UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

POTENTIEL STRATÉGIQUE TECHNOLOGIQUE D'UNE ENTREPRISE: DÉVELOPPEMENT DU CONCEPT ET UNE ÉTUDE DE CAS ILLUSTRATIVE

DANIEL LAVALLÉE
DÉPARTEMENT DE GÉNIE ÉLECTRIQUE ET DE GÉNIE INFORMATIQUE
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

THÈSE PRÉSENTÉE EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLÔME DE PHILOSOPHIAE DOCTOR (Ph.D.)
(GÉNIE ÉLECTRIQUE)
MAI 1999

© Daniel Lavallée, 1999.

National Library of Canada
Acquisitions and Bibliographic Services
395 Wellington Street
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Bibliothèque nationale du Canada
Acquisitions et services bibliographiques
395, rue Wellington
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Your file Votre référence

Our file Notre référence

The author has granted a non-exclusive licence allowing the National Library of Canada to reproduce, loan, distribute or sell copies of this thesis in microform, paper or electronic formats.

L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque nationale du Canada de reproduire, prêter, distribuer ou vendre des copies de cette thèse sous la forme de microfiche/film, de reproduction sur papier ou sur format électronique.

The author retains ownership of the copyright in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur qui protège cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

0-612-53539-8

Canada

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Cette thèse intitulée:

POTENTIEL STRATÉGIQUE TECHNOLOGIQUE D'UNE ENTREPRISE: DÉVELOPPEMENT DU CONCEPT ET UNE ÉTUDE DE CAS ILLUSTRATIVE

présentée par: LAVALLÉE Daniel
en vue de l'obtention du diplôme de: Philosophiae Doctor
a été dûment acceptée par le jury d'examen constitué de:

M. LEFEBVRE Louis A., Ph.D., président
Mme LEFEBVRE Élisabeth, Ph.D., membre et directrice de recherche
M. NORMANDIN Michel, D.Sc.A., membre et codirecteur de recherche
M. SINCLAIR-DESGAGNÉ Bernard, Ph.D., membre
M. NAVARRE Alex, Ph.D., membre

À mon fils Marc-Olivier, 12 ans.

REMERCIEMENTS

Ce travail de recherche n'aurait pu être réalisé sans le soutien de nombreuses personnes. Aussi, nous tenons à remercier sincèrement chacun des membres du jury d'examen de la présente pour leurs commentaires constructifs et le précieux temps qu'ils ont consacré à la lecture de ce document, ainsi qu'à ses versions préliminaires, avec des remerciements particuliers pour monsieur Michel Normandin qui a assumé en grande partie la supervision de cette recherche. De par sa grande générosité de son temps et de sa personne, sa disponibilité, ainsi que sa compréhension des conditions très particulières qui ont entouré la réalisation de ce travail de recherche au cours des dernières années, il fut en tout temps de bons conseils et une source importante de motivation et de soutien, en particulier lors de nos nombreux déjeuners causeries.

Des remerciements particuliers vont également à Mme Francine Boire et monsieur Robert Désilets du Mouvement Desjardins, ainsi qu'à mes parents qui ont tous été mis à rude épreuve, ces dernières années, lorsqu'il a souvent été question d'avancer les fonds nécessaires pour poursuivre de telles études supérieures sur une aussi longue période de temps sans aucun revenu. De plus, nous tenons à remercier également les gens d'affaires du secteur de l'aviation civile qui ont bien voulu accepter de nous rencontrer dans une atmosphère de grande courtoisie ; puis, nous tenons aussi à remercier la Société Bombardier Inc. et son Groupe Bombardier Aéronautique, de même que chacune des sources multiples d'informations qui, en mettant ainsi à la disposition du public une grande quantité d'informations, de données et de renseignements de toutes sortes, ont rendu possible la réalisation de ce travail de recherche.

Enfin, nous tenons à remercier également tous nos proches et membres de notre famille, en particulier mon fils Marc-Olivier, 12 ans, pour les innombrables fins de semaine et jours entiers qui ont dû être sacrifiés à la réalisation de ces études supérieures au cours des dernières années. Puisse ce travail de persévérance et d'endurance l'inspirer et l'encourager dans la poursuite de ses études au Séminaire.

RÉSUMÉ

Ce travail de recherche porte sur le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise et vise une contribution tant sur le plan théorique que pratique, au domaine d'étude du management de la technologie en développant, dans un premier temps, de façon analytique ou descriptive le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise. Le développement de ce concept est effectué en proposant, tout d'abord, une extension à un modèle conceptuel de "stratégie technologique vue dans une perspective évolutionniste" ; puis ensuite, en proposant une extension, ainsi qu'une application concrète à l'approche des "caractéristiques de la technologie" et à une nouvelle façon de mesurer la performance d'une entreprise vue dans une perspective du client.

Puis, dans un second temps, ce travail de recherche vise une contribution au domaine d'étude du management de la technologie en illustrant, à l'aide d'une étude de cas "descriptive", un aspect particulier du concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous voulons davantage développer dans la présente, soit le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) qui sont offerts sur le marché, en particulier au niveau de leurs caractéristiques et du mix de celles-ci dans chacun desdits produits de l'entreprise.

Pour ce faire, nous avons choisi un produit et une entreprise en particulier, soit le Regional Jet de Canadair de 50 places et, plus spécifiquement, l'avion de transport régional CRJ-200ER. Par ailleurs, pour jauger de l'importance "stratégique" du potentiel de l'avionnerie Canadair qui est ainsi "révélé" au niveau de ce produit en particulier, nous ne pouvons procéder de manière absolue en isolant complètement ce produit de son contexte, puis analyser ses caractéristiques sans aucune référence aux caractéristiques des autres produits concurrents qui sont eux aussi présents dans le secteur de l'aviation régionale. Dès lors, cette étude de cas est basée sur une analyse comparative des avions régionaux qui sont en concurrence avec l'appareil CRJ-200ER de Canadair et ce, avec un regard particulier sur son principal rival : le jet régional de 50 places ERJ-145ER du constructeur aéronautique brésilien Embraer (Empresa Brasileira de Aeronautica S.A.).

ABSTRACT

This research is based on the concept of "Strategic Technological Potential of a Firm" and its contribution is expected to be both theoretical and practical. Among other things, this research aims at contributing to the knowledge base in the Management of Technology (MoT) field of study by means of an extension to a conceptual model of "Technology Strategy Based on an Evolutionary Perspective", along with an extension, and a practical example of the "Characteristic Approach to Technology" and to a new way of measuring a firm's business strategy and performance based on a "Customer Perspective" which takes into consideration the attributes or characteristics of a firm's products (goods and services) which are offered on the marketplace. Moreover, this research also aims at contributing to Management of Technology by means of an illustrative case study that will highlight a particular aspect of the "Strategic Technological Potential of a Firm" we want to develop in this study : the "Strategic Technological Potential of a Firm" that is "revealed" in its products (goods and services) and, more specifically, in their characteristics and mix of characteristics.

