant à bout de souffle de l'interruption abrupte des commandes d'avions. La Canadian Car & Foundry (CCF), anciennement le deuxième plus grand avionneur canadien, tenta de s'ajuster par une réduction importante de ses activités. L'entreprise a fermé plusieurs de ses installations : pendant la guerre elle opérait sur une surface de 1 700 000 (pieds carrés) qui fut réduit à seulement 157 930 en 1946. CCF acheta les droits de production de Norseman et produisit quelque 682 avions jusqu'en 1955, quand Avro prit son contrôle. Fleet résista en devenant fournisseur de pièces pour Canadair, Avro et Republic. MacDonald Bros, à part d'obtenir quelques contrats de réparation et de maintenance des avions de RCAF, tenta la diversification dans les secteurs de l'armement et des écoles de navigation. La filiale canadienne de De Havilland continua la production de DH 83 Fox et, en même temps, elle s'est investie dans le développement de nouveaux designs.

Ainsi, les choix du gouvernement en termes de procurations publiques ou de financements directs, ont façonné le futur de l'industrie aéronautique. Ceci a permis à Canadair, Avro et De Havilland de prendre les devants.

Au cours des deux prochaines décennies, le trio allait devenir responsable de 84 % de la production canadienne. L'état a été le facteur décisif dans ce processus de présélection du champion national. La taille du marché et les moyens financiers limités ont accéléré la rationalisation de l'industrie.

De 1950 à 1960, la production destinée au secteur de la défense a prévalu sur celle du secteur civil. La presque totalité des avions était des modèles américains produits sous licence. Toutefois, le gouvernement a pris soin de stimuler les capacités de recherche et de développement canadiens. Le gouvernement a soutenu le projet avant-gardiste d'Avro, qui en 1946, proposait le développement d'un avion de transport à réaction de 30 passagers. Avro réussit à produire le Jetliner, le premier prototype d'un avion à réaction, conçu en dehors de la Grande Bretagne⁷. Financée à 75 % (6,6 millions de dollars) par le gouvernement, cette réussite en étonna plus d'un. Ce pas précurseur du Canada dans un domaine où les géants de l'aviation essayaient activement d'obtenir des résultats (par exemple Boeing était en train de développer le premier avion à réaction américain, le futur B707) est un signe avant-coureur du potentiel technologique du pays en termes d'industrie aéronautique.

En 1953, la RCAF, en vue de renouveler sa flotte, a émis ses exigences pour les futures études sur un intercepteur-bombardier à ailes en delta, pouvant voler à des vitesses supersoniques. Sur cette base, Avro développa le projet Arrow qui fut le premier aéronef conçu avec des ordinateurs numériques ; le premier aéronef produit avec un système de commande numérique par ordinateur ; le premier aéronef à 'commandes de vol électriques' (signaux électriques des commandes aux gouvernes) ;

⁷ Le Comet du De Havilland britannique a fait son premier vol treize jours avant le Jetliner, dépassant celui-ci de peu pour le titre du premier avion à réaction de transport à prendre l'air (Hotson, 1983).

le premier aéronef conçu pour voler par transmission de données (possibilité de le piloter à partir du sol) ; le premier aéronef pourvu d'un système hydraulique utilisant une pression de 4 000 psi ; et le premier aéronef canadien pouvant atteindre près de 2 fois la vitesse du son. Ces exigences ne pouvaient pas être satisfaites par aucun produit existant sur le marché (site web du Musée de l'aérospatiale de Toronto).

Jusqu'en 1958, Avro avait construit cinq prototypes de ce type d'avion. Or, à deux reprises, dans le cas de Jetliner (CF-102) et dans celui de Arrow (CF-105) le gouvernement se retira des programmes et aucun des projets ne dépassa le stade de prototype. Ceci déclencha l'affrontement de ceux qui fustigèrent l'attitude défaitiste et la capitulation de l'État face à des projets de grande envergure avec d'autres qui trouvèrent judicieux la décision gouvernementale (Holmes, 2004). Le Canada était-il prêt à s'imposer parmi les grands de l'industrie? L'expérience des deux projets a eu une valeur inestimable pour l'avancement du savoir-faire général sur les avions à réaction. Or, ni l'un ni l'autre des projets n'étaient viables techniquement et commercialement. Le Canada ne pouvait donc pas bénéficier de l'avantage d'être le premier sur le marché. Le développement futur des deux projets aurait nécessité d'autres investissements coûteux. De plus, le marché international (et notamment celui des États-Unis) ne semblait pas être au rendez-vous dans les deux cas et la perspective s'annonçait sombre, puisque les projets d'autres avionneurs progressaient à grand pas. Le Jetliner de Avro aurait-il pu conquérir le marché américain face au B707? Ce n'est pas le pari que le gouvernement a fait. Arrow fut le dernier design canadien d'un avion militaire.

Au lieu de livrer une concurrence frontale, le gouvernement privilégia plutôt *l'intégration complète* de l'industrie canadienne avec l'industrie et le marché américain. En 1957, le Canada et les États-Unis signèrent North American Air Defence Agreement (NORAD), un commandement binational regroupant des militaires canadiens et américains à tous les niveaux (Défense Nationale du Canada, NORAD). De ce pacte dérivait en 1959, l'entente de collaboration entre les deux pays, en termes de produits de la défense. Cette entente engageait les entreprises canadiennes à aligner leurs lignes de production aux besoins du Pentagone. Il se peut que ce contexte ait influencé le gouvernement (voire obligé) à faire un pas en arrière quant aux projets militaires nationaux. Or, en contrepartie, l'industrie aéronautique canadienne s'est assurée le droit d'accès au marché américain, militaire et civil, au moment où le 'Buy American Act' avait rendu celui-ci totalement impénétrable aux firmes non-américaines. Au cours des années suivantes et notamment lors de la guerre du Vietnam, les entreprises canadiennes bénéficièrent largement des financements publics militaires américains et leurs exportations s'orientèrent entièrement vers ce marché (Todd et Simpson, 1986). Cependant, si l'industrie aéronautique canadienne profita de la croissance de la demande américaine, elle a aussi payé le prix durant les phases creuses du cycle de celle-ci; ce fut le cas vers la moitié des années 1970. La contraction du marché américain entraîna une baisse importante de l'emploi dans l'industrie aéronautique canadienne. Le nombre d'effectifs est passé de 48 000 emplois en 1967 à 25 000 en 1976 (Todd et Simpson, 1986).

Le ralentissement de l'activité du secteur aéronautique a coïncidé avec le moment de l'élaboration par le gouvernement d'une stratégie permettant la diversification de la structure du système productif canadien, jugé

encore très dépendant de l'exploitation des ressources naturelles. L'industrie aéronautique est restée dans le groupe des industries ciblées comme vecteurs de développement, permettant au Canada de se hisser parmi les pays technologiquement les plus avancés au monde. Ceci a contribué à confirmer et renforcer l'engagement du gouvernement vis-à-vis de l'industrie. Pour contrer les difficultés majeures dont l'industrie faisait face, le gouvernement n'hésita pas à intervenir directement, en adoptant les fonctions d'un entrepreneur. Dans ce sens, une première occasion se présenta quand le groupe britannique Hawker Siddeley, la compagnie-mère de la filiale canadienne De Havilland, décida d'interrompre le programme DHC Dash 7 sur lequel travaillait cette dernière. La filiale canadienne avait acquis un savoir-faire considérable suite au développement d'une série d'avions à décollage et atterrissage courts, tels que les modèles de De Havilland Otter, Caribou, Buffalo, Twin et Otter. Cette expérience s'avéra précieuse pour l'avancement d'un projet prometteur, le Dash 7, qui visait le marché des avions de liaison régionale à turbopropulseurs. En 1974, le gouvernement canadien, pour éviter la fermeture du programme qui entraînerait le déclassement de l'avionneur au niveau de la sous-traitance, exerça une option d'achat, prit le contrôle de la filiale et continua à financer le projet en question.

En même temps, Canadair, l'autre fleuron de l'industrie aéronautique canadienne, se trouvait dans l'impasse. Pendant quelques années, l'entreprise avait essayé, mais sans réussir, la diversification dans divers secteurs (l'armement, les équipements pour Hydro-Québec, ou même les équipements hospitaliers d'assistance à la naissance). Faute de contrats, l'entreprise avait réduit au minimum ces effectifs en portant leur nombre de 9250 personnes en 1968 à seulement 2000 en 1975 (Pickler et Milberry, 1995). La compagnie-mère de Canadair, la General Dynamics n'était pas

en mesure de renverser la situation, puisque ses autres sites étaient également en train de fonctionner à perte. De son côté, le gouvernement fédéral, qui venait de sauver l'entreprise ontarienne, politiquement ne pouvait pas se permettre de laisser tomber celle du Québec. Ainsi, en 1976, le gouvernement fédéral acheta, pour quelque 38 millions de dollars, les actions de General Dynamics et reprit possession de Canadair. Or, chez Canadair on était loin de se réjouir de cela puisqu'on craignait la fusion avec De Havilland qui, à ce moment avait un nouveau projet en cours. La fusion affirmerait De Havilland comme assembleur de systèmes et reléguerait l'entreprise montréalaise au statut de fournisseur de la première. Une course contre la montre se déclencha chez l'équipe dirigeante de Canadair, qui contre toutes attentes, réussit à mettre sur pied un nouveau projet, le Challenger, et le fit accepter par le gouvernement.

L'analyse de cette période met en valeur une combinaison réussie des efforts et des initiatives privés et publics permettant à l'industrie aéronautique canadienne de surmonter, non sans peine, la récession globale. Le gouvernement se montra particulièrement habile dans la conduite d'une période de transition durant laquelle l'industrie amorça la *démilitarisation* de sa production. D'un côté, il a manié adroitement des contrats des commandes publiques pour négocier avec l'industrie américaine un volume important de compensations industrielles (*offsets*). Le Canada est le pays étranger qui a eu le volume le plus important de telles compensations accordées par les entreprises américaines dans le but de s'assurer leur présence dans le marché canadien. Pour la période de 1982 à 1993, le Canada a négocié quelque 200 millions de dollars de compensations industrielles, qui ont été repartis entre des compensations directement liées au secteur aéronautique (66 millions de dollars) et des

compensations indirectes destinées aux autres secteurs industriels (135 millions de dollars) (Patillo, 1998).

De l'autre côté, le gouvernement a continué à financer, malgré de nombreuses débâcles, les efforts déployés par De Havilland et Canadair pour percer le marché civil. Au cours de ces années, le premier s'investit dans le développement d'une famille d'avions turbopropulseurs (DHC Dash 7 et 8) et le deuxième ne ménagea pas les efforts pour mettre au point et certifier le projet Challenger. L'indéfectible support du gouvernement a permis aux deux avionneurs de faire face à d'innombrables incertitudes techniques, financières ou organisationnelles qui ont jalonné l'avancement de leurs programmes respectifs vers la viabilité technique et commerciale. Or, le bilan de ce mode de gestion étatique est mitigé. S'il a permis aux avionneurs canadiens de se ranger technologiquement parmi les meilleurs au monde, il a mené aussi les compagnies vers une sous-capitalisation aigüe. En 1982 le Canadian Development Investment Corporation fut fondé avec la mission de trouver des preneurs privés pour les entreprises publiques. En 1986, Boeing a pris le contrôle de De Havilland, tandis que Bombardier a acheté Canadair.

Dès l'origine, l'industrie aéronautique canadienne bénéficia largement des investissements directs étrangers. L'État fut un acteur clé qui a incité quelques uns parmi les meilleurs avionneurs ou équipementiers étrangers à ouvrir des filiales canadiennes. En conjuguant l'offre de conditions opérationnelles favorable aux promesses d'achat de leurs produits, le gouvernement a attiré progressivement De Havilland (1928), Pratt et Whitney (1928), Avro (1945), Bell Helicopter Textron of Canada (1984).

Même après la privatisation de l'industrie aéronautique, l'État est demeuré un agent irremplaçable. Toutefois, son rôle s'est modifié sensiblement. Il compte toujours parmi les financiers principaux de l'industrie. Les gouvernements fédéral et provinciaux contribuent conjointement à financer 30 % des dépenses de recherche et de développement de l'industrie (CAMAQ, 2006). Cependant, avec le temps, l'État s'est distancié de la prise des décisions stratégiques qui reviennent désormais aux principaux donneurs d'ordres de l'industrie. Mais, même s'il n'a plus l'emprise totale sur l'industrie, il est loin d'être devenu un protecteur passif de celle-ci.

Peu après avoir pris le contrôle de Canadair et avoir entamé un processus d'ajustements organisationnels de celle-ci, Bombardier a effectué une série d'acquisitions qui ont élargi le stock de compétences de la compagnie, le portefeuille de ses produits et la perspective des marchés clés. Ainsi en 1989, a eu lieu l'achat de l'avionneur irlandais Short Brothers, qui était doté d'une immense expertise dans le design et la fabrication d'un large spectre d'avions civils et militaires, de diverses composantes majeures pour d'autres avionneurs et de systèmes d'armement. Avec l'achat de Learjet, en 1990, Bombardier s'appropriait un produit (l'avion d'affaires) globalement réputé, une marque de commerce, un contrat de maintenance d'une flotte de 1 500 avions et une forte présence dans le marché américain (Pickler et Milberry, 1995). En 1992, Bombardier, en partenariat avec le gouvernement ontarien, a acheté De Havilland, jusque là, une filiale de Boeing. Celui-ci avait restructuré entièrement l'entreprise dans le but d'y développer une série d'avions régionaux. Après cette acquisition, Bombardier est devenue la seule compagnie au monde offrant une gamme complète d'avions régionaux turbopropulseur et biréacteurs. Les choix judicieux de la compagnie lui ont valu la première place dans la niche des

avions régionaux et des avions de classe affaires. Avec quelque 2 220 avions vendus à cette date, Bombardier a dépassé de loin tous autres producteurs d'avions régionaux (site web du Bombardier).

Depuis, le Canada s'est rangé parmi les premiers pays d'aéronautique au monde. Son succès repose sur une stratégie visant l'excellence dans un certain nombre de niches. Actuellement, le pays détient le leadership mondial dans les secteurs des avions régionaux (47%), des petites turbines à gaz (34%), des équipements de simulation visuelle (70%), des trains d'atterrissage pour nouveaux gros porteurs (60%) et des systèmes de contrôle de l'environnement des aéronefs (60%) (Boily, 2006)⁸. Ce niveau d'excellence est le fruit d'un processus long et complexe d'apprentissage par la pratique (*learning by doing*) et d'avancement par tâtonnement (*trial and error*). Le tableau 16 montre les principaux programmes d'avions entamés au Canada depuis la deuxième Guerre mondiale. D'habitude, les programmes d'un succès retentissant furent précédés d'autres programmes soldés par une réussite commerciale mitigée ou par un échec. Or, l'apprentissage qui découla de ces derniers fut mis au service des projets réussis. Challenger 600 en est une illustration parfaite. Commercialement, celui-ci fut peu viable, avec seulement 83 avions produits entre le début du programme en 1976 et son arrêt en 1983. Toutefois, le programme a servi de base pour le succès de la famille d'avions d'affaires Challenger de Bombardier qui compte actuellement plus de 600 avions livrés (Bombardier, site web de la compagnie). La famille de biréacteurs régionaux CRJ, étant le plus grand exploit canadien dans le marché des avions civils (avec, à ce jour, 1 449 avions produits) est fondée sur le modèle CL601RJ, un programme moins connu et qui avait été lancé en 1986 quand Canadair était encore sous le contrôle du

⁸ Le chiffre entre parenthèses indique la part de marché occupée par le Canada

gouvernement. D'autres exemples semblables prouvent que dans tous les cas, l'industrie aéronautique canadienne a pu mettre à profit les connaissances acquises (Oswald, 2004).

Cette mise en perspective historique du développement de l'industrie aéronautique canadienne nous a permis d'appréhender la combinaison des facteurs dus au hasard avec d'autres qui découlent d'une volonté de développement précise, publique ou privée. Un regard hâtif pourrait conduire vers la conclusion que le hasard était beaucoup plus présent lors de la phase de l'émergence et qu'une sorte d'attitude plus 'rationnelle' prend place quand le gouvernement s'installe aux commandes de l'industrie afin de la remettre sur les rails de la croissance. Or, nous penchons en faveur d'une interprétation plus plausible qui insiste sur le rôle crucial et le caractère cumulatif de l'apprentissage de l'ensemble des acteurs privés et publics. L'industrie a 'appris' graduellement à construire des avions. Les gouvernements 'ont appris' l'importance, les besoins et les limites de l'industrie aéronautique canadienne. Graduellement, d'autres acteurs se sont ajoutés à ce tandem. En apprenant et en interagissant, ces divers acteurs se transforment eux-mêmes et transforment leurs régions d'accueil. Afin de percer la nature de ces transformations, la section suivante analyse le rapport de l'industrie et des régions. Où s'enracine la montée en puissance de l'industrie aéronautique canadienne et comment celle-ci a changé son espace d'accueil ?

Tableau 16 : Principaux programmes canadiens d'avions, 1945-1975

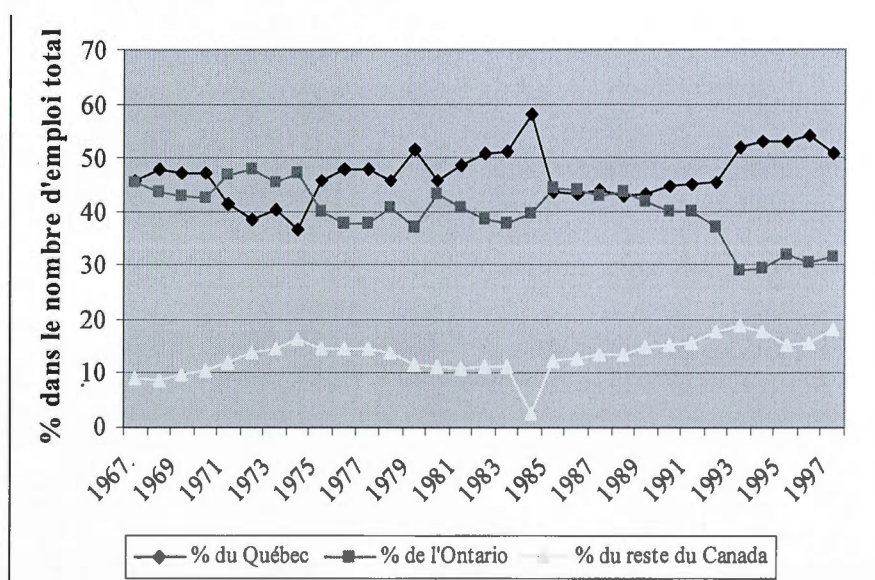
Manufacturier	Modèle d'avion	Nombre d'avions produits	Début du programme
Aircraft Industries	Cheetah	1	1964
Avro Canda	CF-100 Mk 5	332	1956
Avro Canda	CF-100 Mk 4	279	1952
Avro Canda	CF-100 Mk 3	74	1952
Avro Canda	CF-100 Mk 2	5	1951
Avro Canda	CF-105	5	1958
Avro Canda	CF-100 Mk 1	2	1950
Avro Canda	C-102	1	1949
Canadair	T-33AN	656	1952
Canadair	Sabre 6	655	1954
Canadair	Sabre 4	438	1952
Canadair	CF-104	378	1961
Canadair	Sabre 5	370	1953
Canadair	Sabre 2	350	1951
Canadair	CL-219-226	240	1967
Canadair	CL-41 A/R Tutor	192	1960
Canadair	CF-5A/D	135	1968
Canadair	CL-215	125	1967
Canadair	NF-5A/B	105	1969
Canadair	CL-125	65	1967
Canadair	CL-28 Argus II	20	1958
Canadair	CL-41G Teuban	20	1967
Canadair	CL-28 Argus I	13	1957
Canadair	CL-44-6	12	1959
Canadair	CL-66 Cosmopolitan	10	1959
Canadair	CL-84-1	3	1970
Canadair	Sabre 1	1	1950
Canadair	Sabre 3	1	1952
Canadair	CL-84	1	1964
Canadian Vickers	504N (Wright)	1	1952
CCF	Harvard 4	555	1951
CCF	Beech T-34A Mentor	125	1954
CCF	Norseman VII	1	1951
Cub Aircraft	Piper L-4B Prospector	17	1947
DHC	DHC 2 Beaver I	1631	1947
DHC	DHC 3 Otter	466	1951
DHC	DHC-6 Twin Otter 300	380	1969
DHC	DHC 4 Caribou	307	1958
DHC	DHC 1 Chipmunk	217	1946
DHC	DHC-6 Twin Otter 200	119	1968
DHC	DHC-6 Twin Otter 100	115	1965
DHC	Grumman CSF Tracker	100	1956
DHC	DHC-5 Buffalo	92	1964
DHC	DHC 2 Beaver III	60	1963
DHC	DHC 2 Beaver II	1	1953
Fairchild Aircraft	F11 Husky	12	1946
Fleet Aircraft	Bay super-V	5	1962
Fleet Aircraft	Helio H-391B Courier	1	1955

7.3 Les clusters aéronautiques canadiens

7.3.1 Une cartographie des clusters canadiens

Tel que nous avons vu précédemment, à l'issue de la deuxième guerre mondiale, la majeure partie de la production d'avions canadiens était concentrée à Toronto et à Montréal. Ces deux régions conserveront par la suite cette position dominante (la figure 24). Pendant trois décennies, Montréal et Toronto sont les deux hôtes des champions nationaux et poursuivent une évolution semblable. Or, au cours de la fin des années 1980, la situation tourne définitivement en faveur du cluster montréalais.

Figure 24 : L'évolution de la part des provinces dans le nombre total des effectifs de l'industrie aéronautique au Canada



Source : Préparé à partir des données de Statistique Canada. Catalogue 31-203, diverses années.

Parmi les autres provinces, en troisième position, mais très loin derrière les deux premiers clusters, se range le Manitoba, suivie de la Colombie-Britannique et de l'Alberta. Toutefois, c'est l'évolution de la part de chaque province dans la valeur ajoutée de l'industrie qui donne une meilleure idée de la contribution de chacune d'elles par rapport à cette industrie.

Le **tableau 17** compare la part de chaque province dans le nombre total des établissements, dans le nombre total des effectifs et dans la valeur ajoutée globale de l'industrie aéronautique canadienne et ceci pour les années 1970, 1980, 1990 et 2001. Le cluster de Toronto a constamment affiché un nombre plus important d'établissements, mais ceux-ci sont de moindre taille que les entreprises du cluster montréalais. Celui-ci l'emporte en termes de nombre d'effectifs et de la valeur ajoutée réalisée.

De son côté, le **tableau 18** révèle la place des régions dans la chaîne des valeurs de l'industrie. Pour préparer ce tableau, nous nous sommes basés sur une catégorisation des principales entreprises canadiennes en fonction des secteurs d'activité aéronautique où elles s'impliquent. Cette catégorisation a été préparée par l'Association Canadienne des Industries de l'Aérospatiale (AIAC) (pour plus de détails voir l'annexe C, page 343). Nous avons recueilli l'information concernant la localisation de ces entreprises que nous avons par la suite regroupées en fonction des Régions Métropolitaines de Recensement. Seulement Montréal et Toronto dépassent le seuil de plus de 50 entreprises d'aéronautique se situant dans un rayon de moins de 100 km. Ottawa en a une trentaine. Les trois clusters figurent dans des colonnes à part dans le tableau 18. Le reste des entreprises québécoises ou ontariennes qui ne respectent pas ce critère de

distance sont répertoriées dans les colonnes respectives de la province du Québec ou de l'Ontario.

Montréal accueille les deux principaux intégrateurs de système canadiens, Bombardier et Bell Hélicoptère. Le passage de De Havilland sous le contrôle de Bombardier et le ralentissement du marché des avions turbopropulseurs (malgré la reprise actuelle de la demande pour ce type d'avions est loin derrière celle pour les jets régionaux) ont relégué Toronto à un échelon plus bas. Ainsi, Boeing du Canada et Magellan Aerospace à Toronto ou EADS et Lockheed Martin à Ottawa s'activent principalement dans des activités de production et d'intégration de sous-systèmes. À ce niveau, par contre, la compétition entre les clusters est très forte. Grâce à la présence, entre autres, de Pratt et Whitney et de CAE, Montréal domine dans les secteurs des moteurs, des simulateurs de vol et d'avionique. Dans ce dernier domaine, Toronto et Ottawa suivent de près. De leur côté, ces deux derniers clusters comptent plus d'entreprises oeuvrant dans le secteur de la défense. Dans les domaines de la production des structures et des systèmes d'avions, ainsi que dans celui de la fabrication des composantes et des équipements, Montréal et Toronto ensemble comptent entre 65 et 70 % des établissements. Par ailleurs, à Montréal on observe une forte présence d'entreprises offrant des services de R-D contractuelle, des sociétés d'études d'ingénierie, de centres de services liés à l'entretien et la réparation des moteurs d'avions. La région de Toronto, quant à elle, est plus spécialisée dans les services d'inspection et de tests divers, de R-D contractuelle ou des centres de services de pièces et composantes diverses. De son côté, Ottawa regroupe un grand nombre de firmes offrant des services de consultation dans le domaine du marketing, du management, des relations avec le gouvernement, ainsi que du design et du développement de logiciels divers.

Tableau 17: Les clusters canadiens d'aéronautique, 1970-2004

Province	Nombre d'entreprises	% de la valeur ajouté	Nombre total des employés	% du nombre d'emplois total	Ratio Valeur ajoutée/effectif salarié
1960					
Canada	80		28 689	100	15
1970					
Ontario	36	47	13 217	42	5
Québec	24	44	14 643	47	6
Manitoba	4	5	2 212	7	9
Alberta	10	1	622	2	13
Canada	90	100	31 103	100	6
1980					
Québec	46	58	18 176	46	2
Ontario	54	35	17 043	43	3
Manitoba	9	5	2 768	7	4
Alberta	17	1	784	2	6
Colombie-Britannique	28	1	411	1	3
Canada	162	100	39 641	100	3
1984					
Ontario	74	36	12 796	42	2
Québec	54	52	13 836	45	2
Manitoba	10	7	2 252	7	2
Alberta	16	1	464	2	3
Colombie-Britannique	31	1	374	1	2
Saskatchewan	4	0	13	0	4
Canada	195	100	30 424	100	2
1990					
Québec	53		20 741	45	
Ontario	73		18 538	40	
Canada	199		46 412	100	
1997					
Québec	51		22 310	48	
Ontario	67		13 838	30	
Canada	192		44 085	95	
2004					
Québec			34 500	48	
Ontario			21 800	30	
Provinces de l'ouest			12 100	17	
Provinces atlantiques			4 200	6	
Canada			72 600	100	

Source: Statistique Canada, Division de l'industrie. Section du recensement des manufactures. *Catalogue 42-203*, annuel.

L'industrie aéronautique est présente dans les autres provinces canadiennes. De multiples initiatives⁹, publiques ou privées, ont été lancées afin de consolider les systèmes d'innovation aéronautiques dans ces régions. Toutefois, nous sommes d'avis qu'en dehors des provinces de Québec et d'Ontario il ne s'agit que de quelques îlots créés autour d'un petit nombre d'entreprises de Niveau II ou de Niveau III. La présence de Raytheon, de Spar Aerospace et d'ATCO Frontec explique la contribution de l'Alberta dans les secteurs de la défense, de l'espace et des simulateurs de vol. En Colombie-Britannique, trois parmi une douzaine d'entreprises aéronautiques de la province œuvrent dans le secteur de la maintenance (Derco Aerospace, Cascade Aerospace, MTU Maintenance). MacDonald Dettwiler & Associates et Northern Airborne Technology sont spécialisées dans les secteurs de l'avionique. Au Manitoba, Cadorath Aerospace, est active dans les secteurs de la production des structures, des systèmes et de moteurs d'avions. Westavia Technologies est spécialisée dans le secteur de la défense. Les quatre entreprises restantes œuvrent dans la fabrication de pièces et d'équipements, et de services divers. Le secteur de la défense est présent dans les provinces de Terre-Neuve et en Nouvelle-Écosse où se situent, dans la première, Northstar Network et dans la deuxième, Ultra Electronics Maritime Systems et IMP Group International. Toutefois, ces présences sont loin de générer l'activation de systèmes d'innovation aéronautiques dans ces régions.

⁹ Ministry of Advanced Education de la Colombie-Britannique présente diverses initiatives de développement dans le document 'B.C. Aerospace Strategy' (British Columbia Ministry of Advanced Education). De leur côté, depuis 2003, les entreprises aéronautiques des provinces atlantiques adhèrent dans The Atlantic Aerospace and Defence Alliance, qui est susceptible de créer des synergies parmi les divers acteurs de l'industrie dans la région (The Aerospace and Defence Industries Association of Nova Scotia).

L'évolution de l'industrie a affecté les régions dans lesquelles elle s'est développée. Mais de quels types de mutations ont fait objet les clusters canadiens d'aéronautique? Notre analyse de ceux-ci conjugue deux dimensions: d'abord, elle se concentre sur l'impact des changements interindustriels vis-à-vis des clusters. L'autre dimension de l'analyse concerne la mise en évidence des mutations institutionnelles.

7.3.2 Les transformations interindustrielles

Au cours de la période d'émergence, l'industrie a adhéré, du point de vue organisationnel, à un mode de fonctionnement traditionnel. Selon cette perspective managériale, être un avionneur signifiait maîtriser en interne l'ensemble de la filière, de la conception et le développement des avions jusqu'à leur production (Frigant et Talbot, 2003). Cette sorte d'autosuffisance générait très peu d'interaction intra-cluster. Si, de temps à autre, les avionneurs avaient recours à la sous-traitance, leurs liens étaient faibles, à court terme et irréguliers. Même quand la coopération est devenue obligatoire, en raison du conflit mondial qui battait son plein et qui a provoqué un niveau maximal de la demande pour des avions, la dimension locale n'a pas joué un rôle décisif. En effet, aucun cluster canadien n'avait atteint une taille critique lui permettant de répondre à la demande et l'interaction qui a eu lieu fut plutôt interrégionale. Ainsi, le tableau 19 offre une vue de la division du travail qui a été appliqué pour la production de l'avion Avro Anson II. Ce tableau fait preuve d'une sous-traitance de capacité et non pas de spécialité. En effet, la présence des avionneurs principaux à tous les niveaux de la production laisse entrevoir l'absence de la hiérarchisation et de la spécialisation des entreprises. L'éparpillement géographique est un signe indéniable de l'importance minimale qu'occupe en cette période la notion de cluster.

Tableau 19: Géographie de la chaîne des fournisseurs pour le programme Avro Anson II, 1940

RESPONSABILITE	LOCALISATION DE L'ENTREPRISE	NOMBRE D'AVIONS (ET DE COMPOSANTES) PRODUITS
I. L'ENSEMBLE DU PROJET		
Canadian Car & Foundry	Amherst, Nouvelle-Ecosse	341
De Havilland	Toronto, ON	375
MacDonald Bros Aircraft	Winnipeg, MB	319
National Steel Car Corp.	Montréal, QC/Hamilton, ON	736
Ottawa Car & Aircraft	Ottawa, ON	60
II. FUSELAGES		
Canadian Car & Foundry	Divers centres	341
De Havilland	Toronto, ON	375
Federal Aircraft	Montréal, QC	280
National Steel Car Corp.	Montréal, QC/Hamilton, ON	836
III. AILES		
Canadian Car & Foundry	Divers centres	833
MacDonlad Bros Aircraft	Winnipeg, MB	319
Massey-Harris	Toronto, ON	610
IV. NACELES ET MOTEUR		
De Havilland	Toronto, ON	400
National Steel Car Corp.	Montréal, QC/Hamilton, ON	736
Canadian Vickers ingénierie du moteur Jacobs)	Montréal, QC)	

Source: Molson, M.K et H.A. Taylor (1982) *Canadian Aircraft since 1909*. Ontario: Canada's Wings, Inc.

L'émergence de l'industrie est caractérisée par de fortes turbulences. Dans un contexte d'un nombre élevé d'entrées et de sorties continuelles d'entreprises, il serait peu probable que celles-ci aient le temps de développer des relations durables avec leur environnement, que ce soit des relations intra-industrielles ou avec le reste des acteurs publics ou privés. Dans cette première phase de développement, l'industrie aéronautique canadienne était fortement dépendante de l'étranger; sauf dans de rares exceptions, les avionneurs canadiens disposaient d'un niveau de compétences caractérisé par le 'Built-to-print'. L'industrie recrutait des scientifiques et des techniciens expérimentés presque uniquement en Europe (notamment au Royaume-Unis) et aux Etats-Unis (Industrie, Sciences et Technologie Canada, 1991). En conséquence, le flux de connaissances obtenus de l'extérieur du cluster, était nettement supérieur à celui engagé à l'intérieur du cluster. Les liens de l'industrie avec les universités étaient inexistantes.