To illustrate that aspect of the concept of "Strategic Technological Potential of a Firm", we selected one firm and one product in particular : the 50 passenger seats Canadair Regional Jet and more specifically, the CRJ-200ER (Canadair Regional Jet, Series 200, Extended Range Version). But since it's a strategic analysis, the "Strategic Technological Potential of a Firm" that is so "revealed" in such a highly competitive product and its characteristics can not be analyzed in isolation or in a vacuum without any reference to the characteristics of other regional aircraft which are in direct and indirect competition with the CRJ-200ER. Therefore, our descriptive case study is based on a comparative analysis of regional aircraft (jets and turboprops) which are in competition with the CRJ-200ER with a specific emphasis on its main competitor : the ERJ-145ER, a 50 passenger seats regional jet manufactured by Embraer (Empresa Brasileira de Aeronautica S.A.) of Brasil.

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE iv
REMERCIEMENTS v
RÉSUMÉ vi
ABSTRACT vii
TABLE DES MATIÈRES viii
LISTE DES TABLEAUX xiv
LISTE DES FIGURES xv
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS xviii
LISTE DES ANNEXES xxv
INTRODUCTION 1
CHAPITRE 1 : CADRE THÉORIQUE 18
1.1 Modèle de stratégie technologique vue dans une perspective évolutionniste 18
1.1.1 Perspective évolutionniste 20
1.1.2 Construits principaux du modèle 25
1.1.3 Déterminants de la stratégie technologique 26
1.1.4 Force de la stratégie et potentiel stratégique 27
1.2 Contribution recherchée sur le plan théorique et sur le plan pratique 28
1.2.1 Contribution théorique 29
1.2.1.1 Figures et tableaux complémentaires 32
1.2.2 Contribution pratique 34
1.2.2.1 Composante stratégique 35
1.3 Modèle conceptuel de l'étude 37
1.3.1 Stratégie technologique et potentiel stratégique technologique 38
1.3.2 Base de ressources, capacités, compétences et compétences distinctives 38
1.3.3 Avantage concurrentiel et performance 39

1.3.4 Potentiel stratégique technologique "hérité" des produits 39
1.3.5 Modèle conceptuel de potentiel stratégique technologique d'une entreprise 43
1.4 Bilan technologique et potentiel technologique d'une entreprise 45
1.4.1 Potentiel générique versus potentiel stratégique 46
1.4.2 Potentiel de performance d'un produit 48
1.4.3 Potentiel latent et potentiel révélé 51
1.4.4 Potentiel stratégique technologique : produits et activités 54
1.4.4.1 Potentiel stratégique "révélé" et potentiel stratégique "hérité" 54
1.4.4.2 Potentiel stratégique "exprimé" dans les activités 57
1.4.5 Modèle technologique de l'entreprise 62
1.4.5.1 Parallèle avec le modèle conceptuel de l'étude 62
1.4.5.2 Parallèle avec le modèle classique de stratégie 63
1.4.6 Éléments du potentiel stratégique technologique d'une entreprise 68
1.4.6.1 Contenu 68
1.4.6.2 Processus 69
1.4.6.3 Contexte 72
1.4.7 Potentiel stratégique technologique vu comme une passerelle d'accès 74
1.4.8 Édification, actualisation et finalité désirée du potentiel stratégique 80
1.5 Édification du potentiel stratégique technologique d'une entreprise 84
1.5.1 Ressources 87
1.5.1.1 Actifs intangibles avec protection légale 87
1.5.1.2 Actifs intangibles sans protection légale 89
1.5.2 Capacités 91
1.5.2.1 Savoir et savoir-faire tacites 93
1.5.2.2 Savoir et savoir-faire explicites 95
1.5.3 Catégories de ressources et de capacités 96
1.5.4 Actifs spécifiques à l'entreprise et actifs accessibles à l'externe 98
1.5.5 Compétences et compétences distinctives 106

1.5.5.1 Qualificatifs 109
1.5.5.2 Critères d'évaluation 109
1.5.5.3 Caractère distinct ou unique d'une firme 112
1.5.5.4 Compétences spécifiques à l'entreprise et compétences d'appoint 113
1.5.6 Attributs recherchés des ressources et des capacités 116
1.5.6.1 Problème opérationnel 120
1.5.6.2 Avenue de solution : les compétences démontrées 122
1.6 Actualisation du potentiel stratégique technologique d'une entreprise 123
1.6.1 Environnement interne 123
1.6.2 Environnement externe 124
1.6.2.1 Contexte industriel 126
1.6.2.2 Évolution de la technologie 129
1.6.2.3 Dilemme des innovateurs 132
1.6.3 Modification et protection du potentiel stratégique d'une entreprise 134
1.6.3.1 Flux intrant 136
1.6.3.2 Flux extrant 139
1.6.4 Gestion et protection du stock d'actifs stratégiques d'une entreprise 146
1.6.4.1 Barrières légales 147
1.6.4.2 Barrières industrielles 148
1.6.4.3 Barrières institutionnelles 149
1.6.4.4 Barrières à l'imitation 149
1.6.4.5 Ambiguïté causale 152
1.6.5 Caractéristiques du processus d'accumulation des actifs stratégiques 154
1.6.5.1 Effet de verrouillage 154
1.6.5.2 Persistance de la stratégie et de la performance des firmes 157
1.7 Finalité du potentiel stratégique technologique d'une entreprise 158
1.7.1 Performance d'une entreprise vue dans une perspective du client 162
1.7.2 Approche dite des "caractéristiques de la technologie" 165

1.7.3 Caractérisation d'une technologie (de produit ou de procédé) 166
1.7.3.1 Système, sous-systèmes, ensemble de liens et d'interfaces 168
1.7.3.2 Caractéristiques, mix des caractéristiques et paramètres 172
1.7.3.3 Performance technologique d'une entreprise 174
1.7.3.4 Ensemble des caractéristiques fonctionnelles 179
1.7.3.5 Ensemble des caractéristiques économiques 184
1.7.3.6 Ensemble des caractéristiques techniques 187
1.7.3.7 Ensemble des autres caractéristiques 189
1.7.4 Technologie et concurrence 191
CHAPITRE 2 : CADRE MÉTHODOLOGIQUE 193
2.1 Stratégie de recherche 193
2.1.1 Étude de cas descriptive 194
2.2 Design de la recherche 195
2.2.1 Composantes de notre design de recherche 195
2.3 Le choix du Regional Jet de Canadair de 50 places 200
2.3.1 Sources multiples d'informations 203
2.3.2 Comité d'experts 205
2.3.3 Simulation des avions régionaux 205
CHAPITRE 3 : LE CAS DU REGIONAL JET DE CANADAIR 207
3.1 Description du cas à l'étude 208
3.1.1 La Société Bombardier Inc. 209
3.1.1.1 Groupe Bombardier Aéronautique 215
3.1.1.2 Historique du Regional Jet de Canadair 218
3.1.1.3 Lancement du Regional Jet de Canadair 223
3.1.1.4 Nouvel avion de transport régional à turbopropulsion 230
3.1.1.5 Nouveau biréacteur Regional Jet de Canadair de 70 places 234
3.1.1.6 Nouvel avion d'affaires très long-courrier 237
3.1.1.7 Nouveaux projets de développement d'appareils 240

3.1.2 L'aviation régionale en bref 243
3.1.3 Principal concurrent du Regional Jet de Canadair 248
3.1.3.1 Nouveaux projets de développement d'appareils 257
3.1.4 L'aviation régionale européenne 261
3.1.4.1 Chute de Fokker Aircraft 263
3.1.4.2 Retranchement de Daimler-Benz Aerospace 264
3.1.4.3 Retranchement de Saab Aircraft 268
3.1.4.4 Entrée et sortie d'un nouveau consortium européen 272
3.1.5 Domaine d'étude 277
3.1.6 Analyse comparative 278
3.1.6.1 Marché des avions régionaux 279
3.1.6.2 Liste des appareils pour fins d'analyse comparative 281
3.2 Données et analyse comparative des avions régionaux 291
3.2.1 Performance de Canadair vue dans une perspective du client 294
3.2.1.1 Rentabilité des clients du Regional Jet de Canadair 295
3.2.1.2 Satisfaction de la clientèle du Regional Jet de Canadair 298
3.2.1.3 Parts de marché des avions régionaux de Bombardier 299
3.2.1.4 Répartition du marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges 303
3.2.1.5 Part de marché du Dash 8 de de Havilland 306
3.2.1.6 Part de marché du Regional Jet de Canadair de 50 places 310
3.2.1.7 Acquisition de nouveaux clients et rétention des clients existants 313
3.2.1.8 Performance favorable de Canadair selon la perspective du client 320
3.2.2 Performance technologique de Canadair avec son CRJ-200ER 321
3.2.2.1 Tableaux des caractéristiques des avions régionaux 321
3.2.2.2 Coût d'acquisition 326
3.2.2.3 Caractéristiques de base 340
3.2.2.4 Dimensions extérieures 347
3.2.2.5 Dimensions intérieures 360

3.2.2.6 Capacité des avions régionaux en matière de cargo 373
3.2.2.7 Système de propulsion des avions régionaux 377
3.2.2.8 Pressurisation de l'appareil 384
3.2.2.9 Caractéristiques concernant la masse d'un appareil 386
3.2.2.10 Rayon d'action d'un appareil 396
3.2.2.11 Performances des appareils au décollage et lors de l'ascension 403
3.2.2.12 Performances des appareils en régime de croisière 408
3.2.2.13 Simulation de la productivité des appareils en mission de vol 415
3.2.2.14 Système intégré d'avionique 427
3.2.3 Le cas du Regional Jet de Canadair de 50 places en bref 429
3.2.3.1 Performance du CRJ-200ER de Canadair p/r au ERJ-145ER 431
3.2.3.2 Observations sur les autres avions régionaux de Bombardier 439
3.2.3.3 Consultation auprès d'un client utilisateur d'avions régionaux 441
3.3 Limites de l'étude et avenues de recherche future 449
3.3.1 Limites théoriques cognitives 449
3.3.2 Limites pratiques 450
3.3.3 Autres avenues avec les caractéristiques des avions régionaux 453
3.3.3 Autres avenues avec le potentiel stratégique technologique 454
CONCLUSION 457
RÉFÉRENCES 470
ANNEXES 506

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3.1 Structure de l'industrie canadienne des aéronefs et des pièces d'aéronef..... 216
Tableau 3.2 Résultats financiers de Comair avant et après l'utilisation du Regional Jet de Canadair 227
Tableau 3.3 Top-50 des transporteurs régionaux (individuels et en groupe) aux États-Unis 228
Tableau 3.4 Trafic passager régional en Europe, de 1992 à 1996 243
Tableau 3.5 Statistiques récentes concernant l'industrie du transport aérien régional..... 245
Tableau 3.6 Comparaison des avions régionaux en service aux États-Unis 246
Tableau 3.7 Principaux modèles d'avions régionaux en service aux États-Unis 270
Tableau 3.8 Quelques avions régionaux dans les catégories d'appareils de 19 à 90 sièges 283
Tableau 3.9 Caractéristiques du CRJ-200ER de Canadair et du ERJ-145ER d'Embraer..... 323

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 Modèle conceptuel de stratégie technologique vue dans une perspective évolutionniste 19
Figure 1.2 Modèle conceptuel général de cette étude 44
Figure 1.3 Potentiel technologique d'un produit, selon Marco Iansiti. 50
Figure 1.4 Parallèle entre le "Modèle technologique de l'entreprise" et le modèle de l'étude 63
Figure 1.5 Le modèle de stratégie corporative de Kenneth Andrews 66
Figure 1.6 Formulation et mise en oeuvre de la stratégie, selon Kenneth Andrews 67
Figure 1.7 Édification, actualisation et finalité désirée du potentiel stratégique technologique 83
Figure 1.8 Relations entre les attributs recherchés des ressources et des capacités d'une entreprise et le concept de l'avantage concurrentiel durable 117
Figure 1.9 Caractérisation du stock de ressources, de capacités et de compétences distinctives 119
Figure 1.10 Modèle d'analyse des industries et de la concurrence de Michael Porter 128
Figure 1.11 Modèle des cycles de la technologie 130
Figure 1.12 Modification et protection du stock d'actifs stratégiques d'une entreprise 136
Figure 1.13 Dépréciation du stock d'actifs stratégiques d'une entreprise 141
Figure 1.14 Stratégies génériques d'une entreprise 159
Figure 1.15 Déterminants du succès d'une entreprise dans ses divers domaines d'affaires 160
Figure 1.16 Performance d'une entreprise vue dans perspective du client 163
Figure 1.17 Technologie vue en tant que système, sous-systèmes, liens et interfaces 168
Figure 1.18 Caractérisation d'une technologie de produit ou d'une technologie de procédé 172
Figure 1.19 Déterminants de la performance d'un ordinateur central 176
Figure 2.1 Modèle spécifique lié à la question de recherche 198
Figure 2.2 Performance de Canadair et performance technologique de l'avionnerie Canadair au niveau de son avion de transport régional de 50 places Regional Jet de Canadair 199