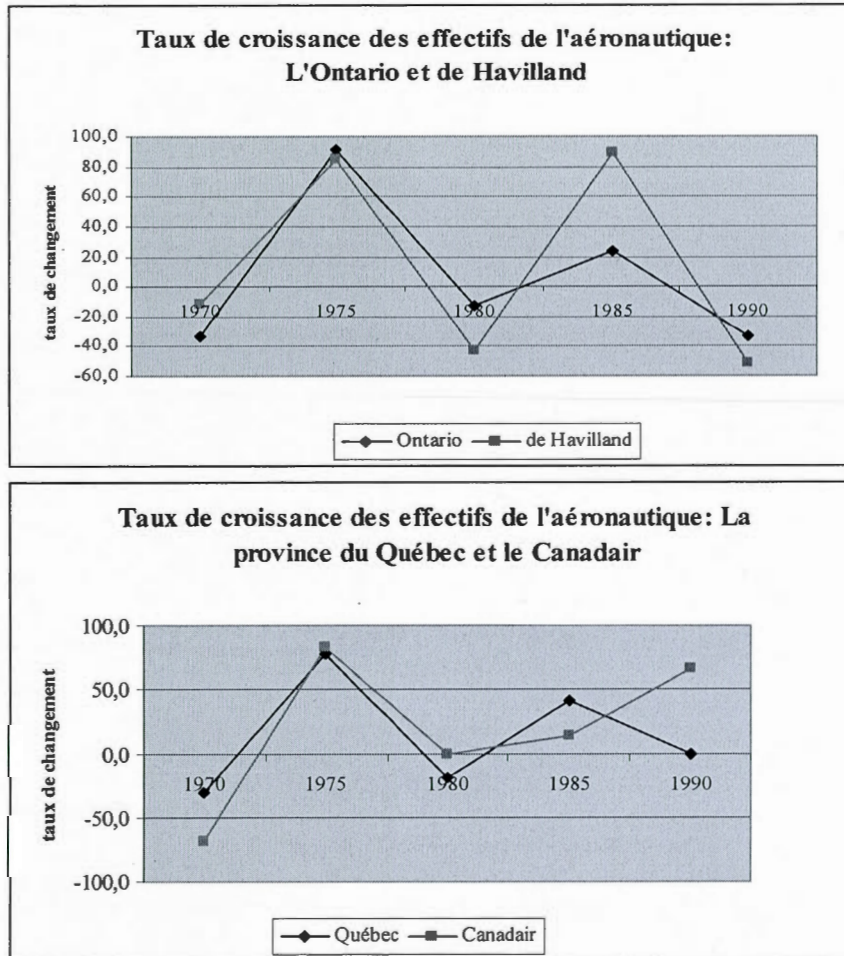
De son côté, l'État, dans un rôle d'intervenant sporadique, n'avait pas non plus établi de relations stables avec l'industrie, ce qui aurait pu favoriser l'inertie régionale des activités des avionneurs. La cessation immédiate des activités de quelques uns parmi les principaux avionneurs de la guerre (par exemple le Noorduyn Aviation, la National Steel Car & Victory Aircraft, Fairchild Aircraft, etc.) est une illustration significative de la fragilité du rapport région-industrie caractérisant la période de l'émergence.

Lorsque l'industrie est entrée dans la phase de croissance de son cycle de vie, les relations avec son espace d'accueil se sont modifiées substantiellement. Suite à la concentration économique de l'industrie, des champions nationaux comme De Havilland ou Canadair, se sont profilés

dans son sein. Les clusters se sont alignés progressivement aux dynamiques de développement du champion dont ils sont les hôtes. Les deux figures suivantes expriment de façon éloquente le lien entre la région et l'ancre du cluster. Elles représentent le changement du nombre d'emploi du secteur aéronautique en Ontario et au Québec. Dans les deux provinces, la tendance avérée suit de près celle des entreprises principales, en l'occurrence De Havilland et Canadair.

La montée fulgurante des dépenses de R-D suivie de l'augmentation continue des contraintes budgétaires ont remis en question les modes organisationnels traditionnels basés sur la maîtrise, la part d'un seul avionneur, le cycle complet de la conception à la production des avions. La complexité croissante des nouveaux avions a mis en évidence l'inefficacité et l'inefficience de ce type de fonctionnement des organisations. Au cours des années 1970, des ajustements radicaux ont eu lieu. Les maîtres d'œuvre ont procédé à un resserrement progressif de leurs compétences autour des activités clés, source des avantages compétitifs. L'adoption d'une architecture modulaire du produit, qui consiste en la décomposition du système final en divers sous-systèmes, a entraîné une restructuration profonde des interactions caractérisant la chaîne des fournisseurs de l'industrie. À partir de ce point, la composition de celle-ci, reflète une hiérarchisation en trois échelons: les *maîtres-d'œuvres* ou les intégrateurs de systèmes, qui sont les responsables pour la conception, le développement et l'assemblage finale de l'avion; les *équipementiers*, qui sont en charge de la finalisation d'un sous-système principal (il pourra s'agir des sous-systèmes d'avionique, de structure ou de propulsion); les *sous-traitants* qui sont en charge de la production d'une ou de plusieurs composantes et de certains services.

Figure 25 : Les firmes d'ancrage et les clusters : Canadair, De Havilland, Québec et Ontario



Source: Préparé à partir des données tirées de:

- Statistique Canada. Catalogue 31-203, diverses années;
- Hotson, F.W. 1983. *The De Havilland Canada Story*. Toronto: Canav Books.
- Pickler, R.A. et L. Milberry. 1995. *Canadair: the first 50 years*. Toronto: Canav Books.

Les nouvelles relations interentreprises ont transformé le tissu industriel des clusters d'aéronautique soit du point de vue de la densité que de leur structure. Au fil des années, la ceinture de sous-traitants et de fournisseurs

créés autour des entreprises des échelons hiérarchiques supérieurs n'a pas cessé de croître. D'une cinquantaine d'entreprises en 1970, elles sont devenues une centaine en 1985. Actuellement, le cluster aéronautique de Montréal compte quelque 220 fournisseurs et sous-traitants. On en enregistre quelque 180 à Toronto. Le nombre des entreprises de niveau I et de niveau II en a également augmenté, notamment vers la deuxième moitié des années 1980. Ceci, résulte en partie, du déploiement par les gouvernements fédéral et provinciaux de multiples leviers incitatifs dans l'intention d'attirer des entreprises étrangères de premier ordre et favoriser ainsi la consolidation de l'industrie aéronautique canadienne. D'autre part, la montée en puissance du Canada sur le plan international a valu à Montréal et à Toronto l'arrivée de nombreux équipementiers importants qui ont choisi de se rapprocher d'un maître-d'œuvre de première classe comme Canadair, De Havilland et par la suite Bombardier. C'est ainsi qu'arrivent à Montréal de nombreuses entreprises mondialement réputées telles que Bell Helicopter, General Electric, Lockheed Martin, Turbomeca, Oerlicon, Messier-Dowty, Thales, etc. En tout, entre 1980 et 1995, quelque 81 nouvelles entreprises sont venues se joindre au cluster montréalais et 50 à celui de Toronto. Celle-ci est devenue l'hôte, entre autres, de MBB Helicopters (devenue par la suite Eurocopter), Spar (spécialisée dans les produits de l'espace), Boeing de Canada, etc.

En raison de la nouvelle stratégie organisationnelle adoptée par les maîtres-d'œuvre, les échanges interentreprises se sont aussi multipliés et ont changé de nature. Dans le contexte traditionnel, les interactions étaient sporadiques, de courte durée et transitaient presque uniquement par le marché, le prix étant le critère principal de choix du sous-traitant (Lefebvre et al., 1993 ; Bourgault, 1997). Les relations modernes se développent dans le long terme et privilégient des échanges

interentreprises engagés, impliquant une attitude proactive soit de la part des donneurs d'ordres, soit des sous-traitants. Dans ce nouveau contexte, les maîtres-d'œuvres sont les premiers à prendre conscience de l'impact que la qualité des produits et services de leurs sous-traitants a vis-à-vis de leurs propres performances. Ils imposent alors un système exigeant de contrôle de qualité qui évolue vers la généralisation d'une politique de certification et d'accréditation visant l'assurance de la qualité à la source (Lefebvre et al., 1993). Graduellement, les nouvelles pratiques de la gestion de la qualité deviennent la norme. Quelque cent trente-sept sous-traitants montréalais sont certifiés ISO (Direction des industries du matériel aérospatial et de défense, 2001). Dans la majorité des cas, les donneurs d'ordres imposent la certification à l'ensemble de la chaîne de valeur des produits : leurs sous-traitants ont l'obligation de sous-traiter uniquement chez des entreprises ayant elles aussi été certifiées par le donneur d'ordres. En conséquence, un flux de connaissances considérables concernant l'adoption de techniques avancées de gestion de la production se mobilise à l'intérieur du cluster et déclenche un processus d'apprentissage intensif à travers tous les échelons de l'hierarchie industrielle (Bozdogan et al., 1998). La chaîne des fournisseurs est le mécanisme principal d'activation de l'interaction intra-cluster.

Pour répondre aux besoins criants de réduction des coûts, bon nombre d'avionneurs et d'équipementiers ont entamé un mouvement de rationalisation de la chaîne des fournisseurs. Ceci a entraîné le passage d'un type de relations qui obligent le maître-d'œuvres à faire affaire avec plusieurs fournisseurs et sous-traitants de composantes (*one-to-many*) vers un autre qui se caractérise par un nombre beaucoup plus restreint d'échanges entre les maîtres-d'œuvre et d'assembleurs de sous-systèmes (*one-to-few*). Les conséquences de cela pour le futur du cluster sont

majeures. On assiste à une rupture des liens privilégiés établis lors de longues années de collaboration entre les petites et moyennes entreprises et les donneurs d'ordres. Le périmètre de compétences des PME, le plus souvent cantonnées à un mode de fonctionnement 'built-to-print', ne pourra plus leur assurer la survie. Des alliances, des fusions et d'autres stratégies de coopérations sont nécessaires afin que des fournisseurs et des sous-traitants de composantes puissent monter dans l'échelle hiérarchique industrielle et s'impliquer de l'étape de la conception à celle de la maintenance des produits. L'ampleur des changements nécessaires expliquerait les résultats d'une enquête portant sur la sous-traitance canadienne du secteur d'aéronautique, qui révèle que les habiletés de gestion sont considérées par ces entreprises comme la composante des compétences qui influence le plus leurs performances (Bourgault, 1997). Dans leur étude, (Lefebvre et al., 1993) constatent trois types de sous-traitants québécois œuvrant dans le secteur de l'aéronautique. Selon les auteurs, les *sous-traitants dépendants*, dont l'activité est liée entièrement à un donneur d'ordres, sont les plus réticents aux changements. Le plus souvent, il s'agit de petites entreprises familiales, ancrées dans des routines de gestion traditionnelle et très peu familières avec les méthodes modernes. De leur côté, les *sous-traitants indépendants*, parallèlement à l'aéronautique, ont tendance à se diversifier dans d'autres secteurs. Quand les exigences posées par les donneurs d'ordres augmentent, ce groupe d'entreprises connaît beaucoup de difficultés à répondre en se cantonnant dans une seule direction. Finalement, ce sont les sous-traitants qui sont des filiales d'autres entreprises aéronautiques, qui semblent être à l'afflux des nouveautés pour mieux répondre aux changements de l'environnement. Or, dans leur cas, les liens inter-clusters sont plus forts que ceux intra-clusters.

Deux dynamiques se sont mises alors en marche. D'une part, les entreprises aéronautiques des échelons supérieurs de la pyramide se sont concentrées de plus en plus. Boeing et Airbus se partagent le marché des gros porteurs. Bombardier, Embraer et ATR se partagent le marché des avions régionaux et des avions d'affaires. Parmi les motoristes, il ne reste que Rolls-Royce, General Electric, Pratt & Whitney et Honeywell. La tendance à la concentration se poursuit même dans le cas des autres sous-systèmes. Plus ce processus s'accroît, plus les donneurs d'ordres se 'dénationalisent'.

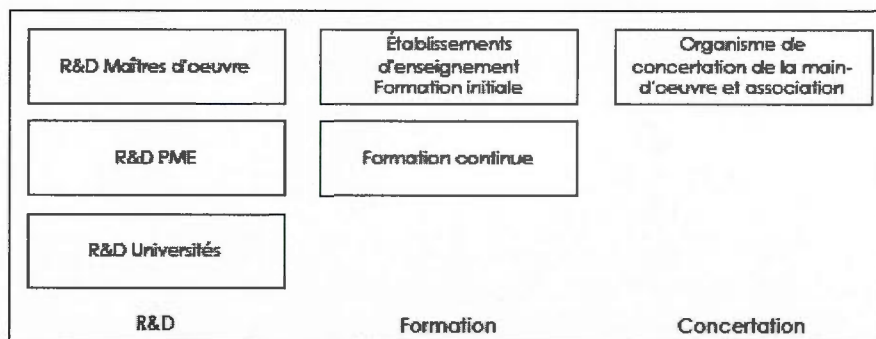
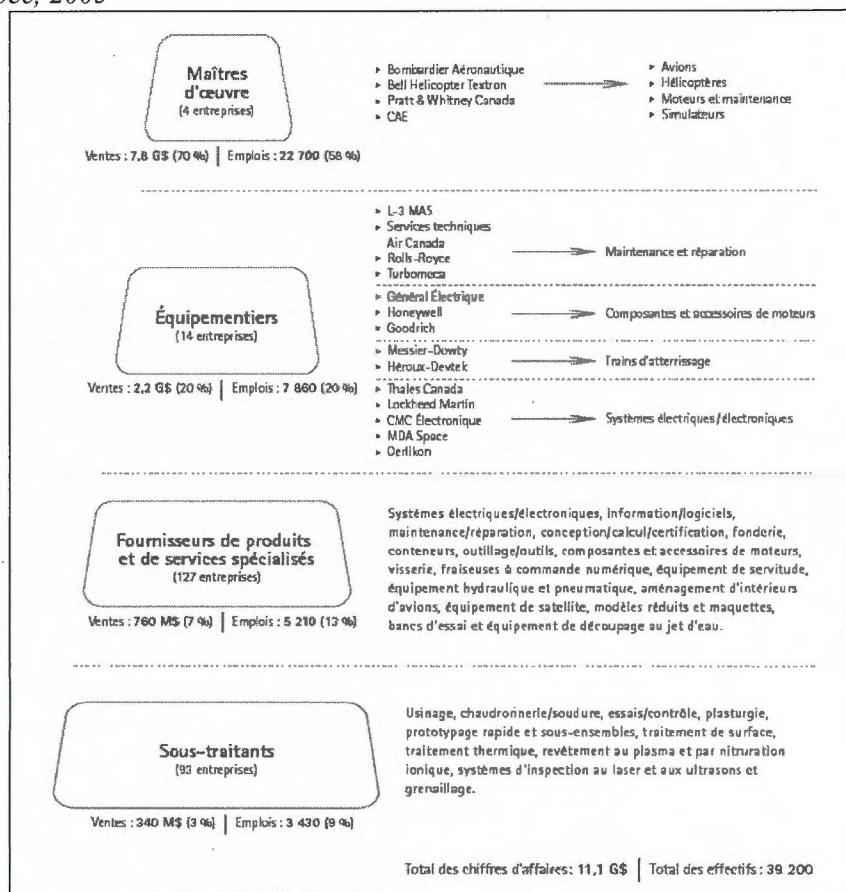
De l'autre côté, les échelons inférieurs de la pyramide résistent aux changements. La plupart des entreprises canadiennes de l'aérospatiale sont nettement plus petites que leurs rivales étrangères (Industrie Canada, 2005). L'attachement des sous-traitants à leur *status quo* semble évincer toute opportunité de création de synergies nécessaires entre les différents niveaux de l'industrie et constitue un facteur de risque pour la viabilité future du cluster.

7.3.3 Transformation des clusters en systèmes d'innovation

La figure 24 représente la filière de l'industrie aéronautique au Québec. Nous venons d'analyser l'évolution du premier bloc (la partie supérieure de la figure) qui concerne la restructuration du tissu productif de l'industrie. L'analyse des relations interindustrielles est essentielle mais insuffisante pour dégager toutes les composantes du processus d'évolution des clusters aéronautiques canadiens. Pour appréhender la transformation graduelle du cluster d'un dispositif de production en un système d'innovation il faudra inclure dans l'analyse les composantes

représentées dans le deuxième bloc. Les performances de l'industrie reposent sur ses collaborations avec d'autres parties prenantes, privées et publiques, en termes de R-D, de formation de la main-d'œuvre qualifiée et de mise en place de mécanismes de coopération et de coordination du système régional d'innovation.

Figure 26: Structure et fondements de la filière de l'industrie aérospatiale au Québec, 2005



Sources:
 Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation. 2006. *Stratégie de développement de l'industrie aéronautique québécoise*.
 CAMAQ. 2004. Bilan sectoriel.

Les institutions de soutien de la R-D

Dans un premier temps, les collaborations étaient concentrées sur la R-D même si le regroupement de l'industrie à Montréal et à Toronto remonte aux années 1940, à l'origine, les clusters n'étaient qu'un ensemble d'entreprises juxtaposées et qui interagissaient très peu avec leur environnement. L'essentiel de ces interactions se résumaient dans des rapports gouvernement-industrie sporadiques et qui s'activaient au gré des événements historiques. Par la suite, parmi les fonctions de l'État comme meneur de l'industrie, son soutien à la R-D est le plus important. Il fournit quelque 30 % des dépenses de la R-D et met à la disposition de l'industrie un réseau puissant de laboratoires publics qui contribuent grandement aux efforts d'innovation de l'industrie. Les projets Arrow, Dash 7, les études concernant les aéronefs à décollages et atterrissages verticaux ou à décollages et atterrissages courts (ADAV/ADAC ou V/STOL) et beaucoup d'autres, ont eu lieu dans des laboratoires publics. À l'écoute des besoins changeant de l'industrie, le gouvernement a continuellement ajouté à son infrastructure de R-D des souffleries, des laboratoires spécialisés (par exemple le laboratoire sur le développement des structures et des matériaux ou celui concerné par l'impact environnemental de l'industrie) et d'agences nationales (par exemple l'agence spatiale canadienne). Le tableau 20 présente les principaux centres de recherche Québec (CAMAQ). Au fil des années, d'autres initiatives publiques, horizontales ou spécifiques, ont été mises en place afin de soutenir la R-D industrielle. D'abord, c'est les acteurs industriels principaux, et les grandes entreprises qui bénéficièrent largement du partenariat gouvernement-industrie. Ensuite, des initiatives plus spécifiques ont visé l'implication dans la R-D des PME aéronautiques. Le programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) en est un exemple.

Tableau 20 Les principaux centres de recherche Québec

Centre de recherche	Effectifs
Agence spatiale canadienne	350
Institut des matériaux industriels (IMI)	200
Groupe de recherche en mathématiques de l'ingénierie assistée par ordinateur (GRMIAO)	133
Centre des technologies manufacturières en aérospatiale (CTMA) - ouverture 2003	120
Institut national d'optique (INO)	120
Centre d'optique, photonique et laser (COPL) - Université Laval	115
Institut canadien pour les innovations en photonique (ICIP) - Université Laval	+ 100
Centre de recherches pour la défense Valcartier	75
Centre de recherches avancées en micro-ondes et en électronique spatiale (Poly-Grames)	71
Institut de conception et d'innovation aérospatiale de Concordia (ICIAC)	50
Total	1 334

Source : CAMAQ. 2004. *Bilan sectoriel*.

Les universités

Restées à l'écart de l'industrie pendant plusieurs décennies, les universités n'en deviennent une partie prenante que tout récemment. Leur rôle primaire a été d'assurer la relève de la main-d'œuvre qualifiée, dont l'industrie est fortement dépendante. Pilotés par les grandes entreprises, des équipes dédiées à la recherche aéronautique se taillent une place au sein des universités. Cette pratique se diffuse de l'École Polytechnique de Montréal, vers l'Université Concordia, l'Université de Sherbrooke ou l'Université Laval.

Dans un deuxième temps, la dépendance de l'industrie aéronautique d'une main-d'œuvre de plus en plus qualifiée et spécialisée a mobilisé l'attention et l'effort des acteurs du système. Dans les années 1980, des études pointent du doigt une lacune importante de l'industrie, qui est

tributaire de son parcours historique. Depuis, pour y remédier chacune des parties prenantes s'est impliquée et le nombre d'initiatives, de projets, d'associations et d'interventions diverses ne cessent de croître. Des interactions multipartites, entre les entreprises, les gouvernements, les centres de formation, et les autres associations et organisations publiques et privées sont à la base du succès desdits programmes.

Dans une troisième période, encore plus récente, les formes de coopération et les rôles joués par les divers acteurs du système se multiplient. L'intégration des actions de tous ces intervenants a exigé la mise en place progressivement de divers mécanismes de concertation et de coordination que ce soit sur le plan technologique ou celui de la formation des effectifs. Ainsi, l'École Nationale de l'Aérospatiale, à part ses fonctions comme centre de formation, est devenue un modèle de coordination des efforts et des besoins technologiques de plusieurs entreprises aéronautiques de la région. En 1993, l'École a été désignée le premier Centre de transferts technologiques d'aérospatiale au Canada. Les universités et les laboratoires gouvernementaux ont pareillement évolués dans la même direction. Fort de son savoir-faire pour ce qui est de réunir les principaux intervenants (universités, entreprises et administration publique) le gouvernement est un acteur primordial de cette concertation. Toutefois, c'est l'industrie, qui par le biais d'un noyau dur regroupant les entreprises les plus en vue du secteur, demeure centre de la majorité des initiatives de concertation.

En parcourant le processus d'évolution des clusters aéronautiques notre but a été de mettre en évidence leur transformation de centres de production en systèmes d'innovation. Cette transformation, à plusieurs composantes, concerne plusieurs acteurs et s'étale sur plusieurs phases. La

partie suivante de cette thèse étudie les effets du cycle de vie de l'industrie sur le comportement de l'activité innovante du secteur.

CHAPITRE 8

Le cycle de vie industriel et l'innovation

L'objectif de ce chapitre est de poursuivre l'étude de l'évolution de l'industrie aéronautique entreprise lors de la deuxième partie, mais en se concentrant, cette fois, sur les caractéristiques de l'activité innovante du secteur lorsque celle-ci passe de la période de l'émergence vers la croissance et la maturité. Le but est de parvenir à un modèle intégrateur des dynamiques de l'industrie et de ses systèmes d'innovation.

8.1 Le cycle de vie et l'innovation

Quelle est l'influence du cycle de vie de l'industrie sur l'activité innovante des entreprises, de l'industrie et des régions où elle se développe ?

8.1.1 Cycle de vie et intensité de l'innovation

Les théories du cycle de vie et de l'industrie stipulent que l'innovation atteint son niveau maximal durant les premières phases du cycle de vie de l'industrie et décline durant les phases successives de celui-ci. Ainsi, comme le montre la figure 27a, l'innovation des procédés remplacera progressivement l'innovation du produit et les deux vont fléchir au fur et à mesure que l'industrie entre dans les périodes de maturité ou de déclin.

Est-ce que cette théorie serait en mesure d'expliquer l'évolution de l'innovation dans le cas des entreprises, des industries et des systèmes d'innovation de l'aéronautique ?

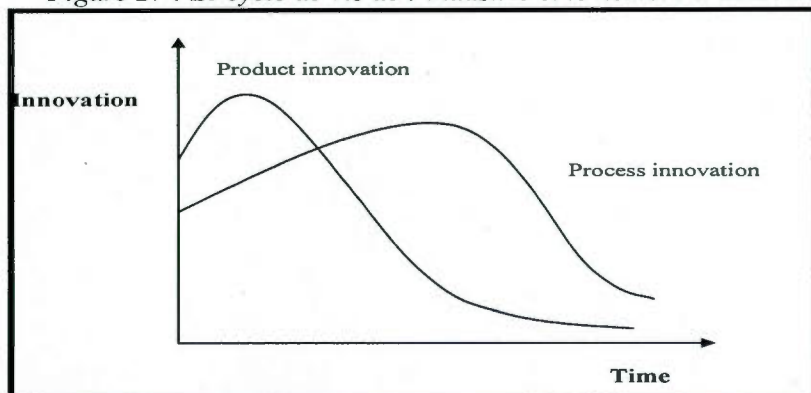
Dans le but de tester le bien-fondé de la conception cyclique de l'innovation, nous avons entrepris l'analyse des brevets aéronautiques couvrant l'ensemble du cycle de vie de l'industrie, en l'occurrence la période de 1905 à 2004. Quelque 56 809 brevets ont été scrutés à cette fin. 24 725 appartiennent à la classe 244, qui, selon la classification domestique de USPTO, regroupe toutes les inventions brevetées du secteur aéronautique. Le restant, 32 084 brevets, ont été obtenus par les principales entreprises de la chaîne des fournisseurs de l'industrie. Nous avons procédé à un nettoyage méticuleux de ces données brutes et seulement 36 760 brevets ont été gardés par la suite, dont, 15 676 sont des brevets de la classe 244, tandis que 21 084 sont les brevets aéronautiques de la chaîne des fournisseurs. Dans le premier groupe, deux types de brevets ont été exclus des analyses: il s'agit d'abord des brevets qui n'ont pas de titulaire institutionnel (c'est-à-dire, des brevets appartenant à des individus¹⁰) et ensuite des brevets pour lesquels la classe 244 n'est pas la classe principale dans laquelle se catégorise l'invention. Parmi les brevets de la chaîne des fournisseurs, après avoir recensé tous ceux qui correspondent aux principaux fournisseurs du secteur aéronautique, nous avons filtré, par le biais de mots-clés, les brevets reliés à l'aéronautique. C'est ce dernier groupe qui est retenu pour les analyses ultérieures.

¹⁰ Le manuel de Frascati (OCDE, 2002) suggère la mesure de l'innovation selon les secteurs économiques (le gouvernement, l'université et l'entreprise) et entraîne ainsi, implicitement, l'exclusion de l'analyse des inventeurs individuels. D'ailleurs le nombre de recherches concernant ces derniers est très limité, même si l'analyse de ce phénomène peut fournir des renseignements utiles sur le comportement entrepreneurial de l'inventeur (Dagenais et Séguin-Dulude, 1990; Amesse et al., 1991; Archambault, 2002).

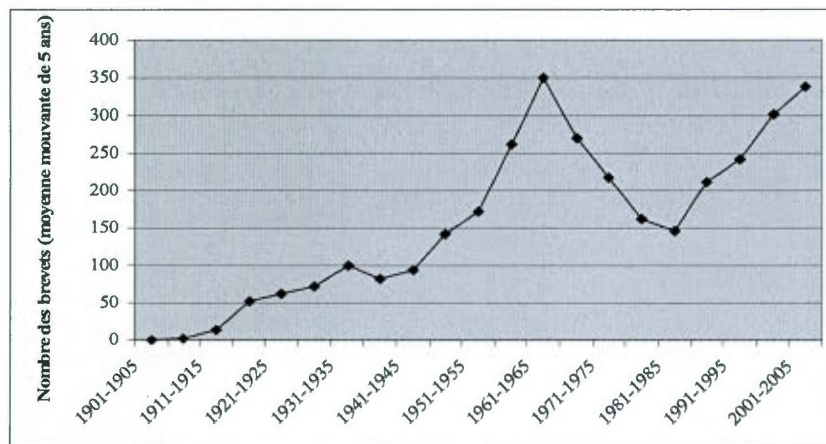
La figure 27b. représente la moyenne mobile quinquennale des brevets de la classe 244. Le nombre de brevets a augmenté modestement pendant la période d'émergence de l'industrie (1905-1944) et a atteint un petit point culminant lors des années qui précèdent la Deuxième Guerre Mondiale. Toutefois, c'est durant la période de croissance (1946-1975), encore une fois, sous fond de guerres (la Guerre froide, la guerre de Corée et celle du Vietnam) que le nombre d'innovations s'accroît remarquablement. Après une période de recul, ce dernier étant une conséquence directe des difficultés de l'industrie lors de sa restructuration, le rythme d'innovation a repris l'envol et a atteint à nouveau les sommets précédents.

De son côté, la figure 27c. indique le nombre de brevets aéronautiques obtenus par les principaux fournisseurs de ce secteur, de 1976 à 2002. La même tendance apparaît : le nombre de brevets augmente, même si l'industrie traverse sa phase de maturité. L'évidence empirique va donc à l'encontre des prédictions des théories du cycle de vie du produit et de l'industrie. Contrairement à l'hypothèses 1 que nous avons émis en se basant sur ces théories, les données revelent que l'innovation dans cette industrie, n'est pas un phénomène caractérisant uniquement la phase de l'émergence de l'industrie, mais plutôt une tendance qui persiste tout au long de son cycle de vie. De plus, l'aboutissement à un dessin dominant (*dominant design*) n'a pas entraîné la diminution de l'activité innovante de l'industrie.

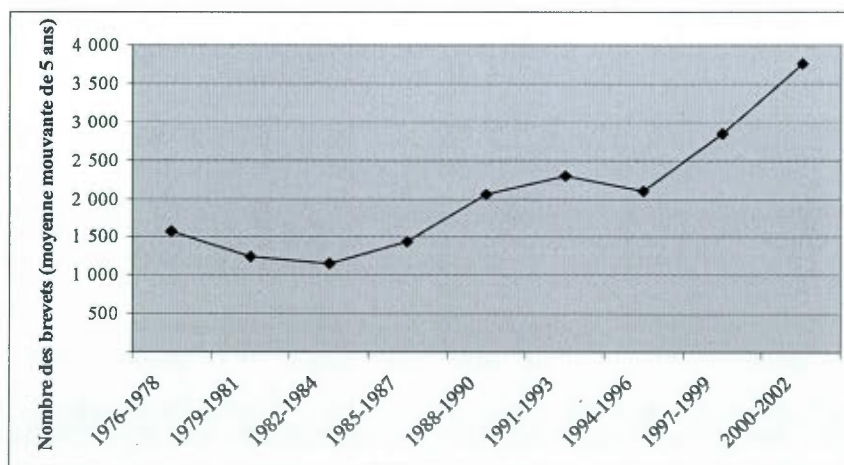
Figure 27 : Le cycle de vie de l'industrie et le nombre d'innovations



a) Les prédictions des théories du cycle de vie du produit et de l'industrie



b) Le nombre de brevets de la classe 244 de USPTO



c) Le nombre de brevets aéronautiques des entreprises de la chaîne des fournisseurs

Précisons qu'ici nous avons mesuré uniquement la partie 'visible' de l'innovation, celle qui a été brevetée, alors que c'est possible que pour d'autres innovations, de produits et de procédés, les entreprises aient choisi de garder le secret industriel. Malgré ce fait, l'étude de l'évolution de cette industrie nous a permis de constater sa tendance d'instaurer, depuis ses débuts, une routine de protection par le brevet, ce qui nous donne confiance par rapport à la représentabilité de l'échantillonnage utilisé dans les tableaux présentés ci-dessus. En effet, la prédisposition à breveter dans le secteur aéronautique a été très forte depuis l'aube de l'industrie. L'histoire des années 1910-1920, fait part de nombreuses disputes retentissantes sur les droits d'utilisation des brevets (notamment, celles entre les Frères Wright et Curtiss) qui se révélèrent coûteuses en termes financiers, et en termes des réputations des parties concernées. De plus, elles contribuèrent à envenimer l'industrie et découragèrent bon nombre d'entrepreneurs ayant songé à se lancer dans ce nouveau secteur d'activité. Par ailleurs, pour éviter ces situations fort inconvenantes, durant les préparatifs pour la première Guerre mondiale, le gouvernement a même eu recours à un gel des droits de propriété dérivés des brevets aéronautiques.

L'argument qui soutient qu'une ambiance relativement plus ouverte, avec moins de barrières, et donc, plus propice à l'innovation lors de l'émergence de l'industrie, ne trouve pas sa place dans le cas de l'aéronautique. Pareillement, les données rejettent l'hypothèse selon laquelle l'innovation du produit est plus importante au début de l'industrie et elle diminue lors de la maturité de celle-ci. Nous constatons la tendance à la croissance soutenue du nombre des innovations dans ce secteur. Ainsi, notre vision de la dynamique industrielle s'apparente plus à la thèse avancée par Klepper et Simons (2005) que celles mises en avant par Abernathy et Utterback (1978), Jovanovic et MacDonald (1993) et

Utterback (1994). Contrairement à ce que soutiennent ces derniers, nos données ont montré que ce n'est pas un changement technologique majeur qui définit l'évolution industrielle, mais que celle-ci est influencée par une série de changements incrémentaux et persistants tout au long du cycle industriel.