Figure 3.1 Évolution du modèle de base du Regional Jet de Canadair et ses produits dérivés..... 221
Figure 3.2 Progression du trafic passager régional aux États-Unis de 1970 à 1997..... 244
Figure 3.3 Prévisions des livraisons d'avions régionaux de 1997 à 2016..... 247
Figure 3.4 Marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges en 1995, 1996 et 1997..... 300
Figure 3.5 Créneau de marché des avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges..... 304
Figure 3.6 Créneau de marché des avions régionaux à turbopropulsion de 20 à 90 sièges..... 304
Figure 3.7 Coût d'acquisition estimé des avions régionaux avec équipements de base..... 332
Figure 3.8 Coût d'acquisition des avions régionaux par siège offert en configuration standard..... 337
Figure 3.9 Niveaux de bruit au décollage et à l'approche des avions régionaux, par ordre croissant du niveau de bruit perçu au décollage..... 346
Figure 3.10 Longueur hors tout et envergure d'aile des avions régionaux..... 359
Figure 3.11 Largeur et hauteur libre dans la cabine de passagers des avions régionaux..... 365
Figure 3.12 Quelques caractéristiques ergonomiques des appareils et de confort des passagers, par ordre croissant du nombre de sièges de passagers..... 372
Figure 3.13 Capacité des avions régionaux en matière de cargo, par ordre croissant de la masse maximale de cargo..... 376
Figure 3.14 Puissance totale des avions à turbopropulsion et coefficient de répartition de la masse maximale au décollage p/r à la puissance totale de leur système de propulsion..... 380
Figure 3.15 Puissance totale des avions régionaux à réaction et coefficient de répartition de la masse maximale au décollage p/r à la puissance totale de leur système de propulsion..... 383
Figure 3.16 Plafond pratique avec tous les moteurs en fonctionnement et pressurisation des avions..... 386
Figure 3.17 Caractéristiques de masse, par ordre croissant de la masse maximale au décollage. 388
Figure 3.18 Charge payante versus charge payante disponible avec le maximum de carburant..... 393
Figure 3.19 Masse maximale de carburant versus masse disponible avec la masse maximale de charge payante..... 395

Figure 3.20 Types de rayon d'action des appareils, par ordre croissant de leur rayon d'action avec le nombre maximum de passagers à bord 399
Figure 3.21 Longueur de piste requise au décollage des avions régionaux 405
Figure 3.22 Performance des avions régionaux lors de l'ascension 407
Figure 3.23 Vitesse de croisière élevée et vitesse de croisière optimale des avions régionaux 410
Figure 3.24 Vitesse de croisière et consommation de carburant des avions régionaux 412
Figure 3.25 Vitesse TAS (True Airspeed) des avions régionaux et consommation de carburant 414
Figure 3.26 Productivité des avions régionaux en terme du nombre de transports de passagers effectué lors de leurs différentes missions de vol 418
Figure 3.27 Productivité des avions régionaux en sm parcourus lors de leurs missions de vol 420
Figure 3.28 Productivité des avions régionaux en sm/h lors de leurs différentes missions de vol 421
Figure 3.29 Productivité des avions régionaux en sm/lb lors de leurs différentes missions de vol, par ordre croissant de sm/lb lors d'une mission de vol de 400 SM 422
Figure 3.30 Consommation de carburant des avions lors de leurs différentes missions de vol, par ordre croissant de leur consommation de carburant lors d'une mission de 400 SM 424
Figure 3.31 Performance de l'avionnerie Canadair vue dans une perspective du client 431
Figure 3.32 Performance technologique de l'avionnerie Canadair avec son appareil CRJ-200ER 434
Figure 3.33 Dimensions du "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise 455

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

AB : Aktiebolag (constitution d'une entreprise, Suède)

ADAC : Avions à décollage et à atterrissage courts

ADN : Acide désoxyribonucléique

AE : Allison Engine (Company)

AFNOR : Association française de normalisation

AIAC : Association des industries aérospatiales du Canada

AI (R) : Aero International (Regional)

AIRTECH : Aircraft Technology Industries

AFCS : Automatic Flight Control System

ALENA : Accord de Libre Échange Nord-Américain

ALPA : Air Line Pilots Association

AMEX : American Express

AMJ : (BAe) Asset Management Jets

AMT : (BAe) Asset Management Turboprops

ANC : Active Noise Control (System)

APR : Auxiliary Power Reserve

APU : Auxiliary Power Unit

ASA : Atlantic Southeast Airlines

ASE : AlliedSignal Engines

ASM : Available Seat Mile

ATC : Air Traffic Control

ATI : Air Transport Intelligence

ATM : Automated Teller Machine

ATP : Advanced TurboProp (BAe)

ATR : Avions de Transport Régional

AT&T : American Telephon & Telegraph

ATW : Air Transport World

AW&ST : Aviation Week & Space Technology

BAe : British Aerospace

BAeAM : BAe Asset Management

BAPE : Bureau d'audiences publiques sur l'environnement

BARA : British Aerospace Regional Aircraft

BBD : (Titre boursier de Bombardier Inc.)

B/CA : Business & Commercial Aviation

BCE : Bell Canada Enterprise

BFL : Balanced Field Lenght

BRAL : British Regional Airlines

BRJ-X : Bombardier Regional Jet-Series X*

BV : Besloten Vennootschap (constitution d'une entreprise, Pays-Bas)

¢ : cent

© : Copyright (droit d'auteur)

°C : Degré celsius

CAA : Civil Aviation Authority (UK)

CAAD : Computer-Assisted Design and Development

CAM : Computer-Assisted Manufacturing

CAR : Civil Aviation (or Airworthiness) Regulations (UK)

CAS : Centre d'affaires stratégique

CASA : Construcciones Aeronauticas S.A.

CASE : Client Aviation System Enquiry

CAT : Computerized Axial Tomography (Scanner)

C.C. : Compagnon de l'Ordre du Canada

CD : Compact Disk

CEV : Centre d'essais en vol

CIM : Computer Integrated Manufacturing

CL : Canadair Limitée

cm : centimètre (1 cm = 0,3937 po)

CNRC : Conseil national de recherches Canada

Co. : Company (constitution d'une entreprise, Canada, États-Unis, etc.)

com : communication (Internet)

Corp. : Corporation (constitution d'une entreprise, Canada, États-Unis, etc.)

CRIQ : Centre de recherche industrielle du Québec

CRJ : Canadair Regional Jet

CRT : Cathode-Ray Tube

CRTC : Conseil de la Radiodiffusion et des Télécommunications Canadiennes

CSA : Canadian Standard Association

CTA : Centro Técnico Aerospacial (Brésil)

CVR : Cockpit Voice Recorder

DASA : Daimler-Benz Aerospace

DC : Direct Current

D.C. : District of Columbia (USA)

dB : décibel

DEC : Digital Equipment Corporation

DHC : Doctor Honoris Causa

dP : Differential Pressure

DOC : Direct Operating Cost

DoD : Department of Defense (USA)

DoT : Department of Transportation (USA)

DRAM : Dynamic Random Access Memory

D.Sc.A. : Docteur ès Sciences Appliquées

ECC : Embraer Credit Corporation

EDI : Electronic Data Interchange

EFIS : Electronic Flight Instrumentation System

Embraer : Empresa Brasileira de Aeronautica (S.A.)

EMI : Electrical Music Industries (Ltd)

EOW : Empty Operating Weight

EPNdB : Effective Perceived Noise decibel

EPNL : Effective Perceived Noise Level

EPROM : Erasable Programmable Read Only Memory

ER : Extended Range

ERA : European Regions Airline (Association)

ERJ : Embraer Regional Jet

et al. : et alii (et collaborateurs)

etc. : et cetera (ainsi de suite)

EXIM : Export Import Bank (USA)

FAA : Federal Aviation Administration (USA)

FAR : Federal Aviation Regulations (USA)

FADEC : Full Authority Digital Engine (or Electronic) Control

FCA : Fellow comptable agréé

FDA : Food and Drug Administration (USA)

FDLB : Fairchild-Dornier Luftfahrt Beteiligungs (GmbH)

FDR : Flight Data Recorder

FFS : Full Flight Simulator

FFOM : Forces, Faiblesses, Opportunités, Menaces

FL : Flight Level (1 FL = 100 pi)

FMS : Flexible Manufacturing System

fpm : feet per minute

FTD : Flight Training Device

GATT : General Agreement on Tarifs and Trade

GE : General Electric

GEAE : GE Aircraft Engines

GEST : Groupe d'Étude des Stratégies Technologiques

GIE : Groupement d'intérêt économique (constitution d'une coentreprise, France)

GmbH : Gesellschaft mit beschränkter Haftpflicht (Haftung) (constitution d'une entreprise, Allemagne)

GUI : Graphical User Interface

HBR : Harvard Business Review

HBS : Harvard Business School

h : heure

HEC : (École des) Hautes Études Commerciales

hp : horsepower

http : hyper text transfer protocol (Internet)

hz : hertz (cycles par seconde)

IATA : International Air Transport Association

IBM : International Business Machine

ICAO : International Civil Aviation Organisation

Inc. : Incorporated (inc. : incorporée) (constitution d'une entreprise, Canada, États-Unis, etc.)

INSEAD : Institut Européen d'Administration des Affaires

IPO : Initial Public Offering

IPTN : Industrie Pesawat Terbang Nusantara
ISA : International Standard Atmosphere
ISO : International Standard Organization
JAA : Joint Aviation (or Airworthiness) Authorities (Europe)
JAR : Joint Aviation (or Airworthiness) Requirements (Europe)
JDP : Joint Definition Phase
JIT : Just-In-Time
JVC : Japan Victor Company
kg : kilogramme (1 kg = 2,20462 lb)
km : kilomètre (1 km = 0,6214 mi)
km/h : kilomètre à l'heure (1 km/h = 0,54 kt)
kN : kiloNewton (1 kN = 225 lb st)
kt : knot (1 nm/h = 1,852 km/h = 1,15078 mi/h)
kW : kilowatt (1 kW = 1,34 shp)
l : litre (1 l = 0,264177 gallon US)
lb : livre (1 lb = 0,453592 kg)
lb st : Pound of Thrust
LBO : Leverage Buy-Out
LCD : Liquid Crystal Display
LR : Long Range
LSI : Large Scale Integration
Ltd : Limited (constitution d'une entreprise, Canada, États-Unis, etc.)
Ltée : Limitée (constitution d'une entreprise, Canada, États-Unis, etc.)
m : mètre (1 m = 3,28 pi)
MBA : Master of Business Administration
M-Form : Multidivisional-Form
Mhz : Megahertz
MHI : Mitsubishi Heavy Industries (Japan)
MICST : Ministère de l'Industrie, du Commerce, de la Science et de la Technologie (du Québec)
mi/h : mille à l'heure
min : minute
MIPS : Million of instructions per second
MIT : Massachusetts Institute of Technology
MITI : Ministry of International Trade and Industry (of Japan)
Mhz : Megahertz
MLW : Maximum Landing Weight
mm : millimètre (1 mm = 0,03937 po)
MoT : Management of Technology
MoU : Memorandum of Understanding
mph : mile per hour
MRT : Management des ressources technologiques
MTOW : Maximum Take-Off Weight
m/s : mètre à la seconde
MS-DOS : Microsoft - Disk Operating System
N : Newton
N° : Numéro
N/A : Not Available

NASA : National Aeronautics and Space Administration (USA)
NBAA : National Business Aviation Association
NCR : National Cash Register (Corp.)
NEC : Nippon Electric Corporation (Japon)
nm : nautical mile (1 nm = 1,852 km ; 1,15078 mille)
nm/h : nautical mile per hour (1 nm/h = 1 kt ; 1,852 km/h ; 1,15078 mi/h)
NTN-1 : Notas do Tesouro Nacional-1 (Brésil)
NTSB : US National Transportation Safety Board
NV : Naamloze Vennootschap (constitution d'une entreprise, Pays-Bas)
NVS : Noise and Vibration Suppression (System)
OACI : Organisation de l'Aviation Civile Internationale
OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Économique
OIQ : Ordre des ingénieurs du Québec
OMC : Organisation Mondiale du Commerce
OMPI : Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
ONU : Organisation des Nations Unies
opa : offre publique d'achat
op. cit. : opere citato (ouvrage cité)
OPIC : Office de la Propriété Intellectuelle du Canada
O.Q. : Officier de l'Ordre national du Québec
ORD : Organe de réglement des différends (OMC)
org : organization (Internet)
OS : Operating System
p. : page
Pa : Pascal (1 N/m^2)
PAX : Passengers Maximum*
PC : Personal Computer
p. ex. : par exemple
Ph.D. : Philosophiae Doctor
pi : pied (1 pi = 0,3048 m)
plc : public limited company (constitution d'une entreprise, Royaume-Uni)
PME : Petite et Moyenne Entreprise
po : pouce (1 po = 2,54 cm)
pp. : de la page...à la page
p/r : par rapport
ProEx : Programa de Finenciamento as Exportaçoes (Brésil)
psi : pound per square inch
PT : Pesawat Terbang (constitution d'une entreprise, Indonésie)
PTC : Partenariat Technologique Canada
P&W : Pratt & Whitney
P&WC : Pratt & Whitney Canada
Q : Quiet (Bombardier Inc.)

® : Registered Trademark (marque déposée)
RAA : Regional Airline Association (USA)
RAM : Random Access Memory
RBV : Resource-Based View
RC : Royal Crown (Corp.)
R&C : Resources & Capabilities
RCA : Radio Corporation of America
R-D : Recherche - Développement
R&D : Research & Development
RJ : Regional Jet (BAe)
ROM : Read Only Memory
rpm : revolution per minute
RPM : Revenus-passagers-milles
R-R : Rolls-Royce (plc)
RU : Regional Update (Bombardier Inc.)
$: Dollar (Canada)
$US : Dollar (États-Unis)
s : seconde
SA : Société anonyme (constitution d'une entreprise, France, Suisse, etc.)
S.A. : Sociedad Anonima (constitution d'une entreprise, Espagne, Brésil, etc.)
SAAC : Swiss American Aviation Corporation
SAS : Scandinavian Airlines System
SBU : Strategic Business Unit
SCE : Single Corporate Entity
SE : Special Edition (Bombardier Inc.)
SEE : Société pour l'expansion des exportations (du Canada)
SEST : Sociologie, Économie, et Stratégies liées aux Techniques (nouvelles)
sfc : specific fuel consumption
shp : shaft horsepower
SI : Système international (d'unités de mesure)
Si : Silicium
SIC : Standard International Classification
S/L : Sea Level
SM : Statute Mile
sm : siège-mille
SMC : (Accord sur les) subventions et les mesures compensatoires (OMC)
sm/h : siège-mille par heure
sm/lb : siège-mille par livre de carburant
SMJ : Strategic Management Journal
SpA : Società per Azioni (constitution d'une entreprise, Italie)
st : static thrust
STOL : Short Take-Off and Landing
SWOT : Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats
TAS : True Airspeed
TI : Texas Instruments

ton : tonne (1 ton = 1 000 kg ; 2 240 lb)
tr/min : tour à la minute
TSB : Transportation Safety Board (of Canada)
TSE : Toronto Stock Exchange (Index)
U-Form : Unitary-Form
UK : United Kingdom
UQAM : Université du Québec à Montréal
UQTR : Université du Québec à Trois-Rivières
US : United States
USA : United States of America
USAF : US Air Force
USN : US Navy
VCR : Videocassette Recorder
VHS : Video Home System
VLSI : Very Large Scale Integration
V/STOL : Vertical/ Short Take-Off and Landing
VTT : Véhicule tout terrain
WTO : World Trade Organization
www : world wide web (Internet)
ZFW : Zero Fuel Weight