8.1.2 Le cycle de vie et la diffusion du produit, de l'innovation et des connaissances

Testons maintenant un deuxième énoncé de la théorie du cycle de vie du produit concernant la diffusion internationale de la production et des connaissances lors de la phase de maturité du produit. Selon la théorie, les nouveaux produits sont lancés dans les pays industrialisés et durant les phases plus avancées de leur cycle de vie, ils se diffusent vers les pays en développement. Nous mettons à l'épreuve cette thèse par rapport à la diffusion de la production aéronautique, de l'activité innovante de ce secteur et des externalités de connaissances qui y ont lieu.

La diffusion de l'activité de production de l'industrie aéronautique

Puisqu'il s'agit d'une industrie mature, il faut donc s'attendre que la part des pays en développement dans la production aéronautique ait augmenté progressivement en même temps que celle des pays industrialisés recule.

Tableau 21: Principaux pays producteurs de l'industrie aéronautique mondiale, 2002

PAYS	CHIFFRE D'AFFAIRES (milliards d'euros)	% DE CHAQUE PAYS DANS LE CHIFFRE D'AFFAIRE MONDIAL	EFFECTIFS (000)	% DE CHAQUE PAYS DANS LE NOMBRE GLOBAL DES EFFECTIFS DU SECTEUR	% DU SECTEUR AEROSPATIAL DANS LE PIB
ÉTATS-UNIS	102,7	48.4%	531,9	46%	1.47%
UNION EUROPÉENNE	74,6	35,2%	407,8	35,4%	0.85%
CANADA	14,5	6.8%	78,8	7%	1.84%
JAPON	11,4	5.4%	31	2.7%	0.38%
AUTRES PAYS	9	4.2%	103	8.9%	
TOTAL	212,2	100%	1152,5	100%	

Source : AECMA (2003)

Cependant, ce n'est pas ce que révèlent les données du tableau 21 qui représente un portrait de l'industrie aéronautique mondiale de l'année 2002. Bien qu'il s'agisse d'une industrie mature dont le caractère stratégique a justifié d'énormes efforts de la part de nombreux pays, essayant de s'y tailler une place, l'aérospatiale est restée localisée dans un petit nombre de pays industrialisés. Les États-Unis, l'Union Européenne, le Canada et le Japon totalisent 96 % du chiffre d'affaire mondiale de l'industrie. Les États-Unis dominent de façon prépondérante soit au niveau du chiffre d'affaires (48 % du chiffre d'affaire globale) que du point de vue du nombre des employés de ce secteur (46 % du total des effectifs à l'échelle mondiale). Toutefois, la dominance américaine absolue a reculé considérablement lors des vingt dernières années, alors que la part de l'Union Européenne a avancé de façon spectaculaire. Ainsi, pour la période de 1988 à 1997, le chiffre d'affaire aéronautique de la France a fait un bond de 110 % (Collin, 1999). La production aéronautique a également augmenté dans le cas des autres acteurs européens majeurs de l'industrie qui sont la Grande-Bretagne (35,3 % du chiffre d'affaire du secteur aéronautique européen), l'Allemagne (14,6 %), l'Italie (8,5 %), le Suède (3,8 %), l'Espagne (2,6 %), et les autres pays européens (4,8 %)¹¹. Le succès des pays européens a récompensé leurs volontés et leurs efforts soutenus de rattrapage basés sur l'intégration de leurs industries nationales. Le Canada est le quatrième plus grand pays producteur d'avions au monde, son chiffre d'affaire dans ce secteur devançant celui de l'Allemagne.

Le Japon suit dans cette classification avec 5,4 % du chiffre d'affaire de l'industrie aéronautique mondiale. Depuis des années, le Japon constitue un partenaire de prédilection pour Boeing, en obtenant 70 % des commandes passées par celui-ci aux fournisseurs étrangers (Dixon, 1999;

¹¹ Ces données rapportent le chiffre d'affaire aéronautique national au chiffre d'affaire aéronautique européen pour l'année 1995.

Pritchard et MacPherson, 2005). L'industrie aéronautique japonaise démarra dans les années 1930 et fut entièrement tournée vers le secteur militaire. En 1945, l'industrie a été anéantie (chaque établissement détruit ou démantelé), en raison de la politique de démilitarisation imposée après la défaite du pays dans le deuxième conflit mondial. En 1952, les États-Unis ont reconstitué le secteur aéronautique japonais, afin de s'assurer la maintenance de leurs appareils d'armée impliqués massivement dans la guerre de Corée. De son côté, c'est en 1970 que le gouvernement japonais s'est décidé de développer une industrie aéronautique nationale. Depuis ces deux facteurs, les relations étroites avec États-Unis et la politique interventionniste de l'État, ont été les déterminants du développement de ce secteur au Japon (Freeman, 1987). À part être le client principal, l'État s'est engagé à fournir jusqu'à 50 % des coûts de R-D des entreprises du secteur, à condition qu'il s'agisse de projets internationaux qui, naturellement, entraînent des transferts technologiques. Mitsubishi Heavy Industries et Kawasaki Heavy Industries (deux des six plus grands avionneurs japonais), représentent plus que les deux tiers du chiffre d'affaires du secteur (Rogez, 2001). Malgré leur position dominante, aucune de ces deux entreprises ne revête les caractéristiques des champions nationaux qui ont émergés dans les autres pays producteurs d'avions. En effet, l'aéronautique ne représente que 20 % des chiffres d'affaires de ces groupes industriels, ce qui indique que ce secteur n'est prioritaire pour aucun des deux. D'ailleurs, le Japon est le seul, parmi ce groupe de pays développés, n'ayant pas réussi à construire un avion commercial viable. L'unique avion entièrement fait au Japon, le modèle YS-11, un biréacteur régional de 60 places, fut un succès technique, mais un échec commercial. Seul 182 avions ont été produits et le programme a été arrêté en 1973, faute d'avoir pu percer le marché international (Fuhs, 1978). En 2005, JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) a annoncé la

création d'une co-entreprise franco-japonaise dont l'intention est de construire le prototype d'un jet supersonique moins bruyant et consommant moins d'essence que le Concorde, susceptible de prendre forme d'ici 2015 (Young, 2005; JAXA, 2006). Cependant, le Japon n'est pas le seul à avancer dans cette direction, les européens ayant créé, depuis le début des années 1990, European Supersonic Research Program (ESRP), afin de mettre au point une deuxième génération d'avions supersoniques. SNECMA, Rolls-Royce, MTU München et Fiat coopèrent, depuis une vingtaine d'années, pour le développement de son moteur. De son côté NASA a également ses propres projets de jets supersoniques en cours.

La contribution de l'ensemble des autres pays se confine au niveau du 4,2 % restant du chiffre d'affaire mondial du secteur aéronautique. Parmi eux, le Brésil, la Chine, la Russie et Israël sont les joueurs les plus importants. Les marchés visés par les avionneurs de ces pays sont principalement ceux des avions régionaux et/ou militaires. C'est le cas d'Embraer, un leader mondial, qui a été créé en 1969 sous l'initiative du gouvernement brésilien. Ce dernier, même après la privatisation de la compagnie, a continué de lui fournir un soutien solide et presque constant.¹² À part l'appui gouvernemental, l'entreprise brésilienne a pu s'assurer des partenaires européens stratégiques, tels que Dassault Aviation, EADS, SNECMA, et Thales (ce groupe d'entreprises détenant 20 % des actions de la compagnie). D'ailleurs, l'importante vocation militaire des ces actionnaires, laisse entrevoir l'objectif d'Embraer de renforcer sa présence dans ce secteur (Bastid, 2001). Dans l'immédiat, ces partenariats ont permis à Embraer de surmonter la crise difficile qu'il traversa dans les années 1990, provoquée par des manques flagrants, à la fois de

¹² Selon Goldstein (2001), le succès d'Embraer contraste avec l'incapacité de la plupart des pays de l'Amérique Latine d'établir et de conduire vers la réussite de grandes firmes privées et orientées vers l'exportation.

financements et d'approches technologiques adaptées au marché international (Steenhuis et de Bruijn, 2000 ; Cassiolato et al., 2002). Dans le but de se tailler une place importante dans le marché émergeant des pays asiatiques, Embraer vient d'implanter des centres de production et d'assemblage en Chine. À ce jour, Embraer reste le seul producteur d'avions, originaire des pays en développement, ayant couronné avec succès son insertion au marché international.

Pendant la période de la guerre froide, l'industrie aéronautique russe comptait 25 % de la production des avions civils et 40 % de celle des avions militaires. Un million et demi de personnes œuvraient dans ce secteur (Higham et Von Hardesty, 1998). Durant les années 1990, l'industrie s'est effondrée drastiquement. La production est passée de 500 avions et 215 hélicoptères, en 1990 à seulement 4 avions civils, en 2000. Parmi les 300 établissements (désormais privés) de production, centres de design, de recherche et développement, 14, uniquement, étaient rentables en 2000. L'appui du Moscou à l'industrie ne constitue que 7,5 % de son niveau au temps des Soviets. De son côté, la crise profonde que traverse l'industrie du transport aérien, ne fait que ralentir la reprise du secteur aéronautique (Zaitsev, 1999). Au moins 36 compagnies aériennes fermèrent leurs portes en 2001 et 27 en 2002 (U.S. Commercial Service, 2002). L'industrie aéronautique russe est en train de payer un lourd tribut à son passé marqué par l'omniprésence de l'État, la domination du secteur militaire et l'environnement de développement fortement isolationniste. Actuellement l'industrie semble incapable de comprendre et de réagir en fonction des exigences du marché (Mitin et Grabilnikov, 2001). Le gouvernement a formulé un programme de restructuration de l'industrie aéronautique étalé sur deux étapes : procéder d'abord, à une mise à jour et une modernisation des capacités de recherche et de production du pays

(de l'an 2000 à 2005); ensuite entreprendre de nouveaux programmes d'avions (de l'an 2005 en 2010). Ceci étant resté, en majeure partie, lettres mortes, les divers acteurs essayent, tant bien que mal, d'assurer leurs survies par le biais d'alliances avec des partenaires étrangers ou en essayant une insertion dans la chaîne des fournisseurs mondiaux de l'industrie (de Kort et Kluiters, 2003).

Ainsi, Verkhnyaya Salda Metallurgic Plant, un des producteurs majeurs de titane pour l'industrie aéronautique, exporte 70 % de sa production, dont 35 % est destiné directement à des avionneurs tels qu'Airbus et Boeing. Le potentiel humain, hautement qualifié et à faible coût a attiré l'attention, entre autres, de Boeing, Hamilton Sundstrand ou Pratt & Whitney qui ont remis en service des centres de R-D, les deux premiers à Moscou et l'autre à St-Petersburg. Toutefois le gouvernement semble être plus hésitant quant au futur de l'industrie aéronautique russe et ceci s'accompagne de messages forts ambigus. D'un côté il persiste à imposer sa propre vision autarcique et repliée sur le marché domestique. Dans ce sens, il interdit la participation des investisseurs étrangers dans les entreprises aéronautiques russes au-delà d'un seuil de 25 %. Par ailleurs, des barrières douanières, soit un taux d'imposition de 20 % sur toutes les importations dans ce secteur, sont en vigueur. De l'autre côté, selon une annonce récente, la banque russe Vneshtorgbank serait prête à acheter quasi 5 % des actions de l'EADS. (BusinessWeek, 2006). Ceci laisse entrevoir l'intention du gouvernement de récupérer la gloire antérieure de ce secteur et se servir de l'internationalisation pour relancer des champions russes de calibre mondial. Il y a une incompatibilité entre ce que la situation actuelle permet à l'industrie aéronautique russe d'atteindre (trouver une place dans la chaîne globale des fournisseurs) et l'ambition gouvernementale de la grandeur (reproduire des géants à

l'échelle mondiale). Entre temps, faute d'investissements internes et à force de barrer continuellement la route aux investisseurs étrangers, la perspective reste bien sombre pour le secteur aéronautique russe. De plus, l'ambition et la volonté démontrées par la Chine de développer sa propre industrie aérospatiale, exposent au grand risque la Russie, et bien d'autres pays, qui basent leurs avantages compétitifs sur leur main-d'œuvre qualifiée et peu onéreuse.

En effet, alors que la transition en Russie a galvaudé le leadership du pays au sein de l'industrie aéronautique mondiale, la Chine s'applique assidûment à créer et imposer son propre leadership. Le pays a compris que la réussite du processus de son rattrapage est dépendante de sa capacité innovante (Lu, 2000). Une série d'importants changements rapides ont eu lieu en Chine, ce qui a entraîné la transformation du contexte social de l'innovation, l'adoption d'une attitude d'ouverture et l'incitation vers l'apprentissage collectif, la restructuration organisationnelle et celle du marché, et l'impétuosité d'une main-forte gouvernementale soutenant les leviers financiers et institutionnels ainsi que l'infrastructure du changement technologique (Nolan et Zhang, 2003). L'industrie aérospatiale a été choisie comme un des secteurs clés pour le développement d'une base industrielle hautement technologique. Contrairement à la Russie, la Chine a misé beaucoup sur la vaste coopération avec les investisseurs étrangers. Ses alliances avec des partenaires étrangers commencèrent vers la moitié des années 1980, quand McDonnell Douglas, décida d'assembler ses modèles MD-82 et MD-83 en Chine (Nolan et Zhang, 2003). La Chine était supposée réaliser 75 % de la production, mais les accords tombèrent à l'eau en raison de multiples barrières administratives érigées par le American Civil Aviation Administration, lequel n'accepta pas de certifier les productions chinoises.

Sans succès apparent, finirent aussi les accords de la Chine avec Airbus, Fairchild et autres. Airbus se retira de l'alliance face à l'insistance chinoise de devenir responsable pour l'assemblage de divers systèmes de l'avion, tandis que Fairchild a fait faillite. Malgré tout, la Chine continue à apprendre et à former ses compétences dans ce secteur. Elle multiplie les efforts pour attirer d'autres partenaires étrangers. L'énorme marché potentiel est une de ses cartes gagnantes. En 2005, Embraer a décidé d'aller s'installer en Chine, au risque et au péril de préparer son concurrent de demain. Le risque est d'autant plus grand que concret, puisque les brésiliens constatent que les promesses d'achat chinoises tardent d'aboutir à des contrats d'achat (Goldstein, 2005). Pourtant, cela n'arrête pas Airbus, qui dans l'espoir de renverser le règne de Boeing sur le marché chinois, vient de sceller une autre alliance avec ces derniers qui participeront dans le nouveau programme A350. Dans l'éventualité de la relance de son nouveau projet de Série C, Bombardier songe également à un possible partenariat avec la Chine. Toutefois, les experts de l'industrie s'accordent pour dire que l'industrie chinoise n'est pas encore rendue aux compétences lui permettant de s'imposer parmi les leaders mondiaux. Malgré sa détermination, la Chine souffre d'un tissu industriel et institutionnel incapable de fonctionner en dehors d'un cadre régulateur lourd et bureaucratique et d'une politique industrielle inconsistante et opaque (Nolan, 2004; Goldstein, 2005).

D'autres pays ont tenté de développer une industrie aéronautique nationale. C'est le cas de l'Argentine, l'Inde, l'Indonésie, le Corée du Sud et la Turquie. À part quelques percées modestes dans le marché militaire (fortement limité au marché domestique), aucun de ces pays n'a réussi à se doter d'un niveau d'excellence reconnu mondialement. Les études de ces cas de rattrapage ratés révélèrent que l'accumulation des compétences

techniques ou des capacités productives ne sont pas suffisantes pour réussir dans le cas des industries complexes (McKendrik, 1992; Lall, 1998; Steenhuis et Bruijn, 2001).

Ce survol de l'état actuel de l'industrie aéronautique mondiale confirme la domination absolue de la production du secteur par un petit groupe de pays développés, le cas du Brésil étant la seule exception présentement. Cette situation réfute l'hypothèse H2.a qui suggérait la diffusion progressive de la production, lorsque le produit aborde les phases avancées de son cycle de vie. Notre attention sera maintenant tournée vers la diffusion de l'innovation et des connaissances dans l'industrie aéronautique.

Diffusion de l'activité innovante de l'industrie aéronautique

Est-ce que la maturation de l'industrie entraîne l'augmentation de la part des pays en développement dans l'activité innovante de celle-ci ? Pour répondre à cette question, nous avons regroupé tous les brevets de la classe 244 selon le pays de l'inventeur et l'année de l'obtention du brevet. Les données sont présentées dans le tableau 22.

Nous avons choisi de prendre en considération le pays d'origine de l'inventeur plutôt que celui du titulaire du brevet puisque ce dernier peut conduire à des résultats biaisés. En effet, le pays de l'inventeur se réfère à l'emplacement du laboratoire qui a produit l'invention, ce laboratoire peut, éventuellement, appartenir à une filiale de l'entreprise, alors que, le pays du titulaire se réfère le plus souvent à l'endroit dans lequel se trouve le siège social de la compagnie.

La périodisation choisie correspond aux trois phases du cycle de vie de l'industrie aéronautique sur lesquelles nous avons discuté au cours de la deuxième partie de la thèse. Ces trois périodes concordent avec l'émergence de l'industrie (de 1900 à 1944), la croissance (de 1944 à 1975) et la maturité (de 1976 à 2004).

Le tableau met en évidence la localisation de l'innovation dans un petit nombre de pays : seulement 8 pays concentrent 98 % des brevets de l'industrie, depuis que celle-ci existe. De loin, les États-Unis disposent le nombre le plus grand d'inventions aéronautiques ; à eux-seuls ils comptent pour 75 % du total des brevets. Par ailleurs, le tableau révèle la montée et le déclin des autres pays, lors des époques différentes traversées par l'industrie. Ainsi, le nombre de brevets que le Royaume-Uni a obtenu durant les années 1945-1975 est trois fois supérieur que dans la période successive. Par contre, comparativement à la période précédente, de 1976 en 2004, la France et l'Allemagne ont presque doublé le nombre d'inventions aéronautiques. Dans le cas du Japon, ce nombre est passé de 18 à 133 brevets, le pays ne comptant pas pour autant plus que 0,8 % du total des brevets de l'industrie. Avec ses 140 brevets, le Canada se range en cinquième position.

Tableau 22 : Distribution des brevets de la classe 244 selon le pays de l'inventeur, 1900-2004

PAYS DE L'INVENTEUR	1900-1944	1945-1975	1976-2004	TOTAL DES BREVETS	% DU TOTAL DES BREVETS
ÉTATS-UNIS	1737	5846	4245	11828	74,8
GRANDE-BRETAGNE	179	744	216	1139	7,2
ALLEMAGNE	231	261	556	1048	6,6
FRANCE	87	296	571	954	6,0
CANADA	17	65	58	140	0,9
JAPON	1	18	114	133	0,8
SUEDE	8	44	41	93	0,6
ITALIE	11	10	33	54	0,3
AUTRES PAYS	15	68	196	279	1,8
TOTAL DES BREVETS	2286	7352	6038	15676	100

Les pays du reste du monde n'ont obtenu que 2 % des brevets du secteur. Dans ce groupe, figurent les pays industrialisés suivants (avec leur nombre de brevets entre parenthèses) : l'Israël (45), les Pays-Bas (43), l'Australie (20), l'Autriche (15), la Finlande (10). Le nombre des brevets des pays en développement est dérisoire par rapport au total. Mentionnons toutefois la présence de la Corée du Sud (9), l'Afrique du Sud (6) et le Taiwan (4). La Chine, le Chili et le Mexique n'ont qu'un brevet.

Force est de constater que la réalité observée dans le contexte de l'industrie aéronautique ne se conforme pas à l'argument développé par la théorie du cycle de vie du produit et de l'industrie : l'innovation, telle que la production des avions, est restée dans les mains d'un petit groupe de pays développés.

La diffusion des externalités de connaissance

Niosi et Zhegu (2005) ont trouvé que, dans le cas du secteur aéronautique, les externalités de connaissances extra-clusters prévalent sur celles intra-clusters. Mais qui participe et qui bénéficie de ce flux de connaissances ? Est-ce que le flux des externalités de connaissances des pays développés vers les pays en développement a tendance à s'intensifier durant la phase de maturité de l'industrie, comme le prédisent les théories des cycles de vie ?

Pour tester cette hypothèse, nous avons adopté la méthodologie proposée par Jaffe et Trajtenberg (2002), qui mesure la diffusion des externalités de connaissances moyennant l'analyse des citations obtenues par les brevets

concernés. Les indications contenues, autant dans le brevet cité que dans celui qui cite, permettent de mesurer, entre autre, la distance géographique parcourue par les externalités de connaissances. Selon Bozdogan et al. (1998), la majorité des flux de connaissances, dans l'industrie aéronautique se produit à l'intérieur de sa chaîne des fournisseurs. Pour la période entre 1976 et 2004, notre base des brevets aéronautiques de la chaîne des fournisseurs a comptabilisé 21 084 brevets, lesquels ont obtenus 123 592 citations. Ces dernières ont été distribuées en fonction du pays du titulaire du brevet qui cite les brevets aéronautiques. Le tableau 23 a et b réunissent les résultats de cette démarche.

Le périmètre de la diffusion des externalités de connaissances se limite, de nouveau, à un tout petit nombre de pays, dont 11 seulement sont responsables de 98 % des citations. Les citations faites par des brevets d'origine américaine totalisent 72 % du total. Le Japon se place en deuxième position avec 10 %. Parmi les pays nouvellement arrivés dans l'industrie notons la présence de la Corée du Sud et d'Israël, chacun comptant pour 0,4 % du total du nombre des citations.

Tableau 23a : La géographie des titulaires des brevets qui citent les brevets aéronautiques

LE PAYS DU TITULAIRE DU BREVET QUI CITE UN BREVET AERONAUTIQUE	NOMBRE DE CITATIONS FAITES À DES BREVETS AERONAUTIQUES	% DU NOMBRE DE CITATIONS DU PAYS DANS LE NOMBRE TOTAL DES CITATIONS FAITES À DES BREVETS AERONAUTIQUES	% DES CITATIONS EN PROVENANCE DES CITATIONS NATIONALES (FAIT PAR D'AUTRES BREVETS DU MEME PAYS)
ÉTATS-UNIS	89 794	72,7	75,4
JAPON	12 438	10,1	34,2
ALLEMAGNE	5 500	4,5	18,5
FRANCE	5 162	4,2	24,2
GRANDE-BRETAGNE	3 517	2,8	9
CANADA	1 708	1,4	9,4
SUISSE	834	0,7	0
SUEDE	707	0,6	3,8
COREE DU SUD	597	0,5	0
ITALIE	499	0,4	0
ISRAEL	474	0,4	8,9
AUTRES PAYS	2 362	1,9	0

Tableau 23b : La géographie des titulaires des brevets qui citent les brevets aéronautiques

Pays du titulaire des brevets aéronautiques cités	Total des citations reçues	% dans le total des citations	% des citations nationales (faites par d'autres brevets du même pays)	Distribution des brevets qui citent les brevets aéronautiques selon le pays du titulaire du brevet									
				États-Unis	Japon	Allemagne	France	Royaume-Uni	Canada	Suisse	Suède	Corée du Sud	Autres pays
États-Unis	102 973	83,1	75,4	77 628	9 792	3 742	3 233	2 503	1 246	638	552	485	3 154
Royaume-Uni	7 276	5,9	9,0	4 616	741	378	320	657	141	75	33	28	287
France	5 186	4,2	24,2	2 711	448	268	1 255	151	118	39	21	16	159
Allemagne	4 325	3,5	18,5	2 337	525	802	187	108	98	28	64	26	150
Japon	1 270	1,0	34,2	595	434	82	29	18	6	19	4	25	58
Italie	1 005	0,8	0,0	469	251	94	58	13	11	3	10	11	85
Canada	673	0,5	9,4	451	64	23	20	25	63	9		2	16
Pays-Bas	490	0,4	9,2	242	50	43	18	11	7	9	2	1	107
Suède	262	0,2	3,8	157	40	20	13	12	1	3	10		6
Israël	179	0,1	8,9	114	23	4	6	2			2	1	27
Suisse	138	0,1	0,0	73	10	12	6	2	4	9	2		20
Australie	95	0,1	0,0	59	15	5	2	6				1	7
Autriche	33	0,0	3,0	22	7	1							3
Afrique du Sud	17	0,0	0,0	10	2	1		1			3		0
Corée du Sud	13	0,0	0,0	7	3		1				1		1
Belgique	11	0,0	0,0	9			1						1
Total	123 946	100,0		89 500	12 405	5 475	5 149	3 509	1 695	832	704	596	4 081

Le tableau 25 peaufine l'analyse des externalités de connaissances en faisant le lien entre les entreprises qui ont obtenu les brevets aéronautiques et les pays des brevets qui ont cité ces brevets. La majorité (75 %) des citations des brevets de Boeing provient des brevets d'origine américaine. Ces brevets raflent le nombre le plus important de citations (20 % du total). Le positionnement du Japon en deuxième place s'explique avec la spécificité de la politique technologique du pays, consistant à suivre (et imiter) de près le progrès technologique des meilleurs. La Corée du Sud semble avoir adopté la même attitude, quoique ce pays ait eu des résultats nettement plus modestes que le Japon.

Les trois directions de notre analyse, en l'occurrence, la diffusion de la production, de l'activité innovante et des externalités de connaissances dans l'industrie aérospatiale, ont rejeté les arguments apportés par la théorie du cycle de vie du produit et de l'industrie. Dans les trois niveaux d'analyse, les données ont apporté l'évidence d'une concentration persistante de l'activité dans un nombre restreint de pays développés, tout au long de la vie de l'industrie. Les hypothèses H2a, H2b et H2c, formulées sur la base des théories du cycle de vie de produit et de l'industrie, sont rejetées. Même si le flux de connaissances est considérable, il se limite également dans le même groupe de pays développés. Pourquoi la diffusion de l'innovation vers les pays en développement tarde à se faire, surtout qu'un certain nombre d'entre eux ont tenté d'établir une industrie aéronautique nationale ?

Tableau 24 : La géographie des citations des principaux inventeurs de l'industrie aéronautique

NOM DU TITULAIRE DU BREVET CITE	TOTAL DES BREVETS AERONAUTIQUES	TOTAL DES CITATIONS REÇUES POUR LES BREVETS AERONAUTIQUES	PAYS DU TITULAIRE DU BREVET QUI CITE LES BREVETS AERONAUTIQUES (POUR LA PERIODE 1976-2004)							COREE DU SUD
			ÉTATS-UNIS	JAPON	ALLEMAGNE	CANADA	FRANCE	COREE DU SUD		
BOEING	4 335	25 937	19 447	2 168	1 124	245	1 064	84		
GENERAL ELECTRIC	2 260	15 692	12 064	1 041	499	258	609	37		
HUGHES AIRCRAFT CO.	835	9 648	7 260	1 245	205	110	193	106		
SUNDSTRAND	828	6 827	5 307	620	207	77	173	26		
SPERRY	629	5 414	3 993	693	252	55	111	23		
HONEYWELL	859	4 162	3 050	467	105	40	203	20		
LOCKHEED MARTIN	1 396	3 956	3 093	339	107	54	61	52		
GRUMMAN AEROSPACE CORP.	291	2 462	1 866	213	82	36	84	7		
SMITHS INDUSTRIES	361	2 269	1 606	242	76	31	50	10		
NORTHROP	554	2 192	1 661	153	119	38	51	3		
DUNLOP	347	1 899	1 062	313	127	19	87	11		
ALLIEDSIGNAL	344	1 803	1 352	166	74	29	38	10		
GOODRICH	347	1 659	1 325	96	62	12	79			
ROLLS-ROYCE	389	1 654	1 069	52	68	71	114	2		
THOMSON-SEXTANT	225	1 566	891	203	76	16	265	5		
LITTON	150	1 255	947	109	33	15	27	5		
TRW	164	1 213	976	96	36	12	22	6		

8.2 Les déterminants de l'innovation : les dynamiques industrielles et les institutions de soutien

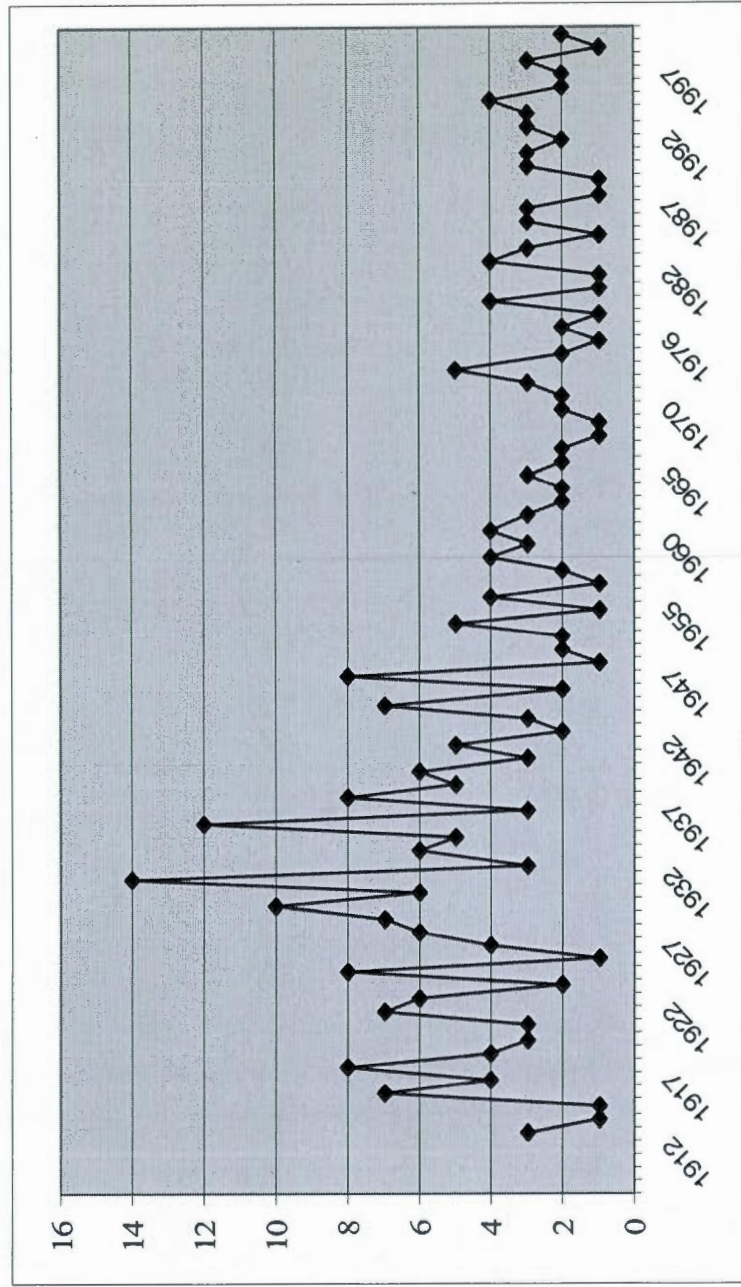
Quels sont les déterminants du changement technologique? Selon Malerba (2002, 2005), l'innovation est influencée par l'effet simultané des caractéristiques de la connaissance et de la technologie, des acteurs et de la nature de leurs interactions et des institutions de soutien. Comment mesurer l'effet de ces facteurs dans le contexte de l'industrie aéronautique ?

8.2.1 Les dynamiques industrielles et la structure de l'industrie aéronautique

Divers auteurs ont noté que l'émergence d'une industrie est caractérisée par de fortes turbulences consistant dans un nombre élevé d'entreprises qui entrent ou qui quittent le secteur (Klepper et Simons, 2000). Est-ce le cas de l'industrie aéronautique? La figure 28 montre la fréquence annuelle des entrées de nouveaux producteurs d'avions.

La figure 28 représente le nombre de nouveaux producteurs d'avions par année. Aux États-Unis, aucune grande compagnie n'a été créée et survécue après la deuxième guerre mondiale; à l'exception de l'entreprise brésilienne Embraer, fondée en 1969, tous les autres constructeurs d'avions ayant pu percer le marché mondial ont été créés avant la Deuxième Guerre Mondiale. Comme nous avons eu l'occasion de voir dans les chapitres précédents, la guerre a marqué la fin de la période de turbulence celle-ci ayant été caractérisée par un nombre élevé d'entrées et de sorties des entreprises.