*Définition libre

LISTE DES ANNEXES

Annexe A Figures et tableaux complémentaires. 506
Annexe B Perspective évolutionniste. 545
Annexe C Tableaux des caractéristiques des avions régionaux 590

INTRODUCTION

Ce travail de recherche porte sur le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise et vise une contribution tant sur le plan théorique que pratique au domaine d'étude du management de la technologie. D'abord sur le plan pratique, cette étude vise une contribution à un projet novateur appelé "bilan technologique" qui est sous l'égide du Comité de la technologie de l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ) depuis déjà quelques années. D'entrée de jeu, il convient de souligner que le principal artisan de ce projet est monsieur Michel Normandin, ex-directeur du département de génie industriel à l'École Polytechnique et codirecteur de cette recherche.

Cette étude vise également une contribution sur le plan théorique en développant de façon analytique ou descriptive le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise et ce, en proposant tout d'abord une extension à un modèle conceptuel de "stratégie technologique vue dans une perspective évolutionniste" qui a été publié il y a quelque temps dans la littérature en management de la technologie (Burgelman et Rosenbloom, 1989) ; puis en proposant ensuite une extension, assortie d'une application concrète à l'approche des "caractéristiques de la technologie" (Saviotti, 1996 ; Saviotti et Metcalfe, 1984) qui s'appuie elle aussi sur une perspective évolutionniste.

Par "évolutionniste", nous entendons une perspective ou une vision du monde qui est fondée sur le changement, mais sans pour autant porter un jugement de valeur sur le sens ou la direction que devrait prendre un tel changement comme, par exemple, en assumant a priori que ledit changement devrait se faire dans le sens du progrès, de l'augmentation de la performance, etc. La perspective évolutionniste prend en considération un certain nombre de concepts fondamentaux. Citons, entre autres, les mécanismes de variation, de sélection et de rétention qui sont souvent considérés comme les piliers sur lesquels s'appuie la perspective évolutionniste qui, en plus, prend en considération le temps et la dynamique de changement dans le temps, ainsi que l'historicité ou la dépendance à un certain chemin suivi dans le temps pour expliquer comment un certain phénomène en est arrivé à son état actuel au cours de son évolution (p. ex., évolution d'une espèce biologique).

La perspective évolutionniste prend également en considération l'incertitude qui rend souvent toute prévision hautement difficile, sinon impossible, ainsi que l'irréversibilité ou la quasi-irréversibilité dans le processus d'évolution (p. ex., irréversibilité dans le cas de l'évolution des espèces biologiques ; puis quasi-irréversibilité ou irréversibilité partielle dans le cas de l'évolution des technologies, des organisations, etc.). Enfin, cette perspective tient compte également de la nature cumulative du changement ou de l'évolution, pour ne nommer que quelques-uns des concepts fondamentaux qui sont pris en considération dans une perspective évolutionniste.

Par ailleurs, dans certains domaines (p. ex., en économie), la perspective évolutionniste est souvent proposée comme une alternative à la perspective mécaniste. Par "mécaniste", on entend ici une vision du monde qui cherche à expliquer davantage l'état d'un système (p. ex., système solaire ; système mécanique ; système économique ; etc.) et son modus operandi (p. ex., mouvement des planètes autour du soleil) par des lois fondamentales qui se veulent à la fois immuables et invariables dans le temps et dans l'espace (p. ex., les lois de Kepler sur le mouvement des planètes (les orbites des planètes sont des ellipses et non des cercles) ; la loi de Newton sur la gravitation universelle (la fameuse pomme de Newton), etc.). En définitive, la dynamique de changement dans un tel système importe peu car, en principe, celui-ci n'est pas censé évoluer dans le temps, même si de facto il y a du mouvement dans le système. Dans le système solaire, par exemple, la rotation des planètes autour du soleil est un mouvement, mais non une évolution stricto sensu. Qui plus est, dans une telle perspective, le mouvement d'un système est prévisible (p. ex., mouvement des planètes dans le système solaire) ; son opération est déterministe ; et enfin, le système est souvent considéré comme réversible s'il n'y a pas, bien entendu, de pertes d'énergie dans le système comme, par exemple, un système sans friction, tel le système solaire.

Ce genre de système est dit "en équilibre". Le concept de l'équilibre est d'ailleurs l'un des concepts fondamentaux dans certains domaines d'étude comme, par exemple, dans l'école de pensée dite "néoclassique" en économie qui est généralement associée à la perspective mécaniste, alors que la perspective évolutionniste est plutôt associée à la tradition dite "schumpétérienne" en économie ; du nom de l'économiste d'origine autrichienne Joseph Alois Schumpeter (1883-1950),

antérieurement de l'Université Harvard. Celui-ci influença non seulement le domaine comme tel de l'économie, mais il influença également d'autres domaines d'étude portant notamment sur le changement technologique ou l'innovation en général comme, par exemple, le domaine d'étude du management de la technologie qui fait souvent référence aux travaux de Schumpeter.

L'origine de la perspective mécaniste provient du domaine de la physique ou de la mécanique classique, dont les principaux fondateurs sont, entre autres, le physicien et astronome italien Galilée (Galileo Galilei, 1564-1642) ; puis, le philosophe, mathématicien et physicien français René Descartes (1596-1650) qui est connu, entre autres, pour sa célèbre maxime "Je pense, donc je suis", mais qui a surtout révolutionné la pensée scientifique avec ce que l'on appelle la pensée dite "cartésienne" ou "rationnelle" ou tout simplement la "rationalité" qui est d'ailleurs l'un des concepts fondamentaux dans certains domaines d'étude. D'ailleurs, il convient de souligner ici que le concept de rationalité et celui de l'équilibre vu précédemment, sont deux concepts qui seront fortement pris à parti par les tenants et les sympathisants de la perspective évolutionniste en économie, dont les économistes néo-schumpétériens Richard Nelson et Sidney Winter qui proposèrent, il y a quelques années, une théorie évolutionniste du changement économique, aussi appelée "théorie évolutionniste de la croissance économique" ou "théorie évolutionniste de la firme" (Nelson et Winter, 1982).