Figure 28 : Le nombre de nouveaux producteurs d'avions, 1912-2000



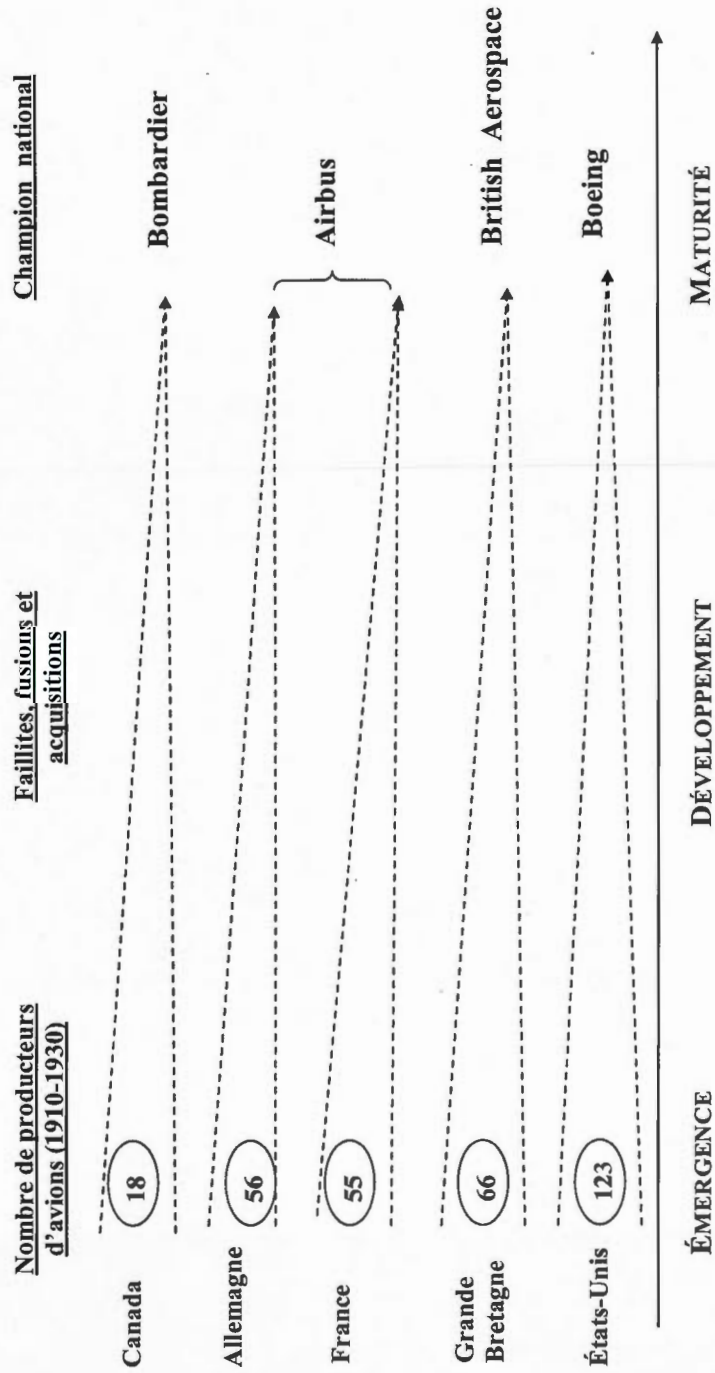
Les informations pour ce tableau ont été tirées des sources suivantes:

- Jane's All the World Aircraft. Diverses éditions.
- David Mondey, Michael Taylor (2002). L'encyclopédie illustrée de l'aviation, Paris : EDDL.

La tendance la plus présente, parmi les entreprises ayant survécu la période de l'après-guerre, est celle de la contraction (un nombre élevé d'entreprises sortantes et réduction du nombre des entreprises nouvellement entrées) suivie d'une forte concentration du nombre des entreprises restantes. La concentration, comme nous avons déjà vu, a été un phénomène qui a marqué l'ensemble des principaux pays aéronautiques du monde. Ainsi, partout, l'industrie est passée d'une situation imprégnée par la présence et la concurrence entre plusieurs constructeurs vers une situation privilégiant un champion national. La figure 29 montre l'ampleur et aussi la temporalité de ce processus. Dans le cas des États-Unis, durant la période de l'émergence plus d'une centaine d'entreprises ont vu le jour, alors que Boeing est actuellement le seul avionneur civil du pays. Les faillites, les fusions et les acquisitions ont aussi réduit le nombre des avionneurs du Royaume-Uni où, parmi 66 constructeurs en fonction durant l'émergence de l'industrie, British Aerospace est le seul survivant. La France et l'Allemagne ont conjugué le processus de consolidation des entreprises nationales avec le processus d'intégration transnationales de celles-ci, ce qui donna lieu à la création d'Airbus. Par ailleurs, d'une vingtaine de constructeurs ayant existé durant les années de l'avant-guerre, suite à un long processus de concentration entrepris par l'industrie aéronautique canadienne, un seul champion national, Bombardier, a survécu.

En se basant sur ce qui précède, il est possible de conclure que tel que stipulé par l'hypothèse H4, la séquence émergence-croissance-maturité représente adéquatement les dynamiques de l'industrie aéronautique.

Figure 29 : Shakeout et concentration de l'industrie aéronautique



8.2.2 Turbulences et concentration au sein des entreprises aéronautiques innovantes

Nous avons aussi observé les turbulences caractérisant le nombre des entreprises innovantes de l'industrie aéronautique au cours du cycle de vie de l'industrie. Les tableaux 25 (a), (b) et (c) apportent une image d'un groupement d'entreprises innovantes plutôt mouvant. Ainsi il est possible de remarquer que le nombre de sorties après la période de la croissance est plus grand que celui de sorties à la fin de la phase de l'émergence. Remarquons toutefois que le pourcentage des entrées nettes et plus élevées lors de la croissance de l'industrie et que ce pourcentage diminue lors de la période de maturité. Seulement 31 entreprises (7 % du nombre total des entreprises innovantes) ont survécu tout au long du cycle de vie de l'industrie.

Tableau 25 : Nombre d'entreprises innovatrices de la classe 244, selon le cycle de vie de l'industrie, 1900-2000

(a) le nombre d'entrée et de sortie des innovateurs

Phase du cycle de vie industriel	Nombre d'innovateurs de chaque période	Le nombre d'entrées de nouveaux innovateurs	Le nombre de sorties des innovateurs de la période précédente	Le nombre d'innovateurs ayant survécus de la période précédente	Inventeurs ayant obtenu des brevets durant les 3 périodes)
Émergence	563	563			
Croissance	743	659	480	83	
Maturité	803	681	621	122	31

(b) le taux d'entrée (le nombre d'entrées sur le nombre total des inventeurs)

Phase du développement de l'industrie	% d'innovateurs	% d'entrée de nouveaux innovateurs	% de sortie des innovateurs de la période précédente	% des innovateurs ayant survécus de la période précédente	% des inventeurs ayant obtenu des brevets durant les trois périodes)
Émergence	100	100			
Croissance	100	89	65	15	
Maturité	100	85	77	15	6

c) l'entrée nette des entreprises innovantes selon les périodes du cycle de vie

Phase du développement de l'industrie	Nombre d'innovateurs	Nombre d'entrées nettes (entrée - sortie)	% d'entrées nettes (entrée - sortie)
Émergence	563	563	100
Croissance	743	179	24
Maturité	803	60	7

8.2.3 Les institutions de soutien de l'innovation

Qu'est-ce qui explique la réussite et la domination américaine en termes d'innovation aéronautiques ? Le tableau 26 représente les innovateurs les plus importants de l'industrie aéronautique, de 1900 à 2004. Pour cela, les brevets aéronautiques (les brevets de la classe 244) ont été repartis en fonction de leur titulaire et de la date de leur approbation. Parmi les 2 030 inventeurs de l'industrie, 23 uniquement ont obtenu plus de 100 brevets. Ce petit groupe totalise 50 % du nombre total des brevets de l'industrie; les plus grandes entreprises aéronautiques, tels que Boeing, Curtiss-Wright, Lockheed et autres, en font partie. Or, ce qui frappe dans ce tableau est le fait que tous ces chefs de file de l'industrie soient loin d'égaliser la part des brevets obtenus par le Gouvernement des États-Unis lequel occupe la première place dans cette classification en cumulant 13 % du total des brevets. Notons que ceci ne reflète que la partie du financement public de la recherche qui est canalisé vers les laboratoires publics de recherche les brevets desquels ont automatiquement comme titulaire le gouvernement. Or, une partie du financement public de la recherche est versé directement aux entreprises et il se traduit en brevets obtenus par ces-dernières. La part du financement public de la R-D aéronautique est donc encore plus substantielle de ce que nos données laissent entrevoir. Dans son rapport final, The Commission for the Future of the United States Aerospace Industry fait état de

Tableau 26 : Les inventeurs les plus importants de la classe 244, 1900-2004

NOM DU TITULAIRE	TOTAL DES BREVETS 1900-2003	NOMBRE DE BREVETS OBTENUS DURANT L'EMERGENCE 1900-1944	NOMBRE DES BREVETS OBTENUS DURANT LA CROISSANCE 1945-1975	NOMBRE DE BREVETS OBTENUS DURANT LA MATURITE 1976-2003	% SUR LE TOTAL DES BREVETS DE LA CLASSE 244	PAYS DU TITULAIRE
THE GOVERNMENT OF THE UNITED STATES	2 019	44	1 288	687	12,7	ÉTATS-UNIS
BOEING	1 077	44	269	764	6,8	ÉTATS-UNIS
CURTISS-WRIGHT CORPORATION	443	290	151	2	2,8	ÉTATS-UNIS
LOCKHEED AIRCRAFT CORPORATION	433	9	233	191	2,7	ÉTATS-UNIS
SPERRY CO	342	74	251	17	2,2	ÉTATS-UNIS
THE BENDIX CORPORATION	323	46	273	4	2,0	ÉTATS-UNIS
NORTHROP CORPORATION	290	9	186	95	1,8	ÉTATS-UNIS
HUGHES AIRCRAFT COMPANY	275	3	34	238	1,7	ÉTATS-UNIS
HONEYWELL	238		201	37	1,5	ÉTATS-UNIS
MCDONNELL DOUGLAS CORPORATION	227	1	80	146	1,4	ÉTATS-UNIS
GENERAL ELECTRIC COMPANY	223	10	111	102	1,4	ÉTATS-UNIS
SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE AEROSPATIALE (AIRBUS)	424		13	411	2,7	FRANCE
NORTH AMERICAN AVIATION	206	5	201		1,3	ÉTATS-UNIS
BRITISH AEROSPACE PUBLIC LIMITED COMPANY	186		60	126	1,2	G.-BRETAGNE
B.F. GOODRICH COMPANY	163	28	55	80	1,0	ÉTATS-UNIS
MESSERSCHMITT A.G.	152		42	110	1,0	ALLEMAGNE
THE GOODYEAR TIRE & RUBBER COMPANY	151	61	87	3	1,0	ÉTATS-UNIS
ROLLS-ROYCE LIMITED	149		104	45	0,9	G.-BRETAGNE
BELL AEROSPACE CORPORATION	147	27	92	28	0,9	ÉTATS-UNIS
GENERAL DYNAMICS CORPORATION	135		57	78	0,9	ÉTATS-UNIS
UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION	134			134	0,8	ÉTATS-UNIS
GLENN L. MARTIN COMPANY	105	49	56		0,7	ÉTATS-UNIS
TOTAL DES BREVETS	15 676	2 286	7 352	6 038	100,0	ÉTATS-UNIS

l'existence dans ce pays de 34 départements et agences du gouvernement fédéral ainsi que de 75 comités du Congrès américain investis de pouvoir et de responsabilité à l'égard de l'industrie aéronautique (voir la liste complète dans l'annexe D, page 360 et l'annexe E, page 365). Les acteurs clés de cet ensemble institutionnel sont : le Department of Defence (DOD), le Department of Commerce, le Department of Energy, Federal Aviation Administration et la NASA. Selon Lawrence (2001), pendant la période de 1992 à 1997, des recherches d'une valeur de 7,3 et 3,4 milliards de dollars, réalisées respectivement par la NASA et de le DOD, auraient été destinées à l'industrie aéronautique civile américaine. Les premières entreprises non-américaines qui font partie du classement des innovateurs les plus importants de l'industrie aéronautique sont également des entreprises publiques; il s'agit de la Société Nationale Industrielle Aérospatiale (l'ancêtre d'Airbus) et de British Aerospace.

Les brevets aéronautiques des laboratoires gouvernementaux sont repartis géographiquement entre 36 États américains. Cependant seulement 15 d'entre eux sont responsables de 95,3 % des brevets aéronautiques du gouvernement, alors que 62 % de ceux-ci revient à cinq états, à savoir le Connecticut (18 %), la Californie (14,4 %), le Maryland (14,1 %), la Virginie (7,9 %) et la Pennsylvanie (7,7 %).

Un autre aspect qui attire l'attention dans ce tableau est le changement du rôle du gouvernement dans l'activité innovante de l'industrie, en fonction du cycle de vie de celle-ci. Ainsi, lors de la période de l'émergence de l'industrie, de 1905 à 1944, les brevets aéronautiques dont le gouvernement est le titulaire ne représentent que 1,9 % du total, alors que ce chiffre se situe au niveau de 17 % lors de la période suivante. S'il est donc certain que l'appui gouvernemental à la R-D a constitué l'atout

majeur de l'industrie aéronautique américaine, cet appui est loin d'être une constante. Comment ce changement a-t-il influencé l'évolution des diverses régions aéronautiques ? Est-il nécessaire et suffisant principalement lors de la phase de lancement d'un cluster aéronautique ou est-il un facteur de développement régional dont la persistance est indispensable à la viabilité du cluster ? Par la suite nous allons plus en profondeur du rapport entre le gouvernement et les régions aéronautiques. Cependant, à ce point il nous est possible de conclure que tel que stipule l'hypothèse H3, la présence d'institutions de soutien, publiques ou privées, est un élément explicatif déterminant de la croissance et de l'évolution du système national d'innovation aéronautique. Bien que de nombreux pays aient ambitionné l'implantation d'une industrie aéronautique nationale fleurissante, aucun d'entre eux (à l'exception du Brésil, et peut être de la Chine) n'a pas été capable d'offrir un appui comparable à celui que nous venons de voir, ce qui explique pourquoi l'industrie aéronautique est restée l'apanage d'un nombre si restreint de pays très développés.

8.3 Les systèmes d'innovation et les firmes d'ancrage

Comme nous venons de voir le gouvernement et les grandes entreprises sont les acteurs plus importants en termes d'innovation dans l'industrie aéronautique. Quel est leur rapport avec les régions aéronautiques et comment ce rapport évolue-t-il ? Une de nos hypothèses de travail suggère que la présence dans une région d'une firme d'ancrage affecte considérablement l'activité innovante de cette région. Cette section de la thèse vise à apporter des arguments en faveur de ce positionnement.

8.3.1 Quelles sont les régions aéronautiques innovantes ?

Afin de répondre à cette question les brevets aéronautiques ont été distribués en fonction de l'état de l'inventeur et de la période du cycle de vie de l'industrie auquel ils appartiennent. Comme montré dans le tableau 27 quelques vingt-cinq états ont obtenus 1 % et plus du nombre total des brevets aéronautiques, cependant seulement cinq clusters sont responsables de 56 % des brevets : la Californie (22 %); New York (13 %), Washington (8 %), Ohio (8 %) et New Jersey (5 %). Ceci laisse entrevoir une concentration géographique importante. Ce phénomène est également très présent si l'analyse se fait à l'échelle des régions métropolitaines de recensement (dans à l'intérieur des états). Ainsi, les régions métropolitaines suivantes représentent:

Los Angeles-Long Beach-Santa Ana	77% des brevets de la Californie
Seattle-Tacoma-Bellevue	97 des brevets de Washington
Baltimore-Towson	56% des brevets de Maryland
Minneapolis-St. Paul-Bloomington	96% des brevets de Minnesota
New York-Northern/New Jersey-Long Island	70% des brevets de NY et NJ
Philadelphia-Camden-Wilmington	80% des brevets de la Pennsylv.
Dallas-Fort Worth-Arlington	74% des brevets de Texas

La figure 30 montre l'évolution de la géographie des brevets aéronautiques. Lors de la phase de l'émergence de l'industrie, la partie Nord-Est des États-Unis a concentré 75 % des brevets de cette période qui selon les états se distribue de la façon suivante : New York (43 %), Ohio (12 %), Michigan (5 %), New Jersey (4 %), Pennsylvanie (4 %), Connecticut (4 %) et Maryland (4 %). L'État de Washington ne dispose que 3 % des brevets.

Durant la période de la croissance, c'est la Californie qui prend la tête du peloton des régions innovantes avec 25 % du total des brevets aéronautiques. De son côté, la part de New York se réduit à 11%. Ces deux tendances, la croissance de la part de la Californie (27 %) et le déclin de celle de New York (4 %), se poursuivent lorsque l'industrie franchit sa période de maturité. Washington (15 % des brevets) est devenu le deuxième centre le plus important, suivi du Texas (6 %). Les changements de la géographie des brevets aéronautiques coïncident avec ceux qui représentent l'évolution de la géographie des clusters aéronautiques.

De son côté, le tableau 28 regroupe les clusters aéronautiques en fonction de leurs performances : le premier groupe inclut les régions dont l'activité innovante lors du cycle de vie industriel a connu une croissance. Le deuxième groupe réunit les régions qui ont vu décliner leurs parts dans le volume des brevets aéronautiques. Dans le cas des états de New Jersey, Connecticut, Maryland et Minnesota, il a y une augmentation de l'activité lors de la deuxième période du cycle de vie de l'industrie, mais cette part décline lors de la période de la maturité. Par contre, dans le cas de New York, Ohio, Pennsylvanie et Michigan le déclin persiste autant lors de la phase de la croissance industrielle que lors de la maturité.

Il est certain que la forte concentration qui a eu lieu dans le secteur aéronautique, a investi les grandes entreprises d'un pouvoir déterminant vis-à-vis des dynamiques de l'industrie et de ces régions. Par la suite l'analyse se penche sur l'évolution des rapports entre les grandes entreprises et les régions aéronautiques.

Figure 30 : Cycle de vie industriel et géographie des brevets aéronautiques
(la classe 244), 1905-2004

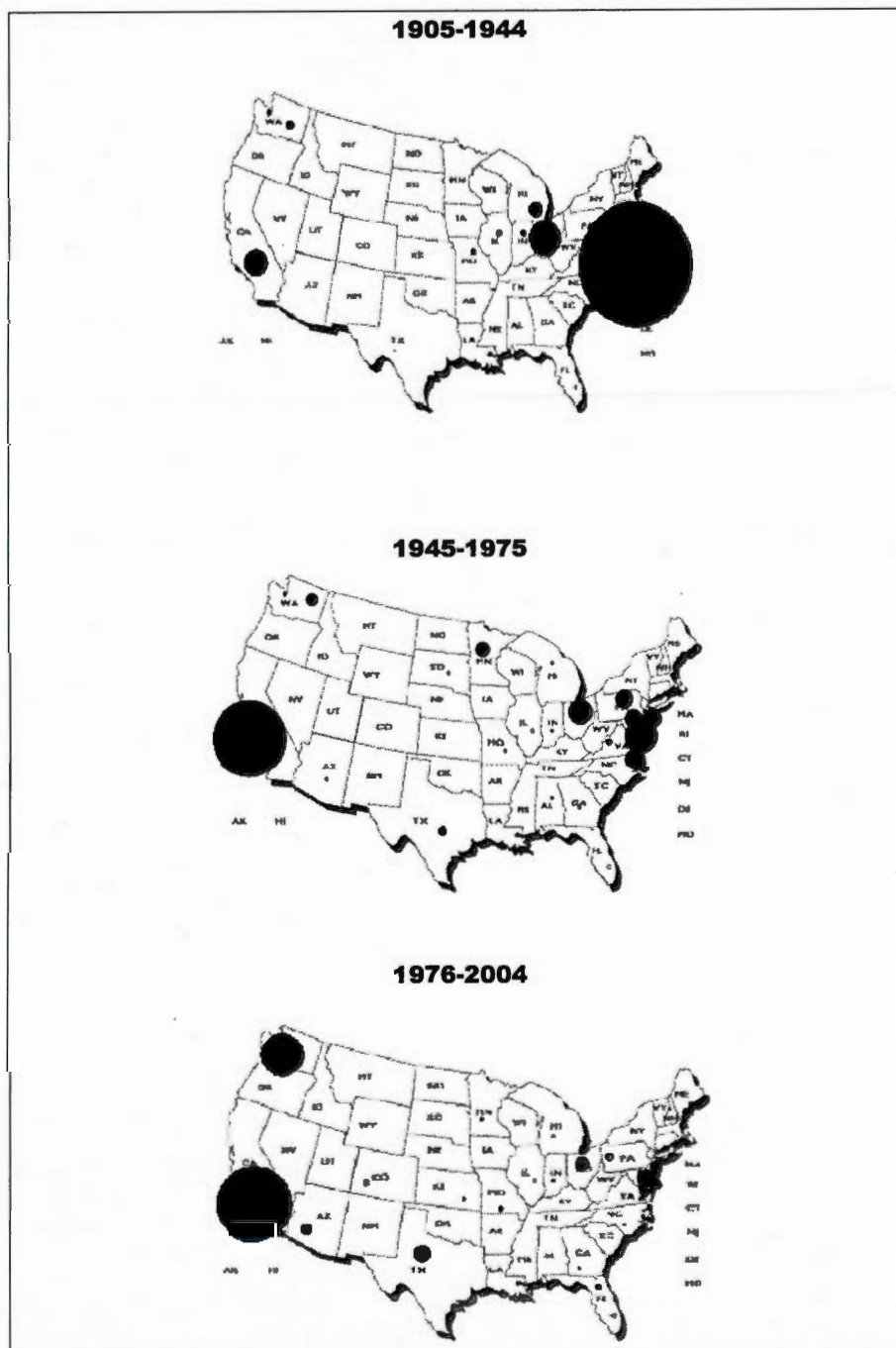


Tableau 28 : La distribution géographique des brevets aéronautiques durant la période 1903-1944

	État de l'inventeur	% dans le total des brevets de la période				Croissance / déclin
		1900-2003	1905-1944	1945-1975	1976-2004	
	Clusters en croissance					
1	CALIFORNIE	22	9	25	27	croissance
2	WASHINGTON	8	3	4	15	croissance
3	TEXAS	4	0	3	6	croissance
4	VIRGINIA	3	0	2	4	croissance
5	MASSACHUSETTS	2	1	2	3	croissance
6	ARIZONA	2	0	1	4	croissance
7	ALABAMA	2	0	1	3	croissance
8	FLORIDA	1	0	1	2	croissance
	Clusters en déclin					
1	NEW YORK	13	43	11	4	déclin
2	OHIO	8	12	8	5	déclin
3	PENNSYLVANIE	5	4	6	3	déclin
4	MICHIGAN	2	5	1	1	déclin
5	NEW JERSEY	5	4	7	3	croiss./déclin
6	CONNECTICUT	5	4	6	4	croiss./déclin
7	MARYLAND	5	4	6	3	croiss./déclin
8	MINNESOTA	3	0	5	1	croiss./déclin

8.3.2 Les firmes d'ancrage et les régions aéronautiques innovantes

Comment expliquer la croissance et le déclin des clusters aéronautiques ? Nous supposons que la présence dans une région d'une firme d'ancrage attire dans cet endroit d'autres entreprises innovantes qui opèrent dans le même secteur ou dans des secteurs reliés. Qu'est-ce que c'est une firme d'ancrage ? Nous retenons ici la conception de Agrawal et Cockburn (2002) et Feldman (2003) selon laquelle une firme d'ancrage est une grande entreprise, marché de produits et source considérable d'externalités de connaissance, ce qui attire dans le même endroit d'autres acteurs intéressés à en bénéficier. La firme d'ancrage est donc une grande entreprise qui occupe une position dominante dans l'activité de son secteur et dont la présence dans une région attire d'autres entreprises ou institutions reliées à son type d'activité industrielle.

Qui peut devenir une firme d'ancrage ? Les tableaux suivants (tableau 29 de (a) à (d) illustrent le phénomène d'ancrage dans les clusters aéronautiques. Deux types d'ancres ont émergé au cours de l'évolution de l'industrie : les grandes entreprises et le gouvernement. Ainsi, Douglas Aircraft, Curtiss Wright, Boeing ou Goodyear et B.F. Goodrich sont devenus des firmes d'ancrage respectivement des clusters de la Californie, de New York, de Seattle et d'Ohio. Ailleurs, c'est la présence gouvernementale qui a donné le coup d'envoi à certains clusters, tels que celui de Connecticut ou du Texas. Dans tous les cas, les ancres ont le nombre le plus important de brevets durant la période qui les a vu émerger. La dernière ligne de chacun de ces tableaux représente le nombre d'inventeurs du cluster pour la décennie concernée. Ce nombre laisse entrevoir l'effet de l'activité innovante de la firme d'ancrage sur le nombre d'innovateurs des périodes successives du cluster. D'autres grandes entreprises (telles que Consolidated Vultee, Lockheed, North American)

suivent le choix de Douglas et s'installent en Californie. Généralement, le nombre d'innovateurs a augmenté au cours des décennies qui suivent l'entrée de l'innovateur-ancre (H.6.a). Ainsi, il y avait uniquement 7 entreprises innovatrices californiennes pendant les années de 1920 à 1929; elles sont devenues 30 au cours de la décennie suivante. A New York, suite à l'entrée de Curtiss Wright le nombre d'innovateurs est passé de 17 à 42. La même tendance s'avère en Ohio, où il n'y avait que quatre entreprises innovantes durant les années de 1910 à 1919, alors que, dix ans plus tard, on comptait 19 titulaires de brevets.

Comment évoluent les relations de la firme d'ancrage avec le cluster ? L'analyse de l'évolution de ce rapport dans le contexte de l'industrie aéronautique nous fait conclure que :

- La croissance ou le déclin de la firme d'ancrage d'une région conduit vers la croissance ou le déclin de l'activité innovante de cette région (H6.b). Dans tout les cas des clusters étudiés le ralentissement ou le retrait de l'activité innovante (ou de l'activité aéronautique) de la firme d'ancrage entraîne le déclin de l'activité innovante aéronautique de la région. Ainsi le déclin de Curtiss Wright a sonné le début du déclin du cluster new-yorkais. Le nombre de brevets et d'innovateurs a diminué lors des décennies successives. Le même phénomène est visible dans le cluster de Connecticut, où la réduction des brevets aéronautiques du gouvernement a été suivie par le déclin du nombre d'entreprises innovatrices de la région qui est passé de 20 entreprises ayant obtenues des brevets aéronautiques entre 1961 et 1970, à seulement 4 pendant la décennie suivante.

- La propension à breveter d'une région est positivement reliée au nombre de firmes d'ancrage qui sont présentes dans cette région(H.6.c). Même si la région de Seattle accueille le plus grand avionneur au monde, la région traîne derrière la Californie en termes de brevets aéronautiques. Le nombre d'innovateurs de cette dernière est également plusieurs fois supérieur à celui de Seattle. Si la présence de Boeing a contribué à propulser Seattle en deuxième position, le déclin de McDonnell Douglas n'a pas entraîné le déclin du système d'innovation californien, puisque la présence dans celui-ci d'autres grandes firmes a contribué grandement à amortir les effets négatifs. Ainsi un cluster multi-ancrage est plus résilient que celui dépendant d'une unique firme d'ancrage.

Tableau 29 a) : Les rapports entre les clusters et les firmes d'ancrage, le cluster de Californie

NOM DU TITULAIRE DU BREVET	1900-1909	1910-1919	1920-1929	1930-1939	1940-1949	1950-1959	1960-1969	1970-1979	TOTAL	%DU TOTAL
1 THE GOVERNMENT OF THE UNITED STATES					3	22	88	79	192	12,3
2 LOCKHEED AIRCRAFT CORPORATION					27	70	83	9	189	12,1
3 NORTHROP CORPORATION				7	11	130	31	8	187	12,0
4 NORTH AMERICAN AVIATION					14	68	88		170	10,9
5 DOUGLAS AIRCRAFT COMPANY, INC.			1	10	24	25	20		80	5,1
6 RYAN AERONAUTICAL CO.					4	1	52	3	60	3,9
7 MCDONNELL DOUGLAS CORPORATION							13	43	56	3,6
8 GENERAL DYNAMICS CORPORATION						4	36	8	48	3,1
9 CONSOLIDATED VULTEE AIRCRAFT CO.				3	30	10			43	2,8
10 LEAR, INCORPORATED					3	5	15	17	40	2,6
11 HUGHES AIRCRAFT COMPANY					3	9	8	15	35	2,2
12 HILLER AIRCRAFT COMPANY, INC.						5	17		22	1,4
13 TRW INC.							11	11	22	1,4
14 NORTH AMERICAN ROCKWELL CORP.							15	4	19	1,2
15 THE BENDIX CORPORATION				2	3	3	3	3	14	0,9
Nombre total des brevets	1	11	24	49	146	395	665	266	1 557	
Nombre de firmes innovantes	1	9	7	30	29	42	101	46		

Tableau 29 b) : Les rapports entre les clusters et les firmes d'ancrage, le cluster de New York

	NOM DU TITULAIRE DU BREVET	ANNEE DE L'OBTENTION DU BREVET										TOTAL	%DU TOTAL	
		1911-1920	1921-1930	1931-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980						
1	CURTISS-WRIGHT CORPORATION	85	63	104	57	13							322	24,3
2	SPERRY CO	4	11	42	38	96	32						223	16,8
3	BELL AEROSPACE CORPORATION			5	36	27	22						90	6,8
4	REPUBLIC AVIATION CORPORATION				23	31	1						55	4,2
5	THE GOVERNMENT OF THE UNITED STATES	1	1	2	6	11	20	4					45	3,4
6	GENERAL ELECTRIC COMPANY			3	5	17	14	1					40	3,0
7	THE BENDIX CORPORATION			2	1	14	7						24	1,8
8	BURNELLI AIRCRAFT CORPORATION		10	13									23	1,7
9	IRVING AIR CHUTE COMPANY, INC.		2	15	2	2							21	1,6
10	FAIRCHILD INDUSTRIES		4	1	3		6	6					20	1,5
11	SEVERSKY AIRCRAFT CORPORATION			15	2								17	1,3
12	FRIEDER				4	12							16	1,2
13	SIKORSKY AIRCRAFT CORPORATION			14									14	1,1
14	M. STEINTHAL & CO., INC.					1	12						13	1,0
15	BREWSTER AERONAUTICAL CORPORATION			1	9								10	0,8
	Nombre total des brevets	118	167	315	243	285	171	25					1 324	
	Nombre de firmes innovantes	17	42	54	48	40	40	13						

Tableau 29 c) : Les rapports entre les clusters et les firmes d'ancrage, le cluster de Seattle

NOM DU TITULAIRE DU BREVET	ANNEE DE L'OBTENTION DU BREVET										TOTAL
	1913-1922	1923-1932	1933-1942	1943-1952	1953-1962	1963-1972	1973-1982				
BOEING	3	14	23	19	87	63	39				248
THE GOVERNMENT OF THE UNITED STATES			1			2	3				6
NORTHROP CORPORATION					2	1					3
POSITIVE FLIGHT CONTROL, INC.						2					2
LEAR, INCORPORATED						2					2
WATKINS APPLIANCE COMPANY, INC.		1									1
U. S. AVIATION CORPORATION						1					1
THE FOX COMPANY	1										1
SUNDSTRAND CORPORATION						1					1
STINSON AIRCRAFT CORPORATION							1				1
SIRIUS CORPORATION			1								1
ROBERTSON AIRCRAFT						1					1
RESEARCH CORPORATION				1							1
R. C. STRUBLE COMPANY, INC.		1									1
JACK & HEINTZ PRECISION INDUSTRIES, INC.				1							1
HARDMAN AEROSPACE						1					1
GENERAL MOTORS CORPORATION					1						1
FAIRCHILD INDUSTRIES						1					1
CURTISS-WRIGHT CORPORATION				1							1
AIRWAYS PATENT CORPORATION		1									1
AEROCAR, INC.					1						1
AERITALIA							1				1
Total des brevets	4	18	27	22	91	77	45				284
Nombre de firmes innovantes	2	5	4	4	4	11	5				

Tableau 29 d) : Les rapports entre les clusters et les firmes d'ancrage, le cluster de Connecticut

NOM DU TITULAIRE DU BREVET	ANNEE DE L'OBTENTION DU BREVET										%DU TOTAL
	1911-1920	1921-1930	1931-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	TOTAL			
THE GOVERNMENT OF THE UNITED STATES			16	67	63	69	24	239	59,9		
KAMAN AIRCRAFT CORPORATION					4	37	2	43	10,8		
PIONEER AEROSPACE				14	5	4	1	24	6,0		
CHANCE VOUGHT CORPORATION			1		8			9	2,3		
SIKORSKY AIRCRAFT CORPORATION			8					8	2,0		
DOMAN HELICOPTERS, INC.					3	3		6	1,5		
EAST HARTFORD						6		6	1,5		
CAIRNS DEVELOPMENT COMPANY		2	2					4	1,0		
CHANDLER EVANS INC.						1	3	4	1,0		
CURTISS-WRIGHT CORPORATION			2	1				3	0,8		
GENERAL SCIENTIFIC PROJECTS, INC.					3			3	0,8		
Nombre total des brevets	4	4	35	87	99	140	30	399			
Nombre de firmes innovantes	4	2	11	8	15	20	4				

Tableau 29 e) : Les rapports entre les clusters et les firmes d'ancrage, le cluster de Ohio

NOM DU TITULAIRE DU BREVET	ANNEE DE L'OBTENTION DU BREVET										TOTAL	%DU TOTAL
	1910-1919	1920-1929	1930-1939	1940-1949	1950-1959	1960-1969	1970-1979					
THE GOODYEAR TIRE & RUBBER COMPANY	6	37	14	3	25	44	9				138	20,2
B.F. GOODRICH COMPANY	5	2	5	40	13	10	3				78	11,4
THE GOVERNMENT OF THE UNITED STATES				1	11	28	22				62	9,1
CLEVELAND PNEUMATIC INDUSTRIES, INC			5	11	10	32					58	8,5
GENERAL ELECTRIC COMPANY						34	5				39	5,7
CURTISS-WRIGHT CORPORATION		1		11	26						38	5,6
NORTH AMERICAN AVIATION					2	29					31	4,5
DAYTON-WRIGHT COMPANY		25									25	3,7
THE BENDIX CORPORATION				9	7		2				18	2,6
GLENN L. MARTIN COMPANY		4	10								14	2,0
THOMPSON PRODUCTS, INC.				1	6	7					14	2,0
ZEPPELIN-WERKE LINDAU, GESELLSCHAFT MIT BESCHRANKTE.		13									13	1,9
GENERAL MOTORS CORPORATION				2	7	1					10	1,5
WACO AIRCRAFT COMPANY			4	5	1						10	1,5
Nombre total des brevets	15	96	60	115	125	220	52				683	
Nombre de firmes innovantes	4	19	18	25	23	30	15					

Tableau 29 f) : Les rapports entre les clusters et les firmes d'ancrage, le cluster de Texas

NOM DU TITULAIRE DU BREVET	ANNEE DE L'OBTENTION DU BREVET										TOTAL	%DU TOTAL
	1910-1919	1920-1929	1930-1939	1940-1949	1950-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009		
THE GOVERNMENT OF THE UNITED STATES				1	<u>9</u>	33	8				51	28,0
CHANCE VUGHT CORPORATION					<u>13</u>	13					26	14,3
BELL AEROSPACE CORPORATION					<u>6</u>	11	4				21	11,5
LTV AEROSPACE CORPORATION						6	7				13	7,1
TEXTRON INC.							11				11	6,0
CONSOLIDATED VULTEE AIRCRAFT CORPORATION				4	3						7	3,8
GENERAL DYNAMICS CORPORATION						4	3				7	3,8
GAYLA INDUSTRIES							6				6	3,3
THE DOW CHEMICAL						4	1				5	2,7
VLM CORPORATION							5				5	2,7
TEMCO ELECTRONICS & MISSILES COMPANY						4					4	2,2
IRVING AIR CHUTE COMPANY, INC.			3								3	1,6
BOEING					1	1					2	1,1
Nombre total des brevets	3	1	3	6	32	86	51				182	
Nombre de firmes innovantes	3	1	1	3	5	16	14					

Est-ce que les régions qui accueillent l'industrie lorsque celle-ci émerge, auront tendance à dominer par la suite l'activité innovante de cette industrie ? Nous avons fait des régressions dont la variable dépendante est la propension à breveter d'un cluster (celle-ci étant mesurée comme le pourcentage des brevets aéronautiques dudit cluster par rapport au nombre total des brevets obtenus par l'industrie), alors que la variable indépendante était la période d'obtention des brevets (émergence, croissance ou maturité de l'industrie). Le résultat présenté ci-dessous révèle une forte causalité entre la propension à breveter et la deuxième période, celle de la croissance de l'industrie. Dans le long terme, le fait d'avoir constitué le berceau de l'industrie aéronautique ne confère donc pas un avantage compétitif à ces régions par rapport à d'autres qui émergent au cours des phases successives du cycle de vie de l'industrie.

9. CONCLUSION

Que peut-on conclure à l'issue de cette étude des relations entre les systèmes d'innovation et l'industrie alors que cette dernière traverse les diverses phases de son cycle de vie? Ce chapitre fait le point sur les objectifs de l'étude, les résultats empiriques obtenus et leurs implications théoriques, les limites de la recherche et ses orientations futures.

9.1 La problématique de la recherche

Notre étude visait la compréhension des dynamiques multidimensionnelles de la coévolution de l'industrie aéronautique avec ses systèmes d'innovation. Pour cela, nous avons préalablement passé en revue diverses perspectives théoriques qui ont été développées dans le but d'interpréter les dynamiques industrielles. Selon les théories du cycle de vie du produit et de l'industrie, l'évolution se réalise de façon séquentielle. Le produit traverse successivement les phases du développement, du lancement, de la croissance, de la maturation et de la disparition. La théorie suppose un lien direct entre le marché et ce caractère cyclique du développement du produit : au début le marché est vacillant ; il grandit progressivement lorsque le produit franchit la période de la croissance ; finalement, le vieillissement du produit entraîne le déclin et/ou la saturation du marché. Le cycle de produit déterminerait également les

dynamiques industrielles : lorsqu'elle émerge, l'industrie est caractérisée par de fortes turbulences (un nombre important d'entreprises qui entrent ou qui quittent ce secteur) ; par la suite un *shakeout* se produit et l'industrie se concentre. Pour certains auteurs, une innovation radicale de produit (dont la source serait endogène pour les uns ou exogène à l'industrie pour les autres) devient le déclencheur de telles dynamiques industrielles (Abernathy et Utterback, 1978; Jovanovic et Macdonald, 1993). Ceci présume un nombre très important d'innovations durant la période de l'émergence de l'industrie et le déclin de ce nombre lorsqu'elle devient mature. D'autres études soutiennent également que dans une majorité de cas, les dynamiques industrielles suivent un cycle régulier de type émergence-croissance-maturité-déclin. Par contre, ces études remettent en question le lien de causalité entre le surgissement d'un *dessin dominant* et les dynamiques industrielles avérées. Klepper (1997) attire l'attention sur la présence d'innovations incrémentales de produits tout au long du cycle de vie de l'industrie. Une première dimension de cette recherche a été de comprendre le rapport entre les phases du cycle de vie industriel et l'innovation. Devrait-t-on s'attendre à une forte intensité de l'activité innovante lors de l'émergence de l'industrie et une réduction de l'innovation lors de la période de la maturité, telle que la théorie du cycle de vie du produit prédit?

Une autre implication de la théorie du cycle de vie du produit concerne la diffusion de la production et de l'innovation. Les nouveaux produits sont développés et lancés dans les pays développés. Ensuite, l'émergence du dessin dominant entraîne la standardisation du produit. La production et l'innovation se diffusent progressivement vers les pays en développement. Une autre dimension de notre recherche a été d'examiner le processus de la diffusion de la production et de l'innovation de l'industrie aéronautique

dans les divers pays. Est-ce que ce processus confirmerait ce que stipule la théorie du cycle de vie du produit ?

À partir des années 1980, l'étude de l'influence de la localisation géographique sur les performances des entreprises est revenue en force. Après avoir démontré la tendance dominante de la concentration géographique de la production et de l'innovation, l'attention des chercheurs a été centrée sur les mécanismes qui rendent la géographie une variable importante pour la réussite des entreprises. De nombreuses études ont révélé l'influence sur le rapport industrie et région des externalités de connaissance, de la dépendance de sentier, des rendements croissants à l'échelle, de la création d'un pool de main-d'œuvre spécialisée, de la présence de firmes d'ancrage ou de sources de financement, etc. De leur côté, les perspectives systémiques de l'innovation mettent l'accent sur les caractéristiques nationales, régionales, technologiques ou sectorielles de l'ensemble des acteurs privés et publics qui participent à l'activité innovante, de la qualité des interactions qui se produisent ainsi que des institutions et des politiques publiques qui se mettent en place dans ces systèmes. Nonobstant le regard profond que ces diverses perspectives apportent par rapport à la relation entre l'industrie et les régions qui l'accueillent, leurs implications en termes de politiques publiques sont limitées. Les vues fragmentaires et statiques de la réalité des clusters ou des systèmes d'innovation sont identifiées comme raison de cette limitation (Bresnahan et Gambardella, 2004, Fagerberg et al., 2005).

Notre recherche s'est orientée vers une démarche intégratrice des dynamiques industrielles et de leurs systèmes d'innovation. Pour cela, nous avons entrepris une étude longitudinale de la coévolution de

l'industrie avec ses systèmes d'innovation. Dans un premier temps, nous avons analysé le processus de l'évolution de l'industrie tout au long de son cycle de vie et l'influence de ce processus sur le rapport industrie-région. Dans un deuxième temps, la recherche est centrée sur l'évolution de l'innovation au cours du cycle de vie industriel. Nous avons testé dans le contexte de l'industrie aéronautique divers postulats de la théorie du cycle de vie de produit, à savoir le caractère cyclique de l'activité innovante et sa diffusion progressive des pays développés vers d'autres moins développés. L'étude a examiné l'évolution des institutions et des politiques publiques. Par ailleurs, une attention particulière a été apportée aux liens tissés au cours du temps entre les firmes d'ancrage et les régions aéronautiques.

9.2 Conclusion de l'étude

La coévolution de l'industrie et de ses systèmes d'innovation : les constats

Cette étude a offert une vue d'ensemble des dynamiques de l'industrie aéronautique, depuis que l'industrie a émergé ainsi que de l'évolution du rapport industrie-système d'innovation. Le but a été de pouvoir proposer un modèle intégrateur de l'évolution de l'industrie et des systèmes d'innovation. Que pouvons-nous conclure ?

Tout d'abord, conformément à ce que d'autres recherches sur les cycles de vie industriels ont découvert, l'industrie aéronautique a, elle aussi, suivi une trajectoire marquée par les périodes subséquentes d'émergence, de croissance et de maturité. Lors de ce passage, des périodes de turbulence ont laissé la place à des phases marquées par la contraction et la concentration des activités de production et de l'innovation. Lors de sa période de maturité l'industrie s'est soumise à la restructuration de sa

chaîne des fournisseurs et la globalisation progressive. Cependant, contrairement à ce que suggèrent les théories du cycle de vie du produit et de l'industrie, le changement technologique, non seulement a persisté pendant toutes les phases du cycle de vie de l'industrie, mais il a même eu tendance à s'intensifier lors de la période de la maturité. Ce qui remet en question la thèse suggérant que la standardisation (la codification) des connaissances entraînerait la dispersion géographique de l'activité productive et innovante d'une industrie mature.

Par ailleurs trois types de clusters ont été profilés au cours de la longue évolution de l'industrie aéronautique : les incubateurs, les hôtes des champions nationaux, les megacentres internationaux (tableau 30). La dépendance du sentier et l'accident historique ont été les facteurs principaux qui ont attiré l'industrie aéronautique dans les régions du Nord-est des États-Unis. La présence d'industries formatrices, a donné à ces régions le rôle d'un *incubateur* de la nouvelle industrie. Contrairement à l'image de forte inertie géographique que projette l'industrie aéronautique, elle a eu un rapport plutôt versatile avec les régions qui l'ont accueilli. Autant l'activité de la production que celle liée à l'innovation se sont transférées dans les régions du Sud-ouest et de Nord-ouest du pays. Lors de la période de croissance de l'industrie des régions *hôtes de champions nationaux*, telles que la Californie (où se trouvait le siège de MacDonald Douglas) et Seattle (le siège de Boeing) ont émergé. Lors de la période de sa maturité, l'industrie a dû faire face à des nouvelles exigences liées à une forte concurrence internationale. Celle-ci a exercé de la pression sur l'ensemble des systèmes d'innovation aéronautiques. Quelques uns parmi ceux-ci ont été capables de créer une interaction puissante autant à l'intérieur du système régional, qu'à l'extérieur de celui-ci et se sont transformés en *méga-centres internationaux*. Ces systèmes

semblent en mesure de suivre adéquatement les nouvelles trajectoires industrielles.

Tableau 30: La coévolution de l'industrie et de ses systèmes d'innovation : les archétypes des régions, les typologies des acteurs-ancres et les dynamiques des systèmes

Archétypes de régions	Typologie des ancres	Dynamiques de systèmes complexes
<u>INCUBATEUR</u> (par exemple New York, Paris, Montréal, Londres)	Des entrepreneurs (atomistique)	Situations de limites de la croissance
<u>Régions hôtes du champion national</u> (par exemple Seattle, Montréal, Toulouse, Sao Paolo)	Les grandes entreprises et les gouvernements	Situations de croissance et sous-investissement
<u>Megacentre international</u> (par exemple Los Angeles, Toulouse)	Une ancre localement enracinée et internationalement connectée)	Situations d'escalade

Les dynamiques des acteurs ont été affectées et ont, à leur tour, affecté le cycle de vie industriel. Bien que l'industrie aéronautique a constitué l'exemple parfait d'une industrie développée sous l'aile de l'État, lors de la période de l'émergence c'était plutôt la détermination des entrepreneurs passionnés qui permit à l'industrie d'atteindre un niveau de performance de ces produits capable d'attirer l'attention de l'État et ont brisé son indifférence vis-à-vis du nouveau secteur. Par la suite, le temps des petits

entrepreneurs est révolu et l'industrie est devenue l'apanage du gouvernement. Nous avons pu observer la dépendance de tous les systèmes d'innovation des activités de recherche concentrés aux mains du gouvernement et de quelques grandes entreprises. Cependant, depuis la fin des années 1980, les données, autant en termes de dépenses publiques de R-D accordées à l'industrie aéronautique, que sur le nombre de brevets attribués au gouvernement, révèlent la tendance de la réduction de la contribution de l'État américain à l'égard de ce secteur. La fin de la guerre froide est souvent citée comme une des raisons principales de ce retrait de l'État, alors que l'engagement actuel dans la guerre en Iraq n'a pas donné à l'industrie aéronautique américaine le même élan que de telles situations lui ont donné par le passé. Par ailleurs, la globalisation de l'industrie a été une autre raison qui a entraîné un rôle redimensionné de l'État national comme le principal facteur de croissance du secteur aérospatial. Dans les conditions de l'escalade de la compétition internationale est de la hausse des coûts exorbitants du développement de nouveaux programmes, aucun État national ne suffit plus à lui seul à déterminer l'évolution de l'industrie (Iaurif, 2005). Une bonne illustration de cela est le cas récent du Bombardier, lequel, malgré que les deux paliers, provincial et fédéral, du gouvernement, lui ont garanti leur participation financière, a toutefois manqué le lancement de la nouvelle Serie C. Depuis une décennie, dans tous les principaux pays producteurs d'avions, une nouvelle tendance est en train de se profiler avec une industrie aéronautique qui s'oriente progressivement d'une logique d'arsenal d'État vers une logique de marché (Frigant et al. 2006).

Comment les régions aéronautiques ont-elles réagi à l'évolution de leurs acteurs-ancres ? Les dynamiques des systèmes d'innovation rappellent des dynamiques de systèmes complexes. Ainsi, la situation des régions

incubatrices ressemble à une situation où la croissance a été possible jusqu'à un point où elle a été confrontée à des limites. Ainsi les entreprises se sont mises à chercher ailleurs des régions qui leur convenaient mieux (le déplacement des régions du Nord-est vers la côte ouest des États-Unis en raison de plus d'espace, moins de congestion, etc.).

Par la suite, une autre dynamique s'est mise en marche, qui ressemble à une situation typique de croissance et de sous-investissement. La concurrence extrême que se sont livrés entre eux les principaux avionneurs américains dans la course pour s'accaparer des contrats gouvernementaux, les a empêchés de mesurer le potentiel futur de croissance et ne leur a pas permis d'investir agressivement afin d'assurer leur place future dans le marché. Lors de cette période, il arriva très fréquemment que la perte d'un seul contrat gouvernemental puisse suffire à l'écroulement d'un avionneur, ce qui a laissé l'industrie sur le qui-vive et a compromis les investissements privés dans le secteur. Dans la majorité des cas, les régions ont subi (suivi) le même sort que leur acteur-ancrage. Ainsi, la disparition d'une grande entreprise ou d'une firme d'ancrage a entraîné la disparition du secteur aéronautique dans la région qui l'accueillait. Également, quand la firme d'ancrage a perdu son positionnement dans la chaîne des fournisseurs de l'industrie (en passant par exemple, du statut d'un assembleur de systèmes à celui de fournisseurs de sous-systèmes), ceci a relégué la région à une place moins importante en termes de centre d'aéronautique.

Finalement, une dynamique d'escalade s'installe lorsque l'industrie est entrée dans sa phase de maturité. Dans une situation de marché oligopolistique, les entreprises n'ont pas d'autre choix que celui de riposter immédiatement à l'action entreprise par son concurrent.

L'exemple des courses perpétuelles qui engagent Boeing versus Airbus ou Bombardier versus Embraer illustre parfaitement une dynamique d'escalade. Comment les régions aérospatiales subissent-elles la nouvelle situation? Le déplacement de la concurrence au niveau international, le désengagement progressif de États et les exigences nouvelles que cela a entraîné, ont obligé les grands donneurs d'ordre à trouver de nouvelles issues. En quête d'économies, les donneurs d'ordre se sont centrés sur les activités de conception, d'intégration des systèmes et de l'assemblage final. Ceci a impliqué et imposé une participation accrue des fournisseurs, qui dans un premier temps, étaient très nombreux et préférablement en proximité géographique des donneurs d'ordre. Or dans un deuxième temps, les assembleurs de systèmes cherchent à rationaliser les rapports avec leurs fournisseurs en réduisant le nombre de ceux-ci. Ainsi, au lieu de faire affaire avec une pléthore de petits et moyens fournisseurs au sujet de divers pièces et équipements, les contacts des donneurs d'ordres se limitent dorénavant à un nombre très restreint d'assembleurs de sous-systèmes, rigoureusement sélectionnés à travers le monde. Cette réorganisation de la chaîne des fournisseurs a brisé les liens privilégiés que les sous-traitants locaux avaient avec les firmes d'ancrage de la région. Tel que nous l'avons vu, cette réorganisation radicale des relations entre les firmes d'ancrage et les autres acteurs du système s'est imposée autant à l'industrie aéronautique américaine que de l'industrie aéronautique canadienne. Talbot (1998), Bélic-Bergouignan et al. (2001), Iaurif (2005) et Frigant et al. (2006) constatent le même phénomène d'un éloignement accru et progressif entre les principaux donneurs d'ordre et les entreprises locales dans le cas des régions aéronautiques de Toulouse, de l'Île de France, ou dans la région aquitaine. Dans tous ces cas, on remarque que pour affronter l'évolution structurelle de l'industrie il est nécessaire de réinventer les relations entre les acteurs locaux.

La coévolution de l'industrie et de ses systèmes d'innovation : les implications théoriques

Quelques conclusions clés peuvent être dégagées de notre étude de la coévolution de l'industrie aéronautique avec ses systèmes d'innovation :

- L'évolution de l'industrie aéronautique a suivi les régularités présagées par la théorie du cycle de vie de l'industrie. Ainsi, lors de sa phase d'émergence l'industrie a été caractérisée par de fortes turbulences. Par la suite, un shakeout s'est produit et l'industrie s'est fortement concentrée. Or, l'étude du rapport entre l'activité innovante de l'industrie aéronautique et son cycle de vie réfute la suggestion de la théorie du cycle de vie du produit selon laquelle l'innovation du produit se concentre au début de cycle de vie de celui-ci et a tendance à baisser lorsque le produit franchit la période de la maturité. De plus, la production et l'innovation et les flux de connaissance qui se réalisent dans le contexte de l'industrie aéronautique sont restés confinés à un petit nombre de pays développés. Malgré leurs ambitions, les pays en développement, à l'exception du Brésil, n'ont pas pu percer le marché international. Ces résultats notent les limites de la théorie du cycle de vie du produit comme un instrument utilisé pour l'explication et la prévision des dynamiques industrielles dans le cas de produits complexes.
- Les firmes d'ancrage sont un facteur clé de la croissance des systèmes d'innovation aéronautiques. La présence dans un cluster d'une firme d'ancrage a attiré dans cette région d'autres entreprises du même secteur ou de secteurs reliés. De plus, la croissance ou le déclin de la firme d'ancrage a directement affecté

les performances du cluster. Les firmes d'ancrage ont évolué au cours du cycle de vie de l'industrie : l'entrepreneur individuel a pu jouer le rôle de l'ancre lorsque l'industrie a émergé, alors que les centres gouvernementaux et les grandes entreprises ont pris la relève par la suite. Connaître les spécificités qui caractérisent le rapport entre les firmes d'ancrage et les systèmes d'innovation au cours de chacune des phases du cycle de vie industriel est un avantage majeur pour pouvoir formuler des politiques publiques ciblées efficaces.

- Pourquoi l'industrie a-t-elle mis à défaut plusieurs conclusions de la perspective cyclique du produit et de l'évolution industrielle ? Qu'est-ce qui empêche la diffusion de la production et de l'innovation dans les pays moins développés, alors que quelques un parmi ceux-ci ont fourni des efforts importants pour se tailler une place au sein des producteurs d'avions ? L'industrie aéronautique est l'exemple typique d'une industrie dépendante de l'appui gouvernemental. Nous avons pu constater à quel point les interventions (multidimensionnelles) de l'État ont été inéluctables à l'industrie. Tous les pays producteurs d'avions (les États-Unis en tête, mais aussi la Royaume-Uni, la France, l'Allemagne, le Canada) ont mis sur pied un ensemble d'institutions de soutien de l'industrie. Tel que nous l'avons vu, ceci n'a pas été le fruit d'une brève incursion de l'État à un moment ou l'autre du développement de l'industrie. De plus, chaque intervention n'a pas toujours été à la hauteur des exigences et des atteintes de l'industrie ou de ces régions. Au contraire, tous les acteurs, privés et publics, ont procédé par tâtonnement, chacun ajustant son comportement en fonction des expériences précédentes. Donc, établir des institutions capables d'offrir à l'industrie le soutien dont

elle a besoin est exigeant non seulement en termes de financement, mais notamment en termes de constance de l'engagement de tous les acteurs et de leurs aptitudes d'apprentissage et de réactivité (correction rapide et parfois radicale de leur intervention). Le passage de clusters d'aéronautiques en systèmes d'innovation ne s'est pas réalisé au cours d'une décennie et n'a pas réussi à toutes les régions ou les pays. Dans les pays en développement, à l'exception du Brésil, ces institutions de soutien n'ont pas été instaurées, faute notamment d'un engagement durable de leurs gouvernements.

Au terme de cette étude, l'implication la plus marquante qui émerge est celle qui insiste sur le fait que pour parvenir à comprendre, interpréter et soutenir l'évolution des industries et de leurs systèmes d'innovation, il faudra prendre en compte conjointement les caractéristiques de la connaissance et de la technologie du secteur, les caractéristiques des acteurs et de la nature de leurs interactions et les caractéristiques des institutions de soutien qui s'y sont établies au fil du temps. L'approche théorique des systèmes sectoriels d'innovation semble prédisposée à étudier l'effet simultané que, dans l'ensemble, ces facteurs exercent sur l'innovation (Malerba, 2002, 2005).

9.3 Contributions, limites et orientations futures de la recherche

En mettant en perspective l'évolution du rapport entre l'industrie et ses systèmes d'innovation, cette recherche a contribué à expliciter la nature des dynamiques, le rôle des divers acteurs et institutions du système. Les résultats de la recherche ont invalidé en partie les thèses suggérées par la perspective du cycle de vie du produit et de l'industrie. Ceci contribue à

redimensionner l'utilisation de cette perspective théorique comme outil de gestion dans le contexte des produits complexes.

L'étude met en évidence la nécessité de l'adoption d'une approche multidimensionnelle de l'innovation. La recherche a particulièrement accentué le rôle des institutions de soutien de l'innovation, leur complexité et leur exigences en termes de constance de l'engagement de l'ensemble des acteurs du système à perpétuellement réviser et améliorer leurs interventions en fonction de la phase dans laquelle se trouve l'industrie.

L'étude a permis d'approfondir la compréhension du rôle des firmes (ou des acteurs) qui servent d'ancres pour le développement des systèmes d'innovation. L'évolution de ces acteurs clés a été mise en évidence en même temps que les effets et les exigences différentes que ce type de rapport implique à des périodes différentes du cycle de vie.

La recherche nous a permis de reconstituer le processus d'évolution des clusters aéronautiques et d'explicitier les divers facteurs ayant influencé ce processus. Par contre, l'étude a adopté une approche positive du phénomène. Afin d'avoir une vue d'ensemble, nous avons sacrifié l'approfondissement au niveau des facteurs individuels ayant influencé les dynamiques. Le besoin d'une exploration ultérieure des politiques publiques en est un exemple. Si la recherche a identifié le besoin d'adopter des politiques en fonction des spécificités de la période que traverse l'industrie, en ce moment nous ne sommes pas en mesure d'aller plus loin dans cette direction en proposant par exemple le type précis d'intervention nécessaire. Le rapport entre l'industrie et ses systèmes d'innovation est complexe et dynamique et en conséquence, son étude mérite d'être encore plus approfondie. Pour l'instant, nous ne sommes pas

en mesure de trancher par rapport aux alternatives qui s'ouvrent aux régions, États et nations impliqués dans le secteur aéronautique. Ainsi, en 2003, Boeing a annoncé un appel d'offre parmi les États continentaux américains, pour l'accueil de l'usine d'assemblage de son nouvel appareil B 787. (Imaruf, 2005). Affolée, la région de Seattle, qui entre la période 1990-2003 a perdu 47 % des effectifs qui œuvrent dans ce secteur phare de l'économie régionale, aurait offert entre 3,2 et 4 milliards de dollars de bénéfices divers à Boeing et a ainsi réussi à retenir chez elle les nouvelles usines. Cependant, cette décision de la ville a déclenché une controverse majeure, à savoir, comment mettre en balance la valeur des emplois sauvés à court terme avec la perte d'investissements manqués de la région en termes d'éducation ou d'infrastructure. Ce manquement d'investissement présente un risque de réduire l'attractivité à long terme de la région. Jusqu'où faut-il aller avec les incitations économiques ?

Par ailleurs, à part l'approfondissement des divers facteurs qui influencent le processus de la coévolution entre l'industrie aéronautique et ses systèmes d'innovation, il serait souhaitable de procéder à des comparaisons avec les caractéristiques de cette coévolution dans le contexte d'autres industries de la haute technologie.

ANNEXES

- A. La chaîne des fournisseurs de l'industrie aérospatiale
- B. Code SCIAN
- C. Compétences des entreprises aéronautiques canadiennes
- D. États-Unis: Départements et agences du gouvernement Fédéral et des Comités du congrès ayant des responsabilités sur l'industrie aéronautique
- E. États-Unis : les contrats du gouvernement fédéral concernant le secteur aérospatial selon les agences executives, 1993-2000

ANNEXE A

LA CHAINE DES FOURNISSEURS DE L'INDUSTRIE AEROSPATIALE

American Aerospace Association, 2002: *Aircraft supplier guide*

Nom et spécialisation des donneurs d'ordres et des principaux assembleurs de sous-systèmes d'avions de 48 modèles d'avions les plus significatifs (en termes de succès technologique et commerciale)

Codification	Type de spécialisation (le sous-système)
1	Airframe assembly and Sales
2	On-Board Avionic Systems
3	Propulsion Systems
4	Airframe Structures, Subassemblies and Subsystems
5	Electronic and Electrical Components and Parts
6	Electronic Systems and Subsystems
7	Engines and Components
8	Engines Accessories
9	Starting Systems and Electrical Power Sources
10	Fuselages and Structures
11	Interior Cabin Systems and Components
12	Environmental Control Systems
13	Fuel Systems
14	Landing Gear Systems
15	Hydraulic Systems
16	tires, wheels and brakes
17	tail
18	wings

Code de la spécialisation	Nom du donneur d'ordre ou du fournisseur
15	Abex
5	ABG Semca
16	ABSC
12	ACC La Jonchere
15	AEG Sensorsysteme GmbH
13	Aerazur
10,17,18	Aermacchi
10	Aero Vodochody
5	Aeroelectronica
10	Aeronavali
17,18	Aerostructures
10,13,15	Agusta
10	AHF-Ducommun
10,17	AIDC
1,2,10,12,15,17,18	Airbus (EADS)
6	Aircontrol Technologies
2,6,8,10,17,18	Alenia
3,9	Alfa Romeo
6	Alkan
9	AlliedSignal GmbH
14	AP Precision Hydraulics
11,17,18	ASTA (Aerospace Technologies of Australia Limited)
2	Astronautics
2	Autoflug
6,9	Auxilec
6	Aviac
1,2,5,10,12,17,18	BAE Systems
2	Base Ten Systems
5,12,15	Behr
18	Belairbus
16	Bendix
5,9	BKT
3	BMW
6	Bodenseewerk (PerkinElmer)
1,2,10,11,17	Boeing
1,2,10,12,15,17,18	Bombardier
4	Brunswick
16	BTR Industries (see Dunlop)
11	C&D Interiors
17	Canadian Aircraft Products
2	Canadian Marconi
10,17,18	CASA (EADS)
2	CelciusTech
3	CELMA Spey
9,15	CESA

3	CF
6	Chelton
14	Cleveland Pneumatic
12	Clifton Precision (Litton)
5	Computer Devices International
5	Conrac
8	Cyclone
18	Daewoo
14	DAF Special Products
10	Daimler-Benz Aerospace
2,4,17,18	DASA (EADS)
2	Dassault Electronique
1,8,10,18	de Havilland
8	Dee Howard
2	Delco Electronics
2,6	Diehl
5	Doppler Systems
5,7,9,14,15	Dowty
16	Dunlop
9	Dynatech International (Hardware)
5,6,15	Eaton
6	Elbit
5	Eldec
6	Electronica Aster
5	Eliradar
1,2,10,13,14,17,18	Embraer
10,17	ENAER (Empresa Nacional de Aeronautica de Chile)
2	ENOSA (Empresa Nacional De Optica SA)
14	ERAM (Messier)
2	Ericsson
5	Eros (oxygen system)
15	Essex Industries
15	E-systems
1,2,5,6,10	Eurocopter
3	Eurojet
2	Euroradar (BAE Systems),
10,18	Fairchild Dornier
15	Fairey Hydraulics
6	Feinmechanische
2,6	FIAR (Galileo Avionica SpA)
5,9	Fiat
10	Fleet Industries
2	Flight Dynamics
11,12,14,17,18	Fokker
18	Fuji Heavy Industries
3,4,10,18	Gamesa

9	Garrett
15	GEC + Marconi+ Avionics (Plessey?)
2, 3,5,6,8	General Electric
14	General Mechatronics
4,7,8,10,17,18	GKN
2,4,5,6,7,8,10,11,12,13,14,16,	Goodrich
16	Goodyear
10,17	Grumman
2,5,6,7,9,12,13,14,17	Hamilton Sundstrand
6	Harris
18	Hawker de Havilland
18	Heath Tecna
6,14	Hella KG
10	Hellenic Aircraft Industries
10,18	Hexcel
10	Hindustan Aeronautics,
2,3,5,6,9,12,14,15,16	Honeywell
4,18	Hoogovens Aluminium
2,6,12	Hughes
2,4,6,8,10,17,18	Hurel-Dubois
16	Hydro Aire
18	Hyundai Space and Aircraft
10	Indraero
8	International Nacelle Systems
13	Intertechnique
11	Ipeco
10,17,18	IPTN
2	ITT
10,18	Japan Aircraft Development Corporation
17	Jingdezhen
6	Kaiser
6	Kaman Aerospace
11,18	Kawasaki Heavy Industries
2	King Gold Crown
8,10,18	Latécoère
5	Leach corporation
2	Lear Astronics
3	LHTEC
2,5,6,7,9,12,18,14	Liebherr
2,6	Litton
2,5,6,10,18,14,15	Lockheed Martin
8,17,18	LTV
5	Lucas
6,14,15,16	Magnaghi
11	Martin-Baker
6	Mason Electric

11	MC Gill
14	Menasco
14,16	Messier Bugatti
4,18	Metallwerke GmbH/
2	Meteo (Mierij Meteo B.V.)
16	Michelin
2,12,15,17	Microtecnica
5,6,9	Microturbo
10,11,18	Mitsubishi Heavy Industries
18	Mollart
2,6,7,15,18	Moog
3	MTU Muenchen
14	Nardi (Italia SPA)
8	Nordam
2,6,12	Nord micro
2,8,9,12	Normalair
2,5,6,10,18	Northrop Grumman
2	Norton
10	OGMA (Portugal)
2	OMI EH Industries
4,7,10,14,15,18	Otto Fuchs
15	Ozone Industries
5,13,16,17,18	Parker Aerospace
2	Penny & Giles
3,18	Piaggio
6	Pilkington
5,13	Plessey
10,18	Potez Aeronautique
3,9	Pratt & Whitney
2	Primus
15	PTI Technologies
6	Racal Avionics
10	Ratier Figear
2	Raytheon
4	Reims Aviation
2,5,6	Rockwell Collins
6	Rogerson
3	Rolls Royce
17	Romaero
10,17	Saab
7,1	SABCA
9	Saft
2,6	Sanders
18	Schweizer Schmirgel
2	SCI Systems
11	SEMMB
2,5,6,13	Sextant

2	SFENA
2,5,6,12	SFIM
15	Shimadzu
11,17,18	ShinMaywa
8,10,17	Shorts
8	Shur-lok
10,11,16	Sicamb
2	Sicma
2,5	Siemens
7,1	Sikorsky
9	Simmel
13,14	Simmonds
11	Simula
2,5,6,13,14	Smith Industries
3	Snecma
10	Socata
11	Socea (Nippon Socea Kabushiki Kaisha ??)
12	Softair
2,10,11,17	Sogerma
9	Solar
10	SONACA
15	Sterer
10	Sully Products Spéciaux
5,9	Sundstrand (corrigo me hamilton su.)
5	Technofan
2,6,10,17,18	Teledyne
2,5,6	Texas Instruments
2,5,6	Thales
2	Thomson CSF
7	Tool Research and Engineering
2	Toshiba
2,5,6,7,8,9,10,12,13,14,15	TRW Lucas (see pat avec lucas)
3,9	Turbomeca
2,8	VDO
15	Vickers
3	Volvo Flygmotor
6,10,17,18	Vought
4,8,18	Walzprodukte GmbH
6	Williams International
17	Xian Aircraft (inter alia)
16	Yokohama Rubber
8,9	ZF Luftfahrttechnik
2	Sperry

ANNEXE B

SYSTÈME DE CLASSIFICATION DES INDUSTRIES DE L'AMÉRIQUE DU NORD (SCIAN) : LA CLASSE 3364

3364 Fabrication de produits aérospatiaux et de leurs pièces

Ce groupe comprend les établissements dont l'activité principale est la fabrication d'aéronefs, de missiles, de véhicules spatiaux et leurs moteurs, leurs systèmes de propulsion, leur matériel auxiliaire et leurs pièces. La conception et la production de prototypes se retrouvent dans cette classe, tout comme la révision et la conversion en usine des aéronefs et des systèmes de propulsion.