Enfin, l'un des fondateurs les plus connus de la physique ou de la mécanique classique est le physicien, mathématicien et astronome britannique Sir Isaac Newton (1642-1727) qui est connu, entre autres, pour ses lois fondamentales qui portent son nom (lois de Newton) et l'unité de mesure de la force dans le système international (SI) d'unités de mesure qui porte aussi son nom, soit le Newton (N). Aujourd'hui, nous retrouvons la perspective mécaniste dans plusieurs domaines d'étude, notamment ceux à caractère scientifique (p. ex., en physique ; mécanique ; astronomie ; etc.) ; enfin, bref, dans des domaines où la recherche des lois fondamentales ou des principes scientifiques régissant les phénomènes naturels (p. ex., le mouvement des planètes autour du soleil) semble faire partie de l'agenda de recherche dans ces domaines. Par contre, à quelques exceptions près, la recherche de lois fondamentales ne semble pas faire partie de l'agenda de recherche dans des domaines qui épousent davantage une perspective évolutionniste comme, par exemple, dans les

domaines de l'étude des organisations, du management de la technologie, de la stratégie ou des sciences sociales en général ; enfin, bref, dans des domaines où l'être humain fait partie intégrante d'un système, si l'on peut s'exprimer ainsi, comme par exemple, une organisation, une entreprise, une économie, etc. Dans un tel contexte, l'être humain est en mesure d'influer, directement ou indirectement, sur l'état actuel ou futur d'un système quelconque (p. ex., système organisationnel).

Or, ce qui est de particulier avec l'être humain, c'est qu'il a plutôt tendance à ne pas se comporter exactement comme le voudraient certains modèles mathématiques réductionnistes qui chercheraient, par exemple, à faire des prévisions sur l'état futur d'un système en particulier dans lequel l'être humain jouerait un certain rôle (p. ex., des prévisions sur l'évolution des technologies ; sur le choix d'un design dominant ; sur l'évolution d'une organisation ; etc.). Notons ici qu'il ne faut surtout pas généraliser, car certaines applications de la perspective évolutionniste en économie, (p. ex., la théorie des jeux) font un usage abondant de mathématiques très avancées et ce, même si la recherche de lois fondamentales ne semble pas un impératif aussi grand que dans d'autres domaines tels les domaines scientifiques (p. ex., en physique ; mécanique ; astronomie ; etc.).

L'origine de la perspective évolutionniste provient du domaine de la biologie où l'histoire retient deux noms en particulier, soit celui de Lamarck (1744-1829), puis aussi celui de Darwin (1809-1882) qui sont considérés comme les "pères de l'évolutionnisme". Bien que les modèles évolutionnistes de Darwin et de Lamarck diffèrent de façon substantielle sur certains mécanismes fondamentaux de l'évolution des espèces, leur perspective évolutionniste se rejoint sur certains points, notamment sur la nature graduelle de l'évolution des espèces biologiques. Aujourd'hui, la perspective évolutionniste est utilisée dans de nombreux domaines d'étude, dont celui de la biologie qui, en plus des modèles évolutionnistes lamarckien et darwinien, nous propose un autre modèle d'évolution, soit le modèle de l'équilibre ponctué qui a été proposé, il y a quelques années seulement, par les paléontologistes Stephen Jay Gould du Museum of Comparative Zoology de l'Université Harvard et son collègue Niles Eldredge du musée The American Museum of Natural History de New York (Eldredge et Gould, 1972). Contrairement aux modèles évolutionnistes darwinien et lamarckien dans lesquels l'évolution des espèces se fait essentiellement de manière graduelle, c'est-à-dire sans

discontinuité ou sans interruption, le modèle de l'équilibre ponctué tient compte à la fois des longues périodes de continuité ou d'équilibre homéostatique dans l'évolution des espèces qui à l'occasion sont ponctuées par de brèves périodes de révolution ou de discontinuité ; d'où l'expression "équilibre ponctué". Notons ici qu'en paléontologie (étude des fossiles), la notion de temps n'est pas la même que la nôtre, car l'évolution est mesurée en temps géologique, c'est-à-dire en millions d'années.

Le modèle de l'équilibre ponctué est aujourd'hui utilisé dans plusieurs domaines autres que la paléontologie, en particulier dans des domaines où la période de continuité ou d'équilibre dans l'évolution d'un certain phénomène (p. ex., l'évolution d'une technologie, d'une organisation, etc.) est ponctuée à l'occasion d'une brève période de révolution, de discontinuité, ou encore, de grand bouleversement (p. ex., technologique, organisationnel, industriel, institutionnel, culturel, etc.). Dans le domaine d'étude du management de la technologie, par exemple, le modèle de l'équilibre ponctué est très bien illustré par le modèle conceptuel des "cycles technologiques", aussi appelé "modèle des cycles de la technologie" (Tushman, Anderson et O'Reilly, 1997). Ce modèle d'évolution de la technologie s'appuie lui aussi sur les mécanismes de variation, de sélection et de rétention qui constituent les trois piliers sur lesquels s'appuie la perspective évolutionniste.

De plus, ce modèle prend en considération l'élément très perturbant que représente, pour une entreprise, une discontinuité technologique et ce qui s'en suit plus souvent qu'autrement, c'est-à-dire une substitution technologique (p. ex., la substitution du tube-à-vide par le transistor). Enfin, les phénomènes de discontinuité et de substitution technologiques entraînent souvent avec eux dans leur sillon de grands bouleversements et ce, à la fois technologique, organisationnel, industriel, institutionnel et plusieurs autres bouleversements (p. ex., sociaux ; culturels ; etc.). Néanmoins, les phénomènes de discontinuité et de substitution technologiques peuvent être parfois créateurs en donnant naissance, par exemple, à une nouvelle industrie, à un nouveau secteur d'activité, à de nouvelles organisations et de nouvelles formes organisationnelles comme ce fut le cas, par exemple, avec l'invention du transistor en 1947 qui donna naissance à l'une des industries contemporaines sans doute des plus dynamiques, à savoir l'industrie des semi-conducteurs. Dans sa conception de la perspective évolutionniste dans un système économique de type capitaliste, Schumpeter (1942)

parle de l'innovation comme un processus de destruction créatrice. Parmi les discontinuités et les substitutions technologiques plus récentes, soulignons la substitution du disque de vinyle de 33 et de 45 tours/min par le disque compact audionumérique (disque CD) dans l'industrie du disque.

Parmi les différents domaines ou sujets d'étude dans lesquels nous retrouvons aujourd'hui la perspective évolutionniste, citons entre autres : l'économie (p. ex., l'économie du changement technologique) ; l'étude des organisations, notamment l'étude de l'évolution des organisations et des formes organisationnelles (p. ex., l'évolution d'une structure de type fonctionnel ou d'une forme organisationnelle dite "unitaire" (U-Form) à une forme organisationnelle dite "multi-divisionnelle" (M-Form) ; etc.) ; l'étude de la technologie ou de l'innovation en général (p. ex., l'étude de l'évolution ou du changement technologique ; l'approche des caractéristiques de la technologie) ; et enfin, nous la retrouvons aussi en stratégie (p. ex., en stratégie technologique ; en compétition technologique ; en management stratégique de la technologie ; etc.) ; pour ne nommer ici que quelques-uns des domaines ou sujets d'étude dans lesquels est utilisée la perspective évolutionniste. En ce qui concerne cette étude, en raison de ses fondements théoriques qui s'appuient, entre autres, sur le modèle de "stratégie technologique vue dans une perspective évolutionniste" de Burgelman et Rosenbloom (1989) et sur l'approche dite des "caractéristiques de la technologie" (Saviotti, 1996 ; Saviotti et Metcalfe, 1984) ; nous pouvons affirmer que cette étude s'inscrit fondamentalement dans une perspective évolutionniste. De plus, tel que stipulé au tout début, ce travail de recherche porte sur le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise.