33641 Fabrication de produits aérospatiaux et de leurs pièces

Cette classe comprend les établissements dont l'activité principale est la fabrication d'aéronefs, de missiles, de véhicules spatiaux et leurs moteurs, leurs systèmes de propulsion, leur matériel auxiliaire et leurs pièces. La conception et la production de prototypes se retrouvent dans cette classe, tout comme la révision et la conversion en usine des aéronefs et des systèmes de propulsion.

Exclusion(s): Établissements dont l'activité principale est :

- la fabrication des éléments des systèmes hydrauliques pour les aéronefs (33291, Fabrication de soupapes en métal)
- la fabrication de pompes hydrauliques (33399, Fabrication de toutes les autres machines d'usage général)
- la fabrication des satellites de communication (33422, Fabrication de matériel de radiodiffusion, de télédiffusion et de communication sans fil)
- la fabrication des instruments aéronautiques (33451, Fabrication d'instruments de navigation, de mesure et de commande et d'instruments médicaux)
- la fabrication des pistons et des soupapes d'admission et d'échappement pour les aéronefs (33631, Fabrication de moteurs et de pièces de moteurs à essence pour véhicules automobiles)
- la fabrication d'accessoires d'éclairage pour avions (33632, Fabrication de matériel électrique et électronique pour véhicules automobiles)
- la fabrication de sièges et banquettes pour avions (33636, Fabrication de sièges et enjolivures intérieures pour véhicules automobiles)
- la fabrication des filtres pour les moteurs à combustion interne des aéronefs (33639, Fabrication d'autres pièces pour véhicules automobiles)

- la réparation des aéronefs ailleurs qu'en usine (48819, Autres activités de soutien au transport aérien)
- la recherche et le développement sur les aéronefs, sans fabrication de prototypes (54171, Recherche et développement en sciences physiques, en génie et en sciences de la vie)

336410 Fabrication de produits aérospatiaux et de leurs pièces

Cette classe canadienne comprend les établissements dont l'activité principale est la fabrication d'aéronefs, de missiles, de véhicules spatiaux et leurs moteurs, leurs systèmes de propulsion, leur matériel auxiliaire et leurs pièces. La conception et la production de prototypes se retrouvent dans cette classe, tout comme la révision et la conversion en usine des aéronefs et des systèmes de propulsion.

Source Statistique Canada

ANNEXE C

LES COMPÉTENCES DES ENTREPRISES AERONAUTIQUES CANADIENNES

Aerospace Industries Association of Canada (AIAC) 2001 Guide:
Company Products and Services (aircraft fixed & rotary wing)

SPÉCIALISATION	SOUS-SPÉCIALISATION
S.INTEGRATORS	systems integration
AVIONICS	display systems computer software cockpit display systems electronic controls airborne radar navigation systems & equipment antennas radios power supplies flight instruments computer equipment collision avoidance & warning systems data processing equipment real time 3D graphical displays radomes audio & intercom systems computer systems autopilots emergency locator transmitters flight directors flight recorders printed circuit boards
DEFENCE	satellites, satellite systems & components command & control systems engineering & management support communications systems

	surveillance systems specialty engineering space systems (space & ground based) data handling & processing equipment signal processing equipment weapons systems fire control systems & components remote sensing equipment C3I targets & target systems optical systems munitions sounding rockets field radios sonobuoys
ENGINES	turbine blades exhaust systems & components industrial & marine turbines engine nacelles seals turbohaft engines turbofan engines turboprop engines transmission systems & components engine instruments auxiliary power units ignition systems & components starters propellers & equipment reciprocating engines
SIMULATION	simulators & simulation systems maintenance training equipment flying training computer aided training interactive training systems multi-media systems maintenance & repair training distance learning systems management training precision machining training national occupational standards composites structures training
STRUCTURES	wire strike protection systems component manufacturing aircraft structures actuators panels cables & cable assemblies interior furnishings interior panels

	<p> electrical wiring doors sensors lubricants castings helicopter landing systems valves adhesives fasteners bearings windows, glazings & lenses fabrics forgings insulation materials canopies </p>
SYSTEMS	<p> hydraulic systems & components landing gear systems & components flight control systems & components fuel systems & components electrical systems & components control systems & components communications systems & equipment environmental systems & components ice protection systems & components galley systems & equipment power management systems & components fire protection systems & components cargo handling systems & equipment aerial application systems and components wire strike protection systems security systems & equipment </p>
Fabrication and Equipment	<p> precision machining tooling fabrication welding metal forming fixtures research & development shot peening aluminum coating non-destructive testing inspection equipment test rigs & equipment composite bonding composite fabrication anodizing metal bonding </p>

	<p> engine test cells custom cutting composite ductings & fairings plastic components maintenance stands brazing plating ramp equipment ground power units environmental test facilities flight planning systems ground heaters cargo handling equipment airport information systems airport security systems & equipment portable heaters parachutes vacuum metalizing integrated diagnostic services physical vapour deposition meteorological equipment passenger handling systems & equipment maintenance tooling metalworking lubricants precision polishing & deburing chemical vapour deposition magnetron sputtering museums and historical displays </p>
<p>SERVICES</p>	<p> project / program management contract R & D contract design & manufacturing engineering consultants systems integration field service software design & development aircraft spares cad/cam services business consultants painting support services technical manuals management consultants testing & inspection services engine repair & overhaul contract engineering & technical personnel landing gear repair & overhaul aircraft conversions (fixed wing) inspection services </p>

aircraft overhaul (fixed wing)
technical writing & editing
marketing consultants
avionics testing & repair
flight control repair & overhaul
structural repairs
Operations consultants
interior finishing
document management & maintenance
technical illustration & drafting
certification services
fuel system repair & overhaul
calibration services
coatings
industrial benefits consultants
government relations consultants
aircraft overhaul (rotary wing)
computerized maintenance programs
integrated logistics services
facilities operation & management
publications management
aircraft conversions (rotary wing)
air navigation systems & equipment
air traffic control systems & equipment
air navigation & air traffic control
computer systems consultants
logistics & transportation support
translation services
leasing services
navigation aids
radar systems & equipment
property management
reliability analysis consultants
manufacturing & processing
consultants
airport management
airport operations
aerial survey & mapping
flight inspection systems
airport planning consultants
satellite launch consultants
aerial application & fire fighting
executive search
financial services
legal services
trade promotion
venture capital financing
wind tunnel test facilities

2) Spécialisation des entreprises aéronautiques canadiennes :

Spécialisation	Nom de l'entreprise
S. INTEGRATORS	Bombardier Bell Helicopter Textron
AVIONICS	ADGA Group Aero-Safe Technologies Aerosystems International Inc. Air Data Inc. Amphitech International Inc. Applied Precision ATCO Frontec Corp. Avcorp Industries Inc. Binnacle Solutions Inc. CAE Inc. Canadian Digital Photo/Graphics Inc. CanRep Inc. CERCA Research Centre on Applied Computation Cincom Systems of Canada Ltd. CMC Electronics Inc. Cocor Aero Products Inc. Composites Atlantic Ltd. CS Communications & Systems Canada Inc. Ensil Canada Ltd. Field Aviation Sales Ltd. Firan Technology Group Flexibulb Inc. Gallium Software Inc. General Dynamics Canada Honeywell Canada Howmet Aluminum Casting Ltd. IBM Canada Ltd. IMP Group Int'l Inc. Innotech Aviation Ltd. Interfast Inc. ITS Electronics Inc.
AVIONICS	Kelowna Flightcraft Ltd. Kodon Technical Products Inc. Lockheed Martin Canada Inc. Luxell Technologies Inc. MacDonald Dettwiler & Associates MAX Technologies Inc. Messier-Dowty Inc. National Research Council Neptec Newmerical Technologies Int. Northern Airborne Technology

	<p>Techman-Head (TMH) Ultra Electronics Maritime Systems Inc. University of Toronto Institute for Aerospace Studies Wescam Inc. Westavia Technologies Ltd. xwave</p>
ENGINES	<p>ACRO Aerospace Aero-Safe Technologies Aerospace Welding Inc. Bodycote Materials Testing Busak & Shamban Canada Inc. Cadorath Aerospace Inc. Canadian Plastics Group Ltd. CanRep Inc. Cocor Aero Products Inc. Fabris PG-Div of Fabris Inc. Flexibulb Inc. GE Canada; Aircraft Engines Goodrich Corporation - Landing Gear Division Helipro International Honeywell Canada IMP Group Int'l Inc. Innotech Aviation Ltd. Kelowna Flightcraft Ltd. Magellan Aerospace Corporation Northstar Aerospace (Canada) Inc. Patlon Aircraft & Industries Limited Pratt & Whitney Canada, Inc. Rasakti Inc. Rivait Machine Tools Inc. Rolls-Royce Canada Ltd. Turbo Wing Development Canada Turbomeca Engine Corp. Valcom Ltd.</p>
SIMULATION	<p>Adacel Inc. ADGA Group Aerosystems International Inc. ASMI Advanced Systems Marketing International ATCO Frontec Corp. Atlantic Turbines International Inc. Atlantis Systems International Bell Helicopter Textron Boeing Aerospace Ltd. Bombardier Aerospace CAE Inc. Canadian Aviation Maintenance Council CanRep Inc. Ecole des métiers de l'aérospatiale de Montréal Ensil Canada Ltd. Eurocopter Canada Limited</p>

SIMULATION	<p> IBM Canada Ltd. JustMoreJobs Aeronautics Kelowna Flightcraft Ltd. Lockheed Martin Canada Inc. MAX Technologies Inc. Nato Flying Training Canada Neptec Newmerical Technologies Int. Northstar Network Limited Raytheon Canada Ltd. Saab Tech Canada Ltd. Spar Aerospace Limited Tecult-Eduplus University of Toronto Institute for Aerospace Studies xwave </p>
STRUCTURES	<p> Abipa Canada Inc. ACRO Aerospace ADS Composites Marquez Advanced hybrid Aircraft Aero Alliance Aero-Safe Technologies Aerospace Welding Inc. Aerosystems International Inc. Alphacasting Inc. Atlantis Systems International Avcorp Industries Inc. Avianor Group BC Instruments Bodycote Materials Testing Boeing Aerospace Ltd. Bombardier Aerospace Busak & Shamban Canada Inc. Cadorath Aerospace Inc. Cambridge HiTech Machine & Tool Inc. Cam-Tag Industries Inc. Canadian Plastics Group Ltd. CanRep Inc. Cantwell Cullen & Company Inc. CHC Composites Inc. Cleeve Technology Inc. CMC Electronics Inc. Cocor Aero Products Inc. Composites Atlantic Ltd. Comtek Advanced Structures Ltd. Eagletronic Industries Inc. Fabris PG-Div of Fabris Inc. Fleet Industries Ltd. Flexibulb Inc. Global Aerospace Corp Goodrich Corporation - Landing Gear Division </p>

STRUCTURES	<p> Helipro International Henkel Surface Technologies Héroux-Devtek Inc. Honeywell Canada Howmet Aluminum Casting Ltd. Idenco Canada Ltd. IMP Group Int'l Inc. Indal Technologies Inc. Innotech Aviation Ltd. Interfast Inc. Kelowna Flightcraft Ltd. Kodon Technical Products Inc. Lemex Industrial Group Lockheed Martin Canada Inc. MagChem Inc. Magellan Aerospace Corporation MBM Tool & Machine Co. Ltd. N.M.F. Canada Ltd. Newmerical Technologies Int. Noranco Manufacturing Ltd. Northstar Aerospace (Canada) Inc. Northstar Network Limited Novatronics Inc. Patlon Aircraft & Industries Limited Placeteco PRC-DeSoto International Rasakti Inc. Raytheon Canada Ltd. Reil Industrial Enterprises Inc. Shimco North America Inc. Techman-Head (TMH) Testori Americas Corp. TFI Aerospace Corporation Tribospec Corporation Turbo Wing Development Canada Ultra Electronics Maritime Systems Inc. Wescam Inc. </p>
SYSTEMS	<p> ACRO Aerospace Advanced hybrid Aircraft Aero Recip (Canada) Ltd. Aero-Safe Technologies Aerospace Welding Inc. Air Data Inc. Amphitech International Inc. Avcorp Industries Inc. Avianor Group Bodycote Materials Testing Cadorath Aerospace Inc. Cambridge HiTech Machine & Tool Inc. Cam-Tag Industries Inc. </p>

<p>SYSTEMS</p>	<p> CanRep Inc. Cantwell Cullen & Company Inc. CFN Precision Inc. Cleeve Technology Inc. CMC Electronics Inc. Cocor Aero Products Inc. Composites Atlantic Ltd. EADS Canada Inc. Eagletronic Industries Inc. Ensil Canada Ltd. Fabris PG-Div of Fabris Inc. Fleet Industries Ltd. Goodrich Corporation - Landing Gear Division Héroux-Devtek Inc. Honeywell Canada Howmet Aluminum Casting Ltd. IMP Group Int'l Inc. Indal Technologies Inc. Innotech Aviation Ltd. Interfast Inc. Kelowna Flightcraft Ltd. Kodon Technical Products Inc. Lockheed Martin Canada Inc. MacDonald Dettwiler & Associates Magellan Aerospace Corporation Messier-Dowty Inc. Neptec Newmerical Technologies Int. Northern Airborne Technology Northstar Aerospace (Canada) Inc. Northstar Network Limited Novatronics Inc. Patlon Aircraft & Industries Limited PRC-DeSoto International Raytheon Canada Ltd. Rivait Machine Tools Inc. Saab Tech Canada Ltd. Satori Air Services Spar Aerospace Limited Testori Americas Corp. Thales Avionics Canada Inc. Tribospec Corporation Turbomeca Engine Corp. Wescam Inc. </p>
<p>Fabrication and Equipment</p>	<p> Abipa Canada Inc. ACRO Aerospace ADGA Group ADS Composites Marquez Advanced hybrid Aircraft Aero Alliance </p>

**Fabrication
and Equipment**

Aero-Safe Technologies
Aerospace Welding Inc.
Aerosystems International Inc.
Air Data Inc.
Air Ground Equipment
Alphacasting Inc.
Applied Precision
ATCO Frontec Corp.
Atlantic Turbines International Inc.
Atlantis Systems International
Avcorp Industries Inc.
Avianor Group
BC Instruments
Bodycote Materials Testing
Boeing Aerospace Ltd.
Bristol Aerospace Limited
Cadorath Aerospace Inc.
Cambridge HiTech Machine & Tool Inc.
Cametoid Limited
Cam-Tag Industries Inc.
Canada Aviation Museum
Canadian Digital Photo/Graphics Inc.
Canadian Plastics Group Ltd.
CanRep Inc.
Cantwell Cullen & Company Inc.
CFN Consultants
CFN Precision Inc.
CHC Composites Inc.
Cocor Aero Products Inc.
Composites Atlantic Ltd.
Comtek Advanced Structures Ltd.
Concurrent Mechanical Integration Inc.
CS Communications & Systems Canada Inc.
Deburex
Derco Aerospace Canada
Dunlea Products Company Ltd.
EADS Canada Inc.
Eagletronic Industries Inc.
EMJ Canada Inc.
Ensil Canada Ltd.
Exactatherm Limited
Field Aviation Sales Ltd.
Fleet Industries Ltd.
Flexibulb Inc.
Futuretek-Bathurst Tool
GE Canada; Aircraft Engines
Helipro International
Henkel Surface Technologies
Héroux-Devtek Inc.
Holland College-Aerospace & Industrial Technology

**Fabrication
and Equipment****Center**

Honeywell Canada
Howmet Aluminum Casting Ltd.
Idenco Canada Ltd.
IMP Group Int'l Inc.
Imperial Rubber & Urethane Corporation
Indal Technologies Inc.
Innotech Aviation Ltd.
Integris Metals
Interfast Inc.
International Custom Products Inc.
K&S Tool & Die Ltd.
Kelowna Flightcraft Ltd.
Ksatria Aero Inc
Lemex Industrial Group
Lockheed Martin Canada Inc.
MacDonald Dettwiler & Associates
MagChem Inc.
Magellan Aerospace Corporation
MAX Technologies Inc.
MBM Tool & Machine Co. Ltd.
Minicut International Inc.
Moody Industries
MTU Maintenance Canada Ltd.
N.M.F. Canada Ltd.
National Research Council
Neptec
Newmerical Technologies Int.
Noranco Manufacturing Ltd.
Northrop Grumman Canada Corporation
Northstar Aerospace (Canada) Inc.
Northstar Network Limited
Patlon Aircraft & Industries Limited
Placeteco
Pratt & Whitney Canada, Inc.
PRC-DeSoto International
Queensway Machine
Rasakti Inc.
Raytheon Canada Ltd.
Reil Industrial Enterprises Inc.
Renaissance Aeronautics Associates Inc.
Rivait Machine Tools Inc.
Rostar Precision Inc.
Samuel, Son & Co. Ltd.
Scientific Instrumentation Ltd.
Sermatech Canada Inc.
Shimco North America Inc.
Slemon Park Corporation
Spar Aerospace Limited
SPG Hydro International

Fabrication and Equipment	<p> Taylor Corp. Inc. Techman-Head (TMH) TECHNIPRODEC Ltd. Technique Design Terminal Systems International Inc. Testori Americas Corp. Tube-Fab Ltd. Ultra Electronics Maritime Systems Inc. University of Toronto Institute for Aerospace Studies Vac Aero International Inc. Valcom Ltd. Valiant Tool & Mold West Wind Aviation Zum Hingst Technologies Inc. </p>
SERVICES	<p> A & VM Business Development Limite ACRO Aerospace Adacel Inc. ADGA Group ADS Composites Marquez Advanced hybrid Aircraft Aero Alliance Aero Recip (Canada) Ltd. Aerodevco Consultants Ltd Aero-Safe Technologies Aerospace Concepts Aerospace North America Aerospace Welding Inc. Aerosystems International Inc. Aerovations Associates Air Base Property Corp. Air Data Inc. Airworthiness Specialty Consultants Albion Group Canada Inc. Appendix Publishing Inc. Applied Precision ASMI Advanced Systems Marketing International ATCO Frontec Corp. Atlantic Turbines International Inc. Atlantis Systems International Avcorp Industries Inc. Avianor Group Bell Helicopter Textron Binnacle Solutions Inc. BMCI Consulting Inc. Bodycote Materials Testing Boeing Aerospace Ltd. Bombardier Aerospace Cadorath Aerospace Inc. Cametoid Limited Canadian Digital Photo/Graphics Inc. </p>

SERVICES

Canadian Plastics Group Ltd.
CanRep Inc.
Cascade Aerospace
CERCA Research Centre on Applied Computation
CFN Consultants
CHC Composites Inc.
CMC Electronics Inc.
Composites Atlantic Ltd.
Comtek Advanced Structures Ltd.
CS Communications & Systems Canada Inc.
Derco Aerospace Canada
EADS Canada Inc.
Eagletronic Industries Inc.
Ensil Canada Ltd.
Eurocopter Canada Limited
Explorer Consulting Americas
Fabris PG-Div of Fabris Inc.
Field Aviation Sales Ltd.
Fleet Industries Ltd.
Flexibulb Inc.
Futuretek-Bathurst Tool
Gallium Software Inc.
GE Canada; Aircraft Engines
General Dynamics Canada
Global Aerospace Corp
Goodrich Corporation - Landing Gear Division
Henkel Surface Technologies
Héroux-Devtek Inc.
Honeywell Canada
Ian Martin Ltd.
IBM Canada Ltd.
Idenco Canada Ltd.
IMP Group Int'l Inc.
Indal Technologies Inc.
Innotech Aviation Ltd.
Interfast Inc.
JustMoreJobs Aeronautics
K&S Tool & Die Ltd.
Kelowna Flightcraft Ltd.
Ksatria Aero Inc
Lang Michener
Lemex Industrial Group
Lewis Companies
Lockheed Martin Canada Inc.
Loken Engineering Services
MacDonald Dettwiler & Associates
MagChem Inc.
Magellan Aerospace Corporation
MAX Technologies Inc.
Membertou Corporate Division

SERVICES

Messier-Dowty Inc.
Metcalf & Associates
MGMT2GO Inc.
Minicut International Inc.
MTU Maintenance Canada Ltd.
N.M.F. Canada Ltd.
National Research Council
Neptec
Newmerical Technologies Int.
Noranco Manufacturing Ltd.
Northrop Grumman Canada Corporation
Northstar Aerospace (Canada) Inc.
Northstar Network Limited
Novatronics Inc.
NOVAXA Consulting
Patlon Aircraft & Industries Limited
PointMan Canada Ltd.
Pratt & Whitney Canada, Inc.
PRC-DeSoto International
PricewaterhouseCoopers
PWM Consulting
Rasakti Inc.
Raytheon Canada Ltd.
RCC Consulting
Reil Industrial Enterprises Inc.
Rivait Machine Tools Inc.
Rolls-Royce Canada Ltd.
Saab Tech Canada Ltd.
Satori Air Services
Scientific Instrumentation Ltd.
SED Systems Inc.
Serco Aviation Services Inc.
Sermatech Canada Inc.
Silicomp Canada Inc.
Skylink Aviation Inc.
Slemon Park Corporation
Southport Aerospace Centre
Spar Aerospace Limited
Sparton Electronics
SPG Hydro International
Standard Aero
Tag Aerospace Inc.
Taylor Corp. Inc.
TDM Technical Services
Techman-Head (TMH)
Technique Design
Tecsult-Eduplus
Testori Americas Corp.
Thales Avionics Canada Inc.
The MacDonnell Group

Turbo Wing Development Canada
Turbomeca Engine Corp.
University of Toronto Institute for Aerospace Studies
Vae Aero International Inc.
Valcom Ltd.
Valiant Tool & Mold
Vantage By Epicor Software
Vector Aerospace Corporation
Wescam Inc.
West Wind Aviation
Westavia Technologies Ltd.
xwave
Zum Hingst Technologies Inc.

ANNEXE D

ÉTATS-UNIS: DEPARTEMENTS ET AGENCES DU GOUVERNEMENT FEDERAL ET DES COMITES DU CONGRÈS AYANT DES RESPONSABILITES SUR L'INDUSTRIE AERONAUTIQUE

(SOURCE: FINAL REPORT OF THE COMMISSION ON THE FUTURE
OF THE UNITED STATES AEROSPACE INDUSTRY)

A) FEDERAL DEPARTMENTS AND AGENCIES WITH AEROSPACE RESPONSIBILITIES

Agencies of the Executive Office of the President

- Central Intelligence Agency (e.g., communications, intelligence)
- Council of Economic Advisors
- Council on Environmental Quality
- Domestic Policy Council
- National Economic Council
- National Security Council
- Office of Management and Budget
- Office of Science and Technology Policy
- National Science & Technology Council
- President's Advisory Council on Science & Technology
- Office of the U.S. Trade Representative

Executive Departments

- Department of Agriculture (e.g., remote sensing for agricultural, rangeland and forestry resources; precision farming using GPS; positive train control for expedited shipment of crops to market)
- Department of Commerce (e.g., weather services, trade promotion, telecommunication and information administration)
 - National Oceanic and Atmospheric Administration
- Department of Defense (e.g., space support, force enhancement, space control, force applications)
 - Office of the Secretary

- Defense Advanced Research Projects Agency
- Missile Defense Agency
- National Reconnaissance Office
- National Security Agency
 - Joint Chiefs of Staff
- U.S. Strategic Command
 - U.S. Air Force
 - U.S. Army
 - U.S. Marine Corps
 - U.S. Navy
- Department of Education (e.g., distance learning, individualized instruction)
- Department of Energy (e.g., non-proliferation, nuclear energy, energy and material sciences, space radiation effects on human and materials)
- Health and Human Services (e.g., distance medicine, research on new medicines and drugs)
- Housing and Urban Development (e.g., regional and urban planning)
- Department of Interior (e.g., geodetics, fish and wildlife preservation, mining reclamation and enforcement, national park surveys)
 - U.S. Geological Survey
- Department of Justice (e.g., law enforcement, immigration, border patrol)
- Department of Labor (e.g., aerospace apprenticeship programs)
- Department of State (e.g., international treaty and standards development, transportation of foreign service professionals and dignitaries)
- Department of Transportation (e.g., civil air navigation, commercial space transportation, ground and sea transportation applications, law enforcement)
 - Federal Aviation Administration
 - Federal Highway Administration (e.g., intelligent transportation system)
 - Federal Motor Carrier Safety Administration (e.g., truck safety)
 - Federal Railroad Administration (e.g., positive train control)
 - Federal Transit Administration (e.g., intelligent transportation system)
 - Maritime Administration (e.g., maritime commerce)
 - National Highway Traffic Safety Administration (e.g., automobile safety)
 - Research and Special Programs Administration (e.g. pipelines and hazardous material safety)
 - Transportation Security Administration (e.g., security, law enforcement)
 - U.S. Coast Guard (e.g., search and rescue, law enforcement)
- Department of Treasury (e.g., customs, secret service)
- Department of Veteran Affairs (e.g., telecommunication)

Independent Agencies

- Environmental Protection Agency (e.g., environmental monitoring for developing regulations and for enforcement)
- Federal Emergency Management Agency (e.g., emergency response)
- General Services Administration (e.g., government aircraft services)
- NASA (e.g., space science, space transportation, aeronautics research and development)

- National Science Foundation (e.g., aerospace-related research)
- Tennessee Valley Authority (e.g., flood control, river way management, environmental research, forestry and wildlife management)

B) CONGRESSIONAL COMMITTEES WITH AEROSPACE

RESPONSIBILITIES

Full Committees of the Senate

Appropriations

Armed Services

- Aeronautical and space activities peculiar to development of weapon systems or military operations
- Departments of the Army, Navy, Air Force
- Military Research and Development

Banking, Housing, and Urban Affairs

- Economic stabilization and defense production
- Export and Foreign Trade
- Export Controls
- Financial aid to commerce and industry
- Renegotiation of government contracts

Budget

Commerce, Science and Transportation

- Interstate commerce
- Non-military aeronautical and space sciences
- Oceans, weather and atmospheric activities
- Regulation of interstate common carriers, including civil aviation
- Science, Engineering, Technology research, development, and policy
- Transportation

Energy and Natural Resources

- Energy research and development
- Nuclear energy
- Solar energy

Environment and Public Works

- Air pollution
- Noise pollution
- Regional Economic Development

Finance

- Customs and ports of entry
- Reciprocal trade agreements
- Tariffs and import quotas
- Transportation of dutiable goods

Foreign Relations

- Measures to foster commercial intercourse with foreign nations and to safeguard American business interests abroad

Governmental Affairs

- Census and collection of statistics, including economic statistics
- Intergovernmental relations
- Organization of the Executive Branch
- Government efficiency, economy, effectiveness
- Relationships between the US, states, and municipalities

Health, Education and Labor

- Measures relating to education and labor
- Labor standards and statistics
- Labor disputes
- Pension plans
- Student loans

Judiciary

- Patents, trademarks and copyrights
- Protection of trade and commerce against unlawful restraint and monopolies

Small Business and Entrepreneurship

Select Committees of the Senate

Intelligence

Full Committees of the House of Representatives

Appropriations

Armed Services

- Army, Navy, Air Force generally
- Intelligence related activities of DoD
- Scientific research and development pertaining to the military

Budget

Energy and Commerce

- Interstate and foreign commerce
- Energy generally
- Travel and tourism

Education and the Workforce

- Labor
- Education
- Mediation of disputes

Financial Services

- Economic stabilization and defense production
- Financial aid to commerce and industry [other than transportation]

Government Reform

- Government management and accounting generally
- Economy and efficiency of government
- Transportation of mail
- Public information and records
- Organization of the Executive Branch

International Relations

- Export controls and trading with the enemy
- Commercial intercourse abroad and safeguarding American business interests abroad
- International economic policy

Judiciary

- Patents, trademarks and copyrights
- Protection of trade and commerce against unlawful restraints and monopolies

Science

- Energy research
- Astronautical research and development, including resources, personnel, equipment, and facilities;

Outer space exploration and control

- Civil aviation research and development
- Environmental research and development
- NASA
- National Space Council
- National Science Foundation
- National Weather Service
- Science scholarships
- Scientific research and development, demonstrations and projects

Small Business**Transportation and Infrastructure**

- Public works in support of navigation
- Transportation, including civil aviation, safety and infrastructure
- Transportation regulatory agencies

Ways and Means

- Customs and ports of entry
- Reciprocal trade agreements
- Transportation of dutiable goods

ANNEXE E

ÉTATS-UNIS : LES CONTRATS DU GOUVERNEMENT FÉDÉRAL CONCERNANT LE SECTEUR
AÉROSPATIAL SELON LES AGENCES EXECUTIVES, 1993-2000

Agency Name	FY 1993	FY 1994	FY 1995	FY 1996	FY 1997	FY 1998	FY 1999	FY 2000
DOD	45,572,025,000	48,263,958,000	40,408,716,000	44,865,174,000	32,339,107,000	37,174,234,000	32,930,021,000	28,863,318,000
NASA	8,306,292,000	8,572,857,000	7,342,178,000	8,199,925,000	5,246,091,000	5,149,294,000	4,950,582,000	4,594,896,000
DOT	258,350,000	349,563,000	387,663,000	193,860,000	226,865,000	310,065,000	152,792,000	125,649,000
GSA	90,896,000	86,101,000	120,311,000	104,445,000	33,047,000	37,648,000	45,404,000	157,550,000
STATE	31,025,000	22,187,000	33,775,000	152,715,000	23,938,000	22,456,000	47,447,000	93,297,000
TREA	99,006,000	69,416,000	84,563,000	76,627,000	69,107,000	56,233,000	60,584,000	76,516,000
DOJ	27,701,000	43,986,000	34,872,000	27,184,000	104,880,000	44,965,000	44,459,000	86,578,000
DOI	56,907,000	64,958,000	30,106,000	75,661,000	50,796,000	54,992,000	56,120,000	69,116,000
DOE	9,216,000	10,384,000	18,917,000	30,065,000	16,690,000	46,858,000	44,016,000	43,630,000
USDA	17,253,000	21,247,000	27,781,000	30,318,000	21,478,000	20,210,000	18,048,000	27,726,000
DOC	17,534,000	17,846,000	52,930,000	15,945,000	24,648,000	14,539,000	14,191,000	7,465,000
HHS	17,051,000	8,658,000	42,938,000	17,007,000	7,371,000	8,579,000	10,651,000	13,026,000
TVA	1,874,000	3,853,000	13,500,000	4,447,000	2,818,000	4,343,000	2,730,000	3,866,000
DVA	2,086,000	1,695,000	3,475,000	3,615,000	1,070,000	1,431,000	826,000	3,617,000

DOD U.S. Department of Defence
DOC Department of Commerce
DOE U.S. Department of Energy
DOE Department of Energy
DOJ Department of Justice
DOT U.S. Department of Transportation
DVA Department of Veterans Affairs
GSA General Services Administration
NASA National Aeronautics and Space Administration
USDA United States Department of Agriculture

BIBLIOGRAPHIE

- Abernathy, W. J et J. M. Utterback. 1978. "Patterns of Industrial Innovation." *Technology Review*, 80: 41-47.
- Acs, Z.J. et D.B. Audretsch. 1988. "Innovation in Large and Small Firms: An Empirical Analysis." *The American Economic Review*, 78 (4): 678-690.
- Acs, Z.J., Audretsch, D.B. et M.P. Feldman. 1994. "R & D Spillovers and Recipient Firm Size." *The Review of Economics and Statistics*, 76 (2): 336-340.
- Acs, Z.J., Anselin, L. et A. Varga. 2002. "Patents and innovation count as measures of regional production of new knowledge." *Research Policy*, 31 (7): 1069-1085.
- Acs Z. J. et A. Varga. 2002. "Geography, Endogenous Growth, and Innovation." *International Regional Science Review*, 25 (1): 132-148.
- European Association of Aerospace Industries (AECMA). 2003. "European Aerospace Industry, 2002." www.aecma.org
- Aerospace Industries Association (A.I.A.). *Annual statistical editions*.
www.aia-aerospace.org
- Aerospace Industries Association (A.I.A.). 2006. "Aerospace Facts and Figures 2004/2005." www.aia-aerospace.org
- Aerospace Industries Association (A.I.A.). 2002. "Aircraft supplier guide."
www.aia-aerospace.org
- Agarwal, R. et B. L. Bayus. 2004. "Creating and surviving in new industries" In J. Baum et A. McGahan, eds. *Advances in Strategic Management: Business Strategy over the Industry Lifecycle*, 107-130. San Diego, Oxford et London: Elsevier.

Agarwal, R. et D. B Audretsch. 2000. "Does entry size Matter? The impact of the Life Cycle and Technology on Firms." *Journal of Industrial Economics*, 49 (1): 21-43.

Agrawal, A. et I. M. Cockburn. 2002. "University research, industrial R&D and the Anchor tenant hypothesis." NBER Working Paper no. W9212.

Airbus. www.airbus.com.

Allen, P. M. 1997. *Cities and regions as self-organizing systems: models of complexity*. Amsterdam: Gordon and Breach Science.

Almeida, B. 2002. "Good Jobs Flying Away: The US Jet Engine Industry." In Lazonick, W. et O'Sullivan, M., eds. *Corporate governance and sustainable prosperity*, 104-140. Houndmills, U.K.; New York: Jerome Levy Economics Institute Series, Palgrave.

Altenburg, T. et J. Meyer-Stamer. 1999. "How to Promote Clusters: Policy Experiences from Latin America." *World Development*, 27 (9): 1693-1713.

Amesse F., Cohendet, P. et al. 2002. "Economic Effects and Spin-offs in a Small Space Economy: The Case of Canada." *Journal of Technology Transfer*, 27 (4): 339-348.

Amesse, F., Desranleau, C. et al. 1991. "The individual inventor and the role of entrepreneurship: A survey of the Canadian evidence." *Research Policy*. 20 (1): 13-27.

Amin, A. et P. Cohendet. 2005. "Geographies of knowledge formation in Firms." *Industry and Innovation*. 12(4): 465-486.

Andersen, E. S. 1995. "Theories of Localised Resource-Based. Growth and Development - From Marshall to New Evolutionary Economics." In Hyttinen, P., Mononen, A., et P. Pelli, eds. *Regional Development Based on Forest Resources: Theories and Practices*, 5-16. Actes de conference: EFI Proceedings No. 9, European Forest Institute, Joensuu.

Anderson, C.R. et C.P. Zeithaml. 1984. "Stage of the Product Life Cycle, Business Strategy, and Business Performance." *The Academy of Management Journal*. 27(1): 5-24.

- Archambault, É. 2002. "Methods for using patents in cross-country comparisons." *Scientometrics*, 54 (1): 15-30.
- Archibugi, D. 1988. "In search of a useful measure of technological innovation to make economists happy without discontenting technologists." *Technological Forecasting and Social Change*, 34 (3): 253-277.
- Archibugi, D. et J. Michie. 1995. "The globalization of technology: a new taxonomy." *Cambridge Journal of Economics*, 19 (1): 21-40.
- Archibugi, D. et C. Pietrobelli. 2003. "The globalization of technology and its implications for developing countries: Windows of opportunity or further burden?" *Technological Forecasting and Social Change*, 70: 861-883.
- Arrow, K.J. 1962. "The economic implications of learning by doing." *Review of Economic Studies*, 29: 155-173.
- Arthur, W. B. 1990. "Positive Feedbacks in the Economy." *Scientific American*, 262 (2): 92-99.
- Arthur, W. B. 1994. *Increasing Returns and Path Dependence in the Economy*. Ann Arbor, Michigan: University of Michigan Press.
- Arthur, W. B. 1999. "Complexity and the Economy" *Science*, 284: 107-109.
- Arthur, B. W., Durlauf, S. et D. Lane. 1997. "Process and Emergence in the Economy." In Arthur, W. B., Durlauf, S. N. et D. A. Lane, eds. *The Economy as an Evolving Complex System II*. Mass.: Addison Wesley.
- Asheim, B. T. et A. Isaksen. 2002. "Regional Innovation Systems: The Integration of Local 'Sticky' and Global 'Ubiquitous' Knowledge." *Journal of Technology Transfer*, 27: 77-86.
- Asheim, B.T. et L. Coenen. 2005. "Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing Nordic clusters." *Research Policy*, 34 (8): 1173-1190.
- Asheim, B., Cooke P. et R. Martin. 2006. "The rise of the cluster concept in regional analysis and policy: a critical assessment." In Asheim, B., Cooke P. et R. Martin, eds. *Clusters and regional development: critical reflections and explorations*, 1-29. London, New York: Routledge.

Audretsch, D. B. et M. P. Feldman. 1996a. "R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production." *The American Economic Review*, 86 (3): 630-640.

Audretsch, D. B. et M.P. Feldman. 1996b. "Innovative clusters and industry life cycle." *Review of Industrial Organization*, 11: 253-273.

Audretsch, D. B. et M.P. Feldman. 2002. *Localized Knowledge Spillovers: Theory and Evidence*. Présenté au séminaire "Clusters in high-technology." Montreal, UQAM, November.

Audretsch, D, Bozeman, B. et al. 2002. "The economics of Science and Technology." *Journal of Technology Transfer*, 27 (2): 155-203.

Audretsch, D. et D. Dohse. 2004. "The Impact of Location on Firm Growth." CEPR Discussion Papers no. 4332. CESPRI, Centre for Research on Innovation and Internationalisation, Università Bocconi, Milano, Italy.

Autant-Bernard, C., Mangematin, V. et N. Massard. 2002. *Creation and Growth of High Tech SMEs: the role of local environment*. Présenté au séminaire "Clusters in high-technology." Montreal, UQAM, November.

Baldwin, C. Y. et K. B. Clark. 2000. *Design rules. The power of modularity*. Cambridge, MA: MIT Press.

Baldwin, W. L. et J. T. Scott. 1987. *Market Structure and Technological Change*. New York: Harwood Academic Publishers.

Baptista, R. et P. Swann. 1998. "Do firms in clusters innovate more?" *Research Policy*, 27 (5): 525-540.

Baptista, R. et P. G.M. Swann. 1999. "A comparison of clustering dynamics in the US and UK computer industries." *Journal of Evolutionary Economics*. 9: 373-399.

Bartelsman, E. J., Becker, R. A. et W. B Gray. 2000. *NBER Manufacturing productivity database 1958-1996*. <http://www.nber.org>.

Baskaran, A. 2004. "The dynamics of technology: Creation and diffusion of skills and knowledge." *Technovation*. 24 (11): 921-922.

Bastid, A. 2001. "Le prochain défi d'Embraer se jouera sur les marchés de défense." *Technologies internationales*, 76: 25-28.

Bathelt, H. 2003. "Geographies of production: growth regimes in spatial perspective: innovation, institutions and social systems." *Progress in Human Geography*, 27(6): 763-778.

Bathelt, H., Malmberg, A. et P. Maskell. 2004. "Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation." *Progress in Human Geography*, 28(1): 31-56.

Baum, J. A. C. et J.V. Singh. 1994. *Evolutionary dynamics of organizations*. New York: Oxford University Press.

Beaudry, C. et S. Breschi. 2000. "Does clustering really help firms' innovative activities?" CESPRI Working Papers no. 111. CESPRI, Centre for Research on Innovation and Internationalisation, Università Bocconi, Milano, Italy

Becattini, G. 1990. "The Marshallian industrial districts as a socio-economic notion." In Pyke, F. et al., eds. *Industrial districts and Inter-firm Cooperation in Italy*, 37-51. Geneve: International Institute for Labour Studies.

Becattini, G. 2000. *Il distretto industriale, un nuovo modo di interpretare il cambiamento economico*. Torino: Rosenberg & Sellier.

Becker, M.C., Knudsen, T. et J.G. March. 2006. "Schumpeter, Winter, and the sources of novelty." *Industrial and Corporate Change*. 15 (2): 353-371.

Bélis-Bergouignan, M.-C., Frigant, V. et D. Talbot. 2001. "L'articulation global/local des modèles industriels pharmaceutique, automobile et aéronautique." Notes de recherche no.2001-6. Equipe Industries Innovation Institutions, Université Bordeaux IV.

Bernstein, M. 1987. *The Great Depression: Delayed Recovery and economic changes in America, 1929-1939*. New York: Cambridge University Press.

Bessen, J. et R.M. Hunt. 2004. "An empirical look at software patents." Working Paper. Research on Innovation and Boston University School of Law.

Bilstein, R. E. 1996. *The American Aerospace Industry*. New York, London, Mexico City, New Delhi, Singapore, Sydney, Toronto: Twayne Publishers; Prentice Hall International.

Bluestone, B., Jordan, P. et M. Sullivan. 1981. *Aircraft Industry Dynamics: an Analysis of Competition, Capital and Labor*. Boston: Auburn House.

Boeing. www.boeing.com.

Boily, L. 2006. "Les enjeux de l'aéronautique 2006-2016. Au -delà des apparences." Présenté lors du premier grand forum sur les enjeux de l'industrie aérospatiale au Québec, mars. CAMAQ-Publications.

Bombardier. www.bombardier.com.

Bonaccorsi, A. et P. Giuri. 2000. "When shakeout doesn't occur: The Evolution of the turboprop engine industry." *Research Policy*, 29 (7-8): 847-870.

Boschma, R.A. 1999. "The rise of clusters of innovative industries in Belgium during the industrial epoch." *Research Policy*, 28 (8): 853-871.

Bottazzi, L. 2001. "Globalization and local proximity in innovation: A dynamic process." *European Economic Review*. 45 (4-6): 731-741.

Bourgault, M. 1997. "Analyse des rapports entre donneurs d'ordres et sous-traitants de l'industrie aérospatiale nord-américaine." CIRANO. Série scientifique. Montréal.

Bowers, P. M. 1968. *Boeing aircraft since 1916*. New York: Funk & Wagnalls.

Boyer, Walter J. 1998. *Beyond the Horizons – The Lockheed Story*. New York: St. Martin's Press.

Bozdogan, K., Deyst, J. et al. 1998. "Architectural innovation in product development through early supplier integration." *R&D Management*, 28 (3): 163-173.

Brenner, T. 1998. "Can Evolutionary algorithms describe learning processes?." *Journal of Evolutionary Economics*, 8 (3): 271-283.

Brenner, T. 2001a. "Self-organization, Local Symbiosis of Firms and the Life Cycle of Localized Industrial Clusters." *Papers on Economics & Evolution*. Max-Planck-Institute for Research into Economic Systems. Jena, Germany.

Brenner, T. 2001b. "Stimulating the Evolution of Localized Industrial Clusters- An Identification of the Basic Mechanisms." *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 4 (3):
<http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/4/3/4.html>.

Brenner, T. 2004. *Local industrial clusters: existence, emergence, and evolution*. London, New York: Routledge.

Breschi, S. et F. Lissoni. 2001. "Knowledge Spillovers and Local Systems: A Critical Survey." *Industrial and Corporate Change*, 10 (4): 975-1004.

Breschi, S. et F. Lissoni. 2002. *Mobility and Social Networks: Localized Knowledge Spillovers Revisited*. Présenté au séminaire "Clusters in high-technology." Montreal, UQAM, novembre.

Bresnahan, T. et Gambardella, A. et A. Saxenian. 2001. "Old Economy' inputs for 'New Economy' outcomes: cluster formation in the New Silicon Valleys." *Industrial and Corporate Change*, 10 (4): 835-860.

Bresnahan, T. F. et A. Gambardella. 2004. "Old Economy' inputs for 'New Economy' outcomes: What have we learned?" In Bresnahan, T. F. et A. Gambardella., eds. *Building high-tech clusters: Silicon Valley and beyond* Cambridge, 331-358. Cambridge: Cambridge University Press.

Brezis, E., S. et P. Krugman. 1997. "Technology and Life-Cycle of Cities." *Journal of Economic Growth*. 2 (2): 369-383.

Bright, C.D. 1978. *The jet makers: the aerospace industry from 1945 to 1972*. Lawrence: Regents Press of Kansas.

British Columbia Ministry of Advanced Education. *B.C. Aerospace Strategy: New opportunities across British Columbia*.
www.aved.gov.bc.ca/aerospace/industry.htm

BusinessWeek. 2006. Russia's Grand Plan to Restore Its Glory. 18 septembre.

Cainelli, G., Iacobucci, D. et E. Morganti. 2006. "Spatial agglomeration and business groups: New evidence from Italian industrial districts." *Regional Studies*, 40 (5): 507-518.

Cairncross, F. 1997. *The Death of Distance*. Boston: Harvard Business School.

CAMAQ (Centre d'adaptation de la main-d'œuvre aérospatiale au Québec). 2004. *Bilan sectoriel*. <http://www.camaq.org>

Cantner, U.G.H. 2004. "Cooperation and specialization in German technology regions." *Journal of Evolutionary Economics*, 14 (5): 543-562.

Carlsson, B. 1997. "Four Technological Systems: What Have We Learned?" In Carlsson, B., ed. *Technological systems and industrial dynamics*, 279-298. Boston: Kluwer Academic Publishers.

Carlsson, B., Jacobsson, S. et al. 2002. "Innovation systems: analytical and methodological issues." *Research Policy*, 31 (2): 233-245.

Cassiolato, J.E., Bernardes, R. et al. 2002. "Passive innovation system and local learning: a case study of Embraer in Brasil." Document de travail. UNCTAD-DITE, Investment Policy and Capacity-Building Branch.

Casson, M. 2000. *Enterprise and Leadership*. Cheltenham: Edward Elgar.

Caves, R.E. 1998. "Industrial Organization and New Findings on the Turnover and Mobility of Firms." *Journal of Economic Literature*, 36 (4): 1947-1982.

Chabchoub, N. et J. Niosi. 2005. "Explaining the propensity to patent computer software." *Technovation*, 25 (9): 971-978.

Chiaroni, D. et V. Chiesa. 2006. "Forms of creation of industrial clusters in biotechnology." *Technovation*, 26 (9): 1064-1076.

Christensen, C.M., Suarez, F.F. et J.M. Utterback. 1998. "Strategies for Survival in Fast-Changing Industries." *Management Science*, 44 (12, Part 2 of 2): S207-S220.

- Cohen, W. M. et D. A. Levinthal. 1989. "Innovation and Learning: The Two Faces of R&D." *The Economic Journal*, 99 (397): 569-596.
- Cohen, W. M. et R. C. Levin. 1989. "Empirical studies of innovation and market structure." In Schmalensee R. et R. Willig, eds. *Handbook of Industrial Organization*, 1059-1107. Amsterdam, New York, Ooxford, Tokyo: Elsevier Science Publishers.
- Cohen, W. M. et D. A. Levinthal. 1990. "Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation." *Administration Science Quarterly*, 35(1): 128-152.
- Cohen, W.M. et S. Klepper. 1992. "The tradeoff between firm size and diversity in the pursuit of technological progress." *Small Business Economics*, 4 (1): 1-14.
- Collin, Y. 1999. *La restructuration de l'industrie aéronautique européenne*. Rapport d'information 414 (98-99) – Commission des finances. <http://senat.fr>.
- Commission on the Future of the United States Aerospace Industry. 2002. Final Report. Washington D.C.
<http://www.ita.doc.gov/td/aerospace/aerospacecommission/AeroCommissionFinalReport.pdf>
- Cooke, P. 2001a. "From Technopoles to Regional Innovation Systems: The Evolution of Localized Technology Development Policy." *Canadian Journal of Regional Science*, XXIV (1): 21-40.
- Cooke, P. 2001b. *Knowledge Economics: clusters, learning and cooperative advantage*. London, New York: Routledge.
- Cooke, P. 2004. "Regional Knowledge Capabilities, Embeddedness of Firms and Industry Organization: Bioscience Megacentres and Economic Geography." *European Planning Studies*, 12 (5): 625-641.
- Cooke, P. 2005a. *Learning Regions: A Critique*. Présenté dans le cadre de "4th. European Meeting on Applied Evolutionary Economics," Utrecht, mai.
- Cooke, P. 2005b. "Regionally Asymmetric knowledge capabilities and open innovation: Exploring 'Globalisation 2'-A new model of industry organisation." *Research policy*, 34 (8): 1128-1149.

Cooke, P. et K. Morgan. 1998. *The Associational Economy: Firms, Regions and Innovation*. Oxford: Oxford University Press.

Cooke, P. et R. Huggins. 2002. "High technology clustering in Cambridge." In Sforzi, F., ed. *The institutions of Local Development*, 51-74. Aldershot, UK; Burlington, Vermont: Ashgate Publishing Company.

Criscuolo, P., Narula R. et B. Verspagen. 2005. "Role of home and host country innovation systems in R&D internationalization: a patent citation analysis." *Economics of Innovation and New Technology*, 14 (5): 417-433.

Cunningham, W. G. 1951. *The Aircraft Industry: a Study in Industrial Location*. Los Angeles, California: Lorrin L. Morrison.

Cusumano, M.A., Mylonadis, Y. et R.S. Rosenbloom. 1992. "Strategic Maneuvering and Mass-Market Dynamics: The Triumph of VHS over Beta." *The Business History Review*. 66 (1): 51-94.

Dagenais, D.L. et L. Seguin-Dulude. 1990. "Analysis of Individual Canadian Inventor Behaviour." Document de travail no. 90-15, École des Hautes Études Commerciales (HEC), Montréal.

Dalum, B., Johnson, B. et B.-A. Lundvall. 1992. "Public Policy in the Learning Society." In Lundvall, B.-A, ed. *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter Publishers.

Dalum, B., Pedersen, C. et G. Villumsen. 2005. "Technological Life-Cycles: Lessons from a Cluster Facing Disruption." *European Urban and Regional Studies*, 12(3): 229-246.

Damanpour, F. 1992. "Organizational size and Innovation." *Organization Studies*, 13 (3): 375-402.

David, P.A. 1985. "Clio and the Economics of QWERTY." *The American Economic Review*, 75 (2): 332-337.

Day, G.S. 1981. "The Product Life Cycle: Analysis and Applications Issues." *Journal of Marketing*, 45 (4): 60-67.

- de Fontenay, C. and E. Carmel. 2001. "Israel's Silicon Wadi: The forces behind cluster formation." SIEPR Discussion Paper no. 00-40. Stanford Institute for Economic Policy Research.
- de Kort, J. et S. Kluiters. 2003. "Reforming the Russian aviation industry." *European Business Review*, 15 (6): 381-389.
- Défense Nationale du Canada. NORAD. www.norad.mil
- Demers, E. et B. Lev. 2001. "A Rude Awakening: Internet Shakeout in 2000." *Review of Accounting Studies*, 6 (2 - 3): 331-359.
- Dewar, R.D. et J.E. Dutton. 1986. "The Adoption of Radical and Incremental Innovations: An Empirical Analysis." *Management Science*, 32 (11): 1422-1433.
- Dhalla, N.K. et S. Yuspeh. 1976. "Forget the Product Life Cycle Concept." *Harvard Business Review*, 54 (1): 102-112.
- Direction des industries du matériel aérospatial et de défense. 2001. *L'Aérospatial*. Bulletin d'information, 17 (3): 5.
- Dixon, M. X. 1999. *State strategy, firm strategy and strategic alliance: evidence from US-Asian collaboration in commercial aircraft manufacturing*. Thèse de doctorat, University of Pittsburg.
- Dodd, P. A. 1933. *Financial policies in the aviation industry*. Philadelphia.
- Dohse, D. 2000. "Technology policy and the regions -- the case of the BioRegio contest." *Research Policy*, 29 (9): 1111-1133.
- Doloreux, D. 2002. "What should we know about regional systems of innovation?" *Technology in Society*, 24: 243-263.
- Doloreux, D. et P. Saeed. 2004. "Regional Innovation Systems: A critical Synthesis. *Intech: Institute for New technologies*." Discussion paper Series. United Nation University.
- Dosi, G. 1984. *Technological Change and Industrial transformation*. Londres: MacMillan.

Dosi, G. 1993. "Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change." *Research Policy*, 22 (2): 102-103.

Dosi, G. et R. R. Nelson. 1994. "An introduction to Evolutionary Theories in Economics." *Journal of Evolutionary Economics*, 4 (3): 153-172.

Dosi, G. et F. Malerba. 2003. "Interpreting industrial dynamics twenty years after Nelson and Winter's Evolutionary Theory of Economic Change: a preface." *Industrial and Corporate Change*, 11 (4): 619-622.

Dunning, J. H. 1993. *The Globalisation of Business*. London: Routledge.

Dussauge, P. et B. Garrette. 1995. "Determinants of success in international strategic alliances: Evidence from the global aerospace industry." *Journal of International Business Studies*, 26: 505-530.

Dymski, G.A. 1996. "On Krugman's model of economic geography." *Geoforum*, 27: 439-452.

Edquist, C. 1997. "Systems of Innovation Approaches - Their Emergence and Characteristics." In Edquist, C., ed. *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, 1-35. London: Pinter.

Ellison, G. et E. L. Glaeser. 1997. "Geographic concentration in U.S. manufacturing industries: A dartboard approach." *The Journal of Political Economy*, 105 (5): 889-927.

Ellison, G. et E. L. Glaeser. 1999. "The Geographic Concentration of Industry: Does Natural Advantage Explain Agglomeration?" *The American Economic Review*. 89 (2): 311-316.

Ernst, H. 2001. "Patent applications and subsequent changes of performance: evidence from time-series cross-section analyses on the firm level." *Research Policy*, 30 (1): 143-157.

Etzkowitz, H. et L. Leydesdorff. 1997. "A Triple Helix of University-Industry-Government Relations." In Etzkowitz, H. et L. Leydesdorff, eds. *Universities in the Global Knowledge Economy: A Triple Helix of University-Industry-Government Relations*. London: Cassell Academic.

Fagerberg, J. 2005. "Innovation: A Guide to the Literature." In Fagerberg, J., Mowery, D.C. et al., eds. *The Oxford Handbook of Innovation*, 1-27. Oxford, New York: Oxford University Press.

Feldman, M. P. 1994. *The geography of innovation*. Boston: Kluwer Academic.

Feldman, M. P. 2001. "The Entrepreneurial Event Revisited: Firm Formation in a Regional Context." *Industrial and Corporate Change*, 10 (4): 861-891.

Feldman, M. P. 2003. "The Locational Dynamics of the U.S. Biotech Industry: Knowledge Externalities and Anchor Hypothesis." *Industry and Innovation*, 10 (3): 311-328.

Feldman, M.P. et R. Florida. 1994. "The Geographic Sources of Innovation: Technological Infrastructure and Product Innovation in the United States." *Annals of Association of American Geographer*, 84 (2): 210-229.

Feldman, M.P. et D. B. Audretsch. 1999. "Innovation in cities: Science - based diversity, specialization and localized competition." *European Economic Review*, 43: 409-429.

Feser, E. 1998. "Old and new theories of industrial clusters". In Steiner, M., ed. *Clusters and regional specialization: On Geography, Technology and Networks*, 18-40. London: Pion.

Finch, J.H. 1998. "The re-employment experiences of former aerospace employees within a local economy." *Regional Studies*, 32 (5): 421-433.

Flaig, G. et M. Stadler. 1994. "Success breeds success. The dynamics of the innovation process." *Business and Economics*, 19 (1): 55-68.

Flick, U. 2002. *An Introduction to Qualitative Research*, London, Thousand Oaks, New Delhi: Sage Publications.

Flier, B., Bosch, F., Van Den, A. J. et al. 2003. "Co-evolution in Strategic Renewal Behavior of British, Dutch and French Financial Incumbents: Interaction of Environmental Selection, Institutional Effects and Managerial Intentionality." *Journal of Management Studies*, 40 (8): 2163-2187.

Florida, R. 1997. "The globalization of R&D: Results of a survey of foreign-affiliated R&D laboratories in the USA." *Research Policy*, 26 (1): 85-103.

Forman, C., Goldfarb, A. et S. Greenstein. 2005. "Geographic location and the diffusion of Internet technology." *Electronic Commerce Research and Applications*, 4: 1-13.

Forrester, J. W. 1976. *Principles of Systems*. Cambridge, MA.: MIT Press.

Foss, N. J. et Robertson, P.L. 2000. "Introduction, resources, technology and strategy." In Foss, N. J. et Robertson, P.L., eds. *Resources, Technology and Strategy*, 1-10. London: Routledge.

Foss, N. J. et P.G. Klein. 2005. "The Theory of the Firm and Its Critics: A stocktaking and Assessment." CORI Working Paper no. 2005-03.

Foster, J. 2005. "From simplistic to complex systems in economics." *Cambridge Journal of Economics*, 29 (6): 873-892.

Foster, J. et J. Metcalfe. 2001. "Modern evolutionary perspective: an overview." In Foster, J. et J. Metcalfe., eds. *Frontiers of evolutionary economics: Competition, Self-Organization and Innovation Policy*, 1-18. Cheltenham: Edward Elgar.

Freeman, C. 1982. *The Economics of Industrial Innovation*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Freeman, C. 1987. *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London: Pinter Publishers.

Freeman, C. 1995. "The 'National Systems of Innovation' in historical perspective." *Cambridge Journal of Economics*, 19: 5-24.

Freudenthal, E. E. 1940. *The Aviation Business: From Kitty Hawk to Wall Street*. New York: Vanguard Press.

Frigant, V., Kechidi, M. et D. Talbot. 2006. *Les territoires de l' Aéronautique: EADS, entre mondialisation et ancrage*. Paris: L'Harmattan.

Frigant, V., et D. Talbot. 2003. "Convergence et diversité au passage à la production modulaire dans l'aéronautique et l'automobile en Europe." Présenté à la 135ème journée de travail du GERPISA, MSH-EHESS, Paris, février.

Fuhs, A.E. 1978. "A rising sun in aircraft: Japanese commercial aircraft development programs." *Astronautics and Aeronautics*, 16: 52-59.

Fujita, M. et J-F. Thisse. 1996. "Economics of Agglomeration." *Journal of the Japanese and International Economics*, 10: 339-78.

Fujita, M., Krugman, P. et A.J.Venables. 1999. *The Spatial Economy. Cities, Regions and International Trade*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Galbraith, J. K. 1956. *American Capitalism: the concept of countervailing power*. Boston: Houghton Mifflin.

Gardner, C. 1981. *British Aircraft Corporation: A history*. London: B.T. Batsford, Ltd.

Gardner D. 1987. "The product life cycle: A critical look at the literature." In Houston, M., ed. *Review of Marketing*, 162-194. American Marketing Association. Chicago

Garnsey, E. 1998. "The Genesis of the High Technology Milieu: A Study in Complexity." *International Journal of Urban and Regional Research*, 22 (3): 361-377.

Georgescu-Roegen, N. 1971. *The Entropy Law and the Economics Process*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Geroski, P.A. 1995. "What do we know about entry?" *International Journal of Industrial Organization*, 13: 421-440.

Geroski, P. A. et M. Mazzucato. 2001. "Modelling the dynamics of industry populations." *International Journal of Industrial Organization*, 19 (7): 1003-1022.

Gertler, M.S. et Y.M. Levitte. 2005. "Local nodes in global networks: The Geography of knowledge Flows in Biotechnology Innovation." *Industry and Innovation*, 12 (4): 487-507.

Gormand, C. 1993. *L'industrie aéronautique et spatiale. Logique économique - logique de marché*. Paris: L'Harmattan.

Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales (GIFAS). <http://www.gifas.asso.fr>.

Glasmeier, A.K. 1999. "Territory-Based Regional Development Policy and Planning in a Learning Economy: The Case of 'Real Service Centers' in Industrial Districts." *European Urban and Regional Studies*, 6(1): 73-84.

Goldstein, A. 2001. "From National Champion to Global Player: Explaining the Success of Embraer." *CEPAL Review*, 71.

Goldstein, A. 2005. "The Political Economy of Industrial Policy in China: The Case of Aircraft Manufacturing." William Davidson Institute Working Paper. University of Michigan.

Gompers, E. et J. Lerner. 1999. *The venture Capital Cycle*. Cambridge: MIT Press.

Gordon, I. R., et P. McCann. 2000. "Industrial Clusters: Complexes, Agglomeration and/or Social Networks." *Urban Studies*, 37 (3): 513-532.

Gort, M. et S. Klepper. 1982. "Time Paths in the Diffusion of Product Innovations." *The Economic Journal*, 92 (367): 630-653.

Grant, R.M. 1996. "Toward a Knowledge-Based Theory of the Firm." *Strategic Management Journal*, 17: 109-122.

Gray, M., Golob, E. et A. Markusen. 1996. "Big Firms, Long Arms, Wide Shoulders: The 'Hub-and-Spoke' and 'CloseCurlyQuote' Industrial District in the Seattle Region." *Regional Studies*, 30 (7): 651-666.

Griliches, Z. 1979. "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth." *The Bell Journal of Economics*, 10 (1): 92-116.

Griliches, Z. 1990. "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey Part I." NBER Working Papers no. 3301.

Griliches, Z. 2000. "The search for R&D spillovers." *International Library of Critical Writings in Economics*, 117 (2): 351-369.

Grossman, G.M. et E. Helpman. 1991. "Endogenous Product Cycles." *The Economic Journal*, 101 (408): 1214-1229.

Guellec, D. et B. van Pottelsberghe de la Potterie. 2001. "The internationalization of technology analyzed with patent data." *Research Policy*, 30 (8): 1253-1266.

Hagedoorn, J. et M. Cloudt. 2003. "Measuring innovative performance: is there an advantage in using multiple indicators?" *Research Policy*, 32 (8): 1365-1379.

Hall, B. H. et J. Mairesse. 2006. "Empirical studies of innovation in the knowledge driven economy." NBER Working Paper no. W12320.

Hall, W.K. 1980. "Survival strategies in hostile environment." *Harvard Business Review*, 58: 75-85.

Hart, N. 2003. "Marshall's Dilemma: Equilibrium versus Evolution." *Journal of Economic Issues*, 37 (4): 1139-1160.

Harrison, B. 1992. "Industrial Districts: Old Wine in New Bottles?" *Regional Studies*, 26 (5): 469-483.

Hausman, J. B. H., Hall. B. et Z. Griliches. 1984. "Econometric Models for Count Data with an Application to the Patents-R&D Relationship." *Econometrica*, 52 (4): 909-938.

Hayek, F.A. 1945. "The Use of Knowledge in Society." *The American Economic Review*. 35 (4): 519-530.

Hayek, F.A. 1953. *Scientisme et sciences sociales: essai sur le mauvais usage de la raison*. Paris: Plon.

Hayward, K. 1989. *The British Aircraft Industry*. Manchester: Manchester University Press.

Higham, R. D. et Von Hardesty. 1998. *Russian Aviation and Air Power in the Twentieth Century*. London: Frank Cass Publishers.

Himmelberg, C.P. et B.C. Petersen. 1994. "R&D and internal finance: A panel study of small firms in high-tech industries." *Review of Economics and Statistics*, 76: 38-51.

Hodgson, G.M. 1992. "The reconstruction of economics: Is there still a place for neoclassical theory?" *Journal of Economic Issues*, 26 (3): 749-767.

Hodgson, G.M. 2000. "What is the essence of institutional economics?" *Journal of Economic Issues*, 34 (2): 317-329.

Hodgson, G. M. et T. Knudsen. 2004. "The firm as an interactor: firms as vehicles for habits and routines." *Journal of Evolutionary Economics*, 14 (3): 281-307.

Hofer, C.W. 1975. "Toward a contingency theory of business strategy." *Academy of Management Journal*, 18: 784-810.

Holmes, H. 2004. *Avro : the history of an aircraft company*. Ramsbury : Crowood.

Hommen, L. et Doloreux, D. 2004. "Bring Back Labour in: A 'New' Point of Departure for the Regional Innovation Approach." In Flensburg, P., Hörte, S.A. et K. Karlsson, eds. *Knowledge Spillovers and Knowledge Management*, 309-344. London: Edward Elgar Publisher.

Hotson, F.W. 1983. *The De Havilland Canada story*. Toronto: Canav Books.

Hudson, R. 1999. "The Learning Economy, the Learning Firm and the Learning Region': A Sympathetic Critique of the Limits to Learning." *European Urban and Regional Studies*, 6 (1): 59-72.

Iaurif, T. P. 2005. *La filière industrielle aérospatiale en Ile de France: état des lieux et enjeux*. Paris: Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région d'Ile de France.

Industrie Canada (Direction générale de l'aérospatiale et de l'automobile). 2005. *Cadre stratégique national pour le secteur de l'aérospatiale et de la défense*. <http://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/inad-ad.nsf/fr/ad03860f.html>.

Industrie, Sciences et Technologie Canada. 1991. *L'aérospatiale*. Ottawa: Profile de l'industrie.

Industry Canada: Strategis. <http://strategis.ic.gc.ca>.

Jaffe, A.B., Trajtenberg, M., et R. Henderson. 1992. "Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations." NBER Working Papers no. 3993.

Jaffe, A. B. et M. Trajtenberg. 2002. *Patents, Citations and Innovations*. London, England: The MIT Press.

Jane's all the world aircraft. 1909-. New York; London: McGraw-Hill; Sampson Low, Marston and Co.

Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA). 2006. "Next generation airplane." <http://www.jaxa.jp>

Jensen, P. H. et Webster E. 2003. "Examining Biases in Measures of Firm Innovation." Melbourne Institute Working Paper Series no. wp2004n10.

Jovanovic, B. et G. MacDonald. 1993. The Life Cycle of a Competitive Industry. NBER Working Papers no. 4441.

Kamien, M. I. et N. L. Schwartz. 1982. *Market Structure and Innovation*. Cambridge: Cambridge University Press.

Kim, B. 2003. "Managing the transition of technology life cycle." *Technovation*, 23 (5): 371-381.

Kleinknecht, A., Montfort, V.K. et E. Brouwer. 2002. "The non-trivial choice between innovation indicators." *Economic Innovation and New Technology*, 11 (2): 109-121.

Klepper, S. 1996. "Entry, exit, growth and innovation over the product life cycle." *The American Economic Review*, 86 (3): 562-583.

Klepper, S. 1997. "Industry life cycles." *Industry and Corporate Change*, 6 (1): 145-181.

Klepper, S. et K.L. Simons. 1997. "Technological Extinctions of Industrial Firms: An Inquiry into the Nature and Causes." *Industrial and Corporate Change*, 6 (2): 379-460.

Klepper S. et K. L. Simons. 2000. "Dominance by birthright: Entry of prior radio producers and competitive ramifications in the U.S. television receiver industry." *Strategic Management Journal*, 21 (10/11): 997-1016.

Klepper, S. et K. L. Simons. 2005. "Industry shakeouts and technological change." *International Journal of Industrial Organization*, 23 (1-2): 23-43.

Kline, S. J. et N. Rosenberg. 1986. "An Overview of Innovation." In Landau, R. et N. Rosenberg, eds. *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*, 275-304. Washington, DC: National Academic Press.

Koen, F. 2000. "A complexity approach to innovation networks. The case of the aircraft industry 1909-1997." *Research Policy*, 29 (2): 257-272.

Kogut, B. et U. Zander. 1993. "Knowledge of the firm and the evolutionary theory of the multinational corporation." *Journal of International Business Studies*, 24 (4): 625-645.

Kogut, B. et U. Zander. 1995. "Knowledge, Market Failure and the Multinational Enterprise: A Reply." *Journal of International Business Studies*, 26 (2): 417-426.

Kondepudi, D.K et I. Prigogine. 1998. *Modern thermodynamics: from heat engines to dissipative structures*. Chichester, UK.: John Wiley & Sons.

Krugman, P. 1991a. *Geography and Trade*. Leuven, Belgium; Cambridge, Massachusetts; London, England: Leuven University Press; The MIT Press.

Krugman, P. 1991b. "History and Industry Location: The Case of the Manufacturing Belt." *The American Economic Review*, 81 (2): 80-83.

Lall, S. 1998. "Technology Policies in Indonesia." In Hill, H. et K. W. Thee, eds. *Indonesia's Technological Challenge*, 136-170. Singapore: Institute of Southeast Asian Studies.

Lane, D. C. 2000. "Should system dynamics be described as a 'hard' or 'deterministic' systems approach?" *Systems Research and Behavioral Science*, 17 (1): 3-22.

- Lawrence, P. K. 2001. *Aerospace Strategic Trade: How the U.S. subsidizes the large commercial aircraft industry*. Aldershot, UK; Burlington, Vermont: Ashgate Publishing Ltd.
- Lawrence, P. K. et D. W. Thornton. 2005. *Deep stall: the turbulent story of Boeing commercial airplanes*. Aldershot, England; Burlington, VT: Ashgate.
- Lawson, C. 1999. "Towards a competence theory of the region." *Cambridge Journal of Economics*, 23: 151-166.
- Le Moigne, J.-L. 1990. *La modélisation des systèmes complexes*. Paris: Dunod.
- Lee, T. L. et N. von Tunzelmann. 2005. "A dynamic analytic approach to national innovation systems: The IC industry in Taiwan." *Research Policy*, 34 (4): 425-440.
- Lefebvre, É., Lefebvre, L. A., et Harvey, J. 1993. *Sous-traitance et compétitivité: le secteur de l'aéronautique et de l'aérospatiale au Québec*. Québec: Conseil de la Science et de la Technologie.
- Leonard-Barton, D. 1992. "Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development." *Strategic Management Journal*, 13: 111-125.
- Leydesdorff, L., Besselaar, P. et al. 1994. *Evolutionary economics and chaos theory: new directions in technology studies*. London, U.K.: Pinter.
- Lewin, A. Y. et H. W. Volberda. 1999. "Prolegomena on co-evolution: A framework for research on strategy and new organizational forms." *Organization Science*, 10 (5): 519-534.
- Lieberman, M. B. et D.B. Montgomery. 1987. "First-mover advantages." Stanford Business School Research Paper.
- Lippman, S. et R. Rumelt. 1982. "Uncertain imitability: An analysis of interfirm differences in efficiency under competition." *The Bell Journal of Economics*, 13 (2): 418-438.
- Lorenzen, M. 2005. "Why do Clusters Change?" *European Urban and Regional Studies*, 12 (3): 203-208.

Lundvall, B-A. 1992. "User-Producer Relationships, National Systems of Innovation and Internationalisation." In Lundvall, B-A. ed. *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter.

Lundvall, B-A. et Borrás, S. 1997. "The globalising learning economy: implication for innovation policy." Document de travail. Luxembourg. Commission of the European Union.

Lundvall, B-A. 2004. "Introduction to 'Technological infrastructure and international competitiveness' by Christopher Freeman." *Industrial and Corporate Change*, 13 (3): 531-539.

Lynn, M. 1997. *Birds of prey: Boeing vs. Airbus: a battle for the skies*. New York: Four Walls Eight Windows.

MacMillan, I., Hambrick, D. et D. Day. 1982. "The product portfolio and profitability: A PIMS-based analysis of industrial-product businesses." *Academy of Management Journal*, 25: 733-755.

Malecki, E.J. 1983. "Technology and Regional Development." *International Regional Science Review*, 8; 89-125.

Malerba, F. 2002. "Sectoral systems of innovation and production." *Research Policy*, 31 (2): 247-264.

Malerba, F. 2005. "Sectoral systems of innovation: a framework for linking innovation to the knowledge base, structure and dynamics of sectors." *Economics of Innovation and New Technology*, 14 (1-2): 63-82.

Malerba, F. et L. Orsenigo. 1996 "The dynamics and evolution of industries." *Industrial and Corporate Change*. 5: 51-87.

Malerba, F. et L. Orsenigo. 2000. "Reply by Prof. F. Malerba and L. Orsenigo to Prof. R Rosenbloom's letter of 2nd November regarding use of terminology in their recent Research Policy paper, Technological entry, exit and survival: an empirical analysis of patent data, 28 6 1999." *Research Policy*, 29 (9): 1187-1188.

- Malmberg, A. et P. Maskell. 1999. "Guest Editorial: Localized Learning and Regional Economic Development." *European Urban and Regional Studies*, 6 (1): 5-8.
- Markose, S.M. 2005. "Computability and Evolutionary Complexity: Markets as Complex Adaptive Systems CAS." *The Economic Journal*, 115 (504): 159-192.
- Markusen, A. 1996. "Sticky places in slippery space: a typology of industrial districts." *Economic Geography*, 72 (3): 293-313.
- Markusen, A. 2003a. "Fuzzy concepts, scanty evidence, policy distance: The case for rigour and policy relevance in critical regional studies." *Regional Studies*, 37 (6-7): 701-717.
- Markusen, A. 2003b. "On conceptualization, evidence and impact: A response to Hudson, Lagendijk and Peck." *Regional Studies*, 37 (6-7): 747-751.
- Marshall, A. 1948. *Principles of economics*. 8th edition. London: Macmillan.
- Martin, R. et P. Sunley. 1996. "Paul Krugman's geographical economics and its implications for regional development theory: a critical assessment." *Economic Geography*, 3: 259-292.
- Martin, R. et P. Sunley. 2003. "Deconstructing clusters: chaotic concept or policy panacea?" *Journal of Economic Geography*, 3 (1): 5-35.
- Maskell, P. et A. Malmberg. 1999. "The Competitiveness of Firms and Regions: 'Ubiquitification' and the Importance of Localized Learning." *European Urban and Regional Studies*, 6 (1): 9-25.
- Maskell, P. et A. Malmberg. 1999. "Localized learning and industrial competitiveness." *Cambridge Journal of Economics*, 23 (2): 167-185.
- Mayrhofer, U. 2002. "Franco-British Strategic Alliances: A contribution to the study of Intra-European Partnerships." *European Management Journal*, 20 (1):10-17.
- Mazzucato, M. 2002. "The PC Industry: New Economy or Early Life-Cycle?" *Review of Economic Dynamics*, 5 (2): 318-345.

McCann, P. et S. Sheppard. 2003. "The rise, fall and rise again of industrial location theory." *Regional Studies*, 37 (6-7): 649-663.

McKelvey, B. 1999. "Complexity Theory in Organization Science: Seizing the Promise or Becoming a Fad?" *Emergence*, 1 (1): 5-32.

McKendrik, D. 1992. "Obstacles to 'catch-up': the case of the Indonesian aircraft industry." *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 28 (1): 39-66.

Meardon, S. J. 2001. "Modeling agglomeration and dispersion in city and country: Gunnar Myrdal, Francois Perroux, and the new economic geography" *The American Journal of Economics and Sociology*, 60 (1): 25-57.

Metcalf, J. S. 1991. "Technological development as an evolutionary process: A study of the interaction of information, process, and control technologies." *Research Policy*, 20 (3): 275-276.

Metcalf, S. J. 1998. "Evolutionary concepts in relation to evolutionary economics." CRIC, Centre for Research in Innovation and Competition Working Papers. University of Manchester.

Merriam-Webster's Online Dictionary. <http://www.m-w.com>

Michot, Y. 2004. *Rapport sur l'industrie aéronautique et spatiale française*. Paris. <http://www.ladocumentationfrancaise.fr>

Mingos, H. 1937. *Flying for 1938*. New York: Aeronautical Chamber of Commerce of America.

Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation. 2006. *Stratégie de développement de l'industrie aéronautique québécoise*. www.mdeie.gouv.qc.ca/aerospatiale

Mitin B. S. et A. Grabilnikov. 2001. "Cooperation between technical universities and industry and effects on manufacturing in Russia: the case of the aerospace industry." *Industry and Higher Education*, 15 (1): 62-66.

Molson, M. K. et H.A. Taylor. 1982. *Canadian Aircraft since 1909*. Great Britain: Canada's Wings.

Mondey, D. et M. Taylor. 2002. *L'encyclopédie illustrée de l'aviation*, Paris: EDDL.

Morgan, K. 1997. "The learning region: Institutions, innovation and regional renewal." *Regional Studies*, 31 (5): 491-503.

Morgan, K. 2004. "The exaggerated death of geography: learning, proximity and territorial innovation systems." *Journal of Economic Geography*, 4 (1): 3-21.

Morosini, P. 2004. "Industrial Clusters, Knowledge Integration and Performance" *World Development*, 32 (2): 305-326.

Morrison, S. et C. Winston. 1995. *The evolution of airline industry*. Washington, D.C.: Brookings Institution Press.

Mowery, D.C. 1987. *Alliance Politics and Economics: Multinational Joint Ventures in Commercial Aircraft*. Cambridge, MA.: Ballinger.

Mowery, D. C. 1988. *International Collaborative Ventures in U.S. Manufacturing* Cambridge, MA.: Ballinger.

Mowery, D.C. 1998. "The changing structure of the US national innovation system: implications for international conflict and cooperation in R&D policy." *Research Policy*, 27 (6): 639-654.

Mowery, D.C. et. N. Rosenberg. 1982. *Inside the Black Box: Technology and Economics*. New York: Cambridge University Press.

Murmann, J.P. 2003. *Knowledge and Competitive Advantage : The Co-evolution of firms, technology and National Institutions*. Cambridge: Cambridge University Press.

Murmann, J.P. et K. Frenken. 2006. "Toward a systematic framework for research on dominant designs, technological innovations, and industrial change." *Research Policy*, 35 (7): 925-952.

Musée de l'aérospatiale de Toronto. <http://www.pdp.ca>.

Myrdal, G. 1963. *Beyond the welfare state: economic planning and its international implications*. New Haven, Connecticut: Yale University Press.

- Narula, R. 2004a. "R&D collaboration by SMEs: new opportunities and limitations in the face of globalization." *Technovation*, 24 (2): 153-161.
- Narula, R. 2004b. "Understanding absorptive capacities in an 'innovation Systems' context: consequences for economic and employment growth." MERIT-Informatics Research Memorandum series, Maastricht Economic Research, Institute on Innovation and Technology.
- Narula, R. et J. Hagedoorn. 1999. "Innovating through strategic alliances: moving towards international partnerships and contractual agreements" *Technovation*, 19 (5): 283-294.
- National Science Foundation. 2006. *Research and Development in Industry*. <http://www.nsf.gov>
- Nelson, R.R. 1959. "The Simple Economics of Basic Scientific Research." *The Journal of Political Economy*, 67 (3): 297-306.
- Nelson, R.R. 1994. "The Co-evolution of Technology, Industrial Structure, and Supporting Institutions." *Industrial and Corporate Change*, 3 (1): 47-63.
- Nelson, R.R. 1995a. "Co-evolution of industry structure, technology and supporting institutions, and the making of comparative advantage." *International Journal of the Economics Business*, 2 (2): 71-184.
- Nelson, R.R. 1995b. "Recent Evolutionary Theorizing About Economic Change." *Journal of Economic Literature*, 33 (1): 48-90.
- Nelson, R.R. 1996. *The Sources of Economic Growth*. Cambridge, Massachusetts; London, England: Harvard University Press.
- Nelson, R.R. 1999. "The Sources of Industrial Leadership: A Perspective on Industrial Policy." *De Economist*, 147 (1): 1-18.
- Nelson, R.R. 2006. "What Makes an Economy Productive and Progressive? What Are the Needed Institutions?" LEM Laboratory of Economics and Management Working Papers Series. Pisa, Italie: Sant'Anna School of Advanced Studies.

Nelson, R.R. et S.G. Winter. 1974. "Neoclassical vs. Evolutionary Theories of Economic Growth: Critique and Prospectus." *The Economic Journal*, 84 (36): 886-905.

Nelson, R.R. et S.G. Winter. 1982. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, Massachusetts: Belknap Press; Harvard University Press.

Nelson, R.R. et K. Nelson. 2002. "Technology, institutions, and innovation systems." *Research Policy*, 31 (2): 265-272.

Nelson, R.R. et S.G. Winter. 2002. "Evolutionary Theorizing in Economics." *Journal of Economic Perspectives*, 16 (2): 23-46.

Nicolis, G. et I. Prigogine. 1977. *Self-organization in Non-Equilibrium Systems : From Dissipative Structures to Order Through Fluctuations*. New York: J. Wiley & Sons.

Nicolis, G. et I. Prigogine. 1989. *Exploring complexity: an introduction*. New York: W. H. Freeman.

Niosi, J. 1999. "The Internationalization of Industrial R&D. From Technology transfer to the learning organization." *Research Policy*, 28 (2-3): 107-117.

Niosi, J. 2000. "Science-based industries: a new Schumpeterian taxonomy." *Technology in Society*, 22 (4): 429-444.

Niosi, J. 2002. "Regional innovation systems of innovation: Market Pull and Government Push." In Holbrook, A. et D.A. Wolfe, eds. *Knowledge Clusters and Regional Innovation*, p. 39-55. Montreal, Kingston, London: McGill-Queen's University Press.

Niosi, J. 2003a. "The location choices of R&D activities in Canadian multinationals." In M. G. Serapio et T. Hayashi, eds. *The internationalization of R&D and the emergence of global R&D networks*, 139-157. Amsterdam; Boston: Elsevier.

Niosi, J. 2003b. *Systems of innovation as evolving complex systems*. Présenté à la conférence du Globelics: "Innovation Systems and Development Strategies for the Third Millennium." Brésil, novembre.

- Niosi, J. 2005. *Canada's Regional Innovation Systems. The Science-based Industries*. Montréal: McGill-Queen's University Press.
- Niosi, J. 2006. "Success Factors in Canadian Academic Spin-Offs." *The Journal of Technology Transfer*, 31 (4): 451-457.
- Niosi, J. et T.G. Bas. 2001. "The competencies of regions: Canada's clusters in biotechnology." *Small Business Economics*, 17 (1-2): 31-42.
- Niosi, J. et M. Teubal. 2005. "Creation of public policy capabilities for innovation venture capital for new technology firms in Canada and Israel." Présenté au 10e Congrès Annuel de DRUID, Copenhague, juin.
- Niosi, J. et M. Zhegu. 2005. "Aerospace Clusters: Local or Global Knowledge Spillovers?" *Industry and Innovation*. 12 (1): 5-29.
- Nolan, P. 2004. *Transforming China: globalization, transition and development*. London: Anthem Press.
- Nolan, P. et J. Zhang. 2003. "Globalization Challenge for large Firms from Developing Countries: China's Oil and Aerospace Industries." *European Management Journal*, 21 (3): 285-99.
- Nooteboom, B. 1999a. "Innovation and Inter-firm Linkages: Implications for Policy." *Research Policy*, 28 (8): 793-805.
- Nooteboom, B. 1999b. "Innovation, learning and industrial organization." *Cambridge Journal of Economics*, 23 (2): 127-150.
- O'Rand, A.M. et M.L. Krecker. 1990. "Concepts of the Life Cycle: Their History, Meanings, and Uses in the Social Sciences." *Annual Review of Sociology*, 16: 241-262.
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). 2005. *Principes directeurs proposés pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique (le Manuel d'Oslo)*. 3^{ème} édition.
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). 2002. *Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental (le Manuel de Frascati)*. 6^{ème} édition.

Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). 2005 "Governance of Innovation Systems: Volume 1: Synthesis Report." *Governance*, 19: 1- 120. <http://titania.sourceoecd.org>

Oswald, D. 2004. "Aircraft and Aircraft Systems Development in the last 50 Years." *The Canadian aeronautics and Space Journal*. 50 (1): 1-18.

Pattillo, D. M. 1998. *Pushing the Envelope. The American Aircraft Industry*. Ann Arbor: University of Michigan Press.

Patton, D. et M. Kenney. 2005. "The spatial configuration of the entrepreneurial support network for the semiconductor industry." *R and D Management*, 35 (1): 1-16.

Pavitt, K. 1984. "Patent statistics as indicators of innovative activities: Possibilities and problems." *Scientometrics*, 7 (1-2): 77-99.

Pavitt, K. 2002. "Knowledge about Knowledge since Nelson & Winter, a mixed record." SPRU Electronic Working Paper Series, University of Sussex, UK.

Pavitt, K., Robson, M. et J. Townsend. 1987. "The size and Distribution of Innovating Firms in the U.K.: 1945-1983." *Journal of Industrial Economics*, 35 (3): 297-317.

Penrose, E. T. (1958). *The Theory of the Growth of the Firm*. New York: Wiley.

Perloff, H.S., Dunn, E.S. et E.E. Lampard. 1960. *Regions, resources, and economic growth*. Baltimore, MD: Johns Hopkins Press.

Phillips, A. 1971. *Technology and Market Structure: a Study of Aircraft Industry*. Lexington, Massachusetts: Heath Lexington Books.

Pickler, R.A, et L. Milberry. 1995. *Canadair: the first 50 years*. Toronto: Canav Books.

Pinelli, T. E., Barclay, R.O., et al. 1997. *Knowledge Diffusion in the Aerospace Industry*. Greenwich, Connecticut; London, England: Ablex Publishing Corporation.

Pitelis, C. 1999. "Guest Editor: Special issue on Edith Penrose's The Theory of Growth of the Firm 40 years later." *Contributions to Political Economy*. UK: Cambridge Political Economy Society.

Polanyi, M. 1966. *The tacit dimension*. New York: Garden City.

Porter, M.E. 1995. "The Competitive Advantage of the Inner City." *Harvard Business Review*, 74: 61-78.

Porter, M.E. 1998. "Location clusters and the 'new' microeconomics of competition" *Business Economics*, 33 (1): 7-17.

Porter, M.E. 2000. "Location, competition and economic development: local clusters in a global economy." *Economic Development Quarterly*, 14: 15-34.

Porter, M.E. 2003. "The economic performance of regions." *Regional Studies*, 37 (6-7): 549- 578.

Prevezer, M. 1997. "The Dynamics of Industrial Clustering in Biotechnology." *Business and Economics*, 9 (3): 255-271.

Pritchard, D. et A. MacPherson. 2005. "Boeing's Diffusion of Commercial Aircraft Design and Manufacturing Technology to Japan: Surrendering the US Aircraft Industry for Foreign Financial Support." Canada-United States Trade Center. Occasional Paper. Buffalo, NY.

Puga, D. et A.J. Venables. 1996. "The spread of industry: Spatial Agglomeration in Economic Development." *Journal of the Japanese and International Economies*, 10: 440-64.

Rink, D.R. et J.E. Swan. 1979. "Product Life Cycle research: a literature review." *Journal of Business*, 40: 219-243.

Robinson, W.T. et C. Fornell. 1985. "The Sources of Market Pioneer Advantages in Consumer Goods Industries." *Journal of Marketing Research*, 22: 297-304.

Rogez, J. 2001. *L'industrie aéronautique civile japonaise*. Tokyo: Poste d'expansion économique à Tokyo.

- Ronstadt, R. C. 1977. *R&D abroad by US Multinationals*. New York: Praeger.
- Rose-Anderssen, C., Allen, P.M. et al. 2005. "Innovation in manufacturing as an evolutionary complex system." *Technovation*, 25 (10): 1093-1105.
- Rosenberg, N. 1982. "Learning by using." In Rosenberg, N. ed. *Inside the Black Box: Technology and Economics*, 120-140. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rothwell, R. 1989. "Small Firms, Innovation and Industrial Change." *Small Business Economics*, 1 (1): 51-64.
- Rumelt, R.P. 1991. "How Much Does Industry Matter?" *Strategic Management Journal*, 12 (3): 167-185.
- Santarelli, E. 2004. "Patents and the Technological Performance of District Firms Evidence for the Emilia-Romagna Region of Italy." Discussion Papers on Entrepreneurship, Growth and Public Policy. Max Planck Institute of Economics.
- Saxenian, A. 2006. *The new Argonauts : regional advantage in a global economy*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Scherer, F.M. 1965. "Firm Size, market structure, opportunity and the output of patented inventions." *The American Economic Review*, 55: 1097-1125.
- Scherer, F.M. 1991. "Changing Perspectives on the firm size problem." In Zoltan, A. et D. Audretsch, eds. *Innovation Technological Change: an International Comparison*, 24-38. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Scherer, F.M. 1992. "Schumpeter and Plausible Capitalism." *Journal of Economic Literature*, 14: 16-33.
- Scherer, F. M. 1999. *New Perspectives on Economic Growth and Technological Innovation*. Washington, DC: Brooking Institution Press.
- Schmookler, J. 1966. *Invention and Economic Growth*. Massachusetts: Harvard University Press.

- Schoeni, R.F. et M. Dardia. 1998. "Special government assistance to defense-dependent industry workers: the case of aerospace industry." *Contemporary Economic Policy*, XVI (3): 251-264.
- Schumpeter, J. 1934. *The Theory of Economic Development*. Cambridge: Harvard University Press.
- Schumpeter, J. 1950. *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York: Harper and Row.
- Seitz, F. et S. Lowell. (1985) *The Competitive Status of the U.S. Civil Aviation Manufacturing Industry: A Study of the Influences of Technology in Determining International Industrial Competitive Advantage*. Washington, DC.: National Academy Press.
- Sherry, L. et L. Sarsfield. 2002. "Redirecting R&D in the Commercial Aircraft Supply Chain." Office of Science and Technology Policy; RAND Issue Paper.
- Sheth, J.N. et R.S. Sisodia. 1999. "Revisiting Marketing's Lawlike Generalizations." *Journal of the Academy of Marketing Science*, 27 (1): 71-87.
- Shin, Jang-Sup. 1996. *The Economics of the Latecomers*. London, New York: Routledge.
- Silverberg, G., Dosi, G. et L. Orsenigo. 1988. "Innovation, Diversity and Diffusion: A Self-Organization Model." *Economic Journal*, 98 (393): 1032-54.
- Simmie, J et J. Sennett. 1999. "Innovative clusters: global or local linkages?" *National Institute Economic Review*, 170: 87-98.
- Simon, H. 1962. "The Architecture of Complexity." *Proceedings of the American Philosophical Society*, 106: 467-482.
- Simonson, G. R. 1968. *The History of the American Aircraft Industry. An Anthology*. Cambridge, Massachusetts; London, UK: The MIT Press.
- Smith, D.J. 2003. "Strategic alliances and competitive strategies in the European aerospace industry: The case of BMW Rolls-Royce GmbH." *European Business Review*. 15 (4): 262-276.

- Soete, L.G. 1979. "Firm Size and Inventive Activity: The evidence reconsidered." *European Economic Review*, 12: 319-340.
- Soete, L. et R. Turner. 1984. "Technology Diffusion and the Rate of Technological Change." *Economic Journal*, 94 (375): 612-623.
- Sotarauta, M. et S. Srinivas. 2005. "The Co-evolution of Policy and Economic Development: A Discussion on Innovative Regions." Special Working Paper Series on Local Innovation Systems no. MIT-IPC-LIS-05-001. Industrial Performance Center, MIT.
- Statistique Canada. 1997. *Structure de l'activité manufacturière au Canada*. Catalogue 31F0029XIF.
- Statistique Canada. 2002. Le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN). <http://www.statcan.com>.
- Steenhuis, H-J. et E. J. de Bruijn. 2000. "High technology in developing countries: analysis of technology strategy, technology transfer, and success factors in the aircraft industry." Document de travail, College of Business and Public Administration, Eastern Washington University.
- Steenhuis, H.-J. et Bruijn, E. J. de 2001. "Developing countries and the aircraft industry: match or mismatch?" *Technology in Society*, 23: 551-562.
- Stekler, H. O. 1965. *The structure and performance of the Aerospace Industry*. Berkeley: University of California Press.
- Sterman, J.D. 2000. *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*. Boston: Irwin/McGraw-Hill.
- Storper, M. et A. J. Scott. 1995. "The wealth of regions: Market forces and policy imperatives in local and global context." *Futures*, 27 (5): 505-526.
- Storper, M. et A.J. Venables. 2004. "Buzz: face-to-face contact and the urban economy." *Journal of Economic Geography*, 4: 351-370.
- Suarez, F.F. 2004. "Battles for technological dominance: an integrative framework." *Research Policy*, 33 (2): 271-286.

Suarez, F.F. et J.M. Utterback. 1995. "Dominant Designs and the Survival of Firms." *Strategic Management Journal*, 16 (6): 415-430.

Sunley, P. 2001. "What's behind the models: a review of The Spatial Economy." *Journal of Economic Geography*, 1: 136-139.

Swann, G.M.P. et M. Prevezer. M. 1996. "A comparison of the dynamics of Industrial clustering in computing and biotechnology." *Research Policy*, 25 (7): 39-157.

Swann, G. M. P. et M. Prevezer. 1998. *The dynamics of industrial clustering: International Comparisons in Computing and Biotechnology*. Oxford: Oxford University Press.

Symeonidis, G. 1996. "Innovation, firm size and market structure: Schumpeterian hypotheses and some new themes." OECD Economics Department Working Papers no. 161.

Talbot, D. (1998). *Relationship between AEROSPATIALE and its Subcontractors*. Présenté au 38e Congrès de la European Regional Science Association (ERSA). Vienne, août - septembre.

Taylor, M. 2005. *Clusters: The Mesmerizing Mantra*. Présenté à "Regional Studies Association Conference" Aalborg, Danemark, mai.

Teece, D.J. 1981. "The Multi-national Enterprise; Market Failure and Market Power Considerations." *Sloan Management Review*, 22 (3): 3-17.

Teece, D.J., Pisano, G., et A. Shuen. 1997. "Dynamic capabilities and strategic management." *Strategic Management Journal*, 18 (7): 509-533.

Tether, B.S. 1998. "Small and large firms: sources of unequal innovations?" *Research Policy*, 27 (7): 725-745.

Texier, F. 2000. *Industrial diversification and innovation. An international study of the aerospace industry*. Cheltenham Northampton, MA: Edward Elgar.

The Aerospace and Defence Industries Association of Nova Scotia.
<http://www.adians.ca>.

- Thornton, D. W. 1995. *Airbus Industrie. The Politics of an International Industrial Collaboration*. New York: St. Martin's Press.
- Todd, D. et J. Simpson. 1986. *The world aircraft industry*. London, Sydney; Dover, Massachusetts: Croom Helm; Auburn House Publishing Company.
- U.S. Commercial Service Moscow. "2002 Industry Analysis of Aircraft and Aircraft Parts Sector in Russia." Rapport du U.S. & Foreign commercial service and U.S. Department of State. Washington D.C.
- Ulrich, K. 1995. "The role of product architecture in the manufacturing firm." *Research Policy*, 24 (3): 419-440.
- US Census Bureau. *Economic Census*. <http://www.census.gov>.
- US Census Bureau. 2006. Geographic Area Statistics.
- Utterback, J. 1994. *Mastering the Dynamics of Innovation*. Boston, Massachusetts: Harvard Business School.
- Utterback, J. M. et F.F. Suarez. 1990. "Innovation, competition, and industry structure." Sloan School of Management Working papers no. 3240-91. MIT.
- Van de Ven, A.H. et M.S. Poole. 1995. "Explaining Development and Change in Organizations." *The Academy of Management Review*, 20 (3): 510-540.
- Van den Berg, L., Braun, E., et W. Van Winden. 2001. "Growth clusters in European cities: an integral approach." *Urban Studies*. 38 (1): 186-206.
- Van den Bosch, F., Volberda, H.W. et M. de Boer. 1999. "Co-evolution of firm absorptive capacity and knowledge environment: Organizational forms and combinative capabilities." *Organization Science*, 10 (5): 551-568.
- Vander Meulen, J. A. 1991. *The Politics of Aircraft: Building an American Military Industry*. Kansas: University Press of Kansas.
- Vernon, R. 1966. "International investment and international trade in the product cycle." *Quarterly Journal of Economics*, 80: 190-207.

Volberda, H.W. et A.Y. Lewin. 2003. "Co-evolutionary Dynamics Within and Between Firms: From Evolution to Co-evolution." *Journal of Management Studies*, 40 (8): 2111-2136.

Williamson, O.E. 1975. *Markets and hierarchies: analysis and antitrust implications - a study in the economics of internal organization*. New York: Free press.

Williamson, O.E. 1999. "Strategy research: governance and competence perspectives." *Strategic Management Journal*, 20 (12): 1087-1108.

Young, K. 2005. Japan to test supersonic airliner prototype.
<http://www.newscientist.com>.

Zaitsev, G. 1999. "Russian Civil Aviation in 1998." Document de travail. Goskomstat, Moscow.: Russia's Federal Aviation Authority.

Von Zedtwitz, M. et O. Gassmann. 2002. "Market versus technology drive in R&D internationalization: four different patterns of managing research and development." *Research Policy*, 31 (4): 569-588.

Zucker, L. G., Darby, M.R. et M.B. Brewer. 1998. "Intellectual Human capital and the birth of US biotechnology enterprises." *The American Economic Review*, 88 (1): 290-306.