Potentiel stratégique technologique

En guise d'introduction, disons que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise pourrait, de manière conceptuelle, être caractérisé par trois éléments d'un triptyque, à savoir : d'abord (1) par un "contenu" ; ensuite (2) par un ensemble de "processus" ; et enfin, (3) par les divers "contextes" par lesquels ce potentiel pourrait être modifié et cela, aussi bien de manière favorable que défavorable. Par "contexte", nous entendons les différents contextes : local, régional, national et international, commercial, industriel, concurrentiel, institutionnel, organisationnel,

culturel, réglementaire, économique, politique, stratégique, technologique et tout autre contexte qui pourrait possiblement affecter le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise de manière favorable ou défavorable et ce, tant au niveau de son contenu que de ses processus. Aussi, après avoir apporté quelques modifications à ce modèle conceptuel de "stratégie technologique vue dans une perspective évolutionniste" afin de le rendre plus près de nos préoccupations de recherche, soit le développement analytique ou descriptif du concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise, nous allons par la suite examiner les divers éléments de ce modèle ainsi modifié qui contribuent : d'abord (1) à l'édification comme telle du potentiel stratégique d'une entreprise ; ensuite (2) à son actualisation ; et qui contribuent (3) à la finalité désirée d'un tel potentiel qui, selon nous, devrait se traduire pour l'entreprise en termes d'avantage concurrentiel et de performance ; deux concepts fondamentaux en stratégie.

Dans notre schéma d'analyse, il est notamment postulé que la base de ressources, de capacités, de compétences et de compétences dites "distinctives" d'une entreprise, aussi appelée "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise, constitue le socle sur lequel celle-ci pourra édifier son "potentiel stratégique technologique". Par ailleurs, une fois constitué avec les ingrédients nécessaires, ce potentiel stratégique ne restera vraisemblablement pas à son état initial en permanence ; il sera en tout temps influencé par de nombreux facteurs qui, tantôt auront pour effet d'augmenter le "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise, tantôt pour effet de le diminuer. Ces facteurs pourraient être : (1) d'ordre organisationnel comme ceux, par exemple, qui sont sous le contrôle des dirigeants d'une entreprise (p. ex., décision d'investissement, de désinvestissement, de retranchement d'un secteur d'activité ou d'abandon d'une ligne d'affaires ou de produits) ; (2) d'ordre contextuel (p. ex., un changement quelconque qui survient dans l'environnement de l'entreprise tel un changement technologique) ; (3) d'ordre institutionnel (p. ex., la déréglementation d'un secteur d'activité) ; (4) d'ordre circonstanciel, telle une décision ou un choix stratégique qui s'avère, ex post facto, être un mauvais choix (p. ex., un mauvais placement financier ; le développement et la mise en marché d'un nouveau produit qui n'obtient pas le succès escompté) ; et enfin (5) les facteurs de tout autre ordre qui pourraient affecter le "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise d'une manière ou d'une autre, aussi bien en quantité qu'en qualité et, ce faisant, affecter le "potentiel stratégique

technologique" de l'entreprise ; puisque ce dernier tire sa substance ou sa "force" du stock de ressources, de capacités, de compétences et de compétences dites "distinctives" d'une entreprise, comme nous allons le voir ultérieurement dans ce document.

Potentiel stratégique technologique révélé

Dans cette étude, il est entre autres postulé que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) qui sont offerts sur le marché, en particulier au niveau des caractéristiques comme telles desdits produits et du mix de ces caractéristiques, c'est-à-dire la façon avec laquelle ces caractéristiques sont configurées ou agencées dans chacun desdits produits de l'entreprise. En effet, deux produits concurrents peuvent offrir sensiblement les mêmes caractéristiques, mais être configurées de façon très différente ; l'un des produits pouvant donner plus d'importance à certaines caractéristiques (p. ex., la vitesse de croisière élevée d'un avion de ligne régionale) par rapport à l'offre d'un produit concurrent (p. ex., la faible consommation de carburant d'un avion de ligne régionale).

Puis, il est également postulé dans la présente que la performance technologique d'une entreprise au niveau de ses produits est un des facteurs qui contribue à la performance comme telle de l'entreprise, notamment sa performance vue dans une perspective du client, pour employer la terminologie de Robert S. Kaplan, titulaire de la Chaire Arthur Lowes Dickinson en comptabilité à la Harvard Business School, et David P. Norton, président de la firme Renaissance Solutions, Inc. qui est située à Lincoln au Massachusetts, auxquels nous allons nous référer à maintes reprises dans ce document. En effet, dans une série d'articles et dans leur premier ouvrage conjoint intitulé The Balanced Scorecard : Translating Strategy Into Action, Kaplan et Norton (1996a) nous proposent une nouvelle façon de mesurer la performance d'une entreprise appelée « The Balanced Scorecard ». En somme, il s'agit d'une sorte de carte de pointage dans laquelle la performance d'une entreprise n'est plus mesurée uniquement en fonction de critères économiques ou financiers, mais est mesurée en fonction de quatre perspectives différentes dont, entre autres, la perspective dite du "client" dans laquelle les caractéristiques ou les attributs des produits et services d'une entreprise

sont l'un des éléments importants de sa "proposition de valeur" à sa clientèle et, ce faisant, ils deviennent donc l'un des déterminants importants de la performance comme telle de l'entreprise. En résumé, le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) offerts sur le marché, en particulier au niveau des caractéristiques desdits produits et du mix de ces caractéristiques. Dès lors, en s'appuyant d'une part sur les travaux de Kaplan et Norton, nous savons que lesdites caractéristiques constituent l'un des éléments importants de la "proposition de valeur" de l'entreprise à sa clientèle et, ce faisant, l'un des déterminants importants de sa performance, notamment la performance de l'entreprise vue dans une perspective du client. D'autre part, en s'appuyant sur l'approche des "caractéristiques de la technologie", nous verrons entre autres, dans la présente, qu'une technologie (de produit ou de procédé) peut être caractérisée par quatre ensembles distincts de caractéristiques, à savoir : les ensembles de caractéristiques : (1) techniques ; (2) fonctionnelles ; (3) économiques ; et (4) un dernier ensemble qui regroupe les autres caractéristiques ne faisant pas partie explicitement des trois premiers ensembles (p. ex., les caractéristiques ergonomiques associées à l'utilisation d'un produit ou d'une technologie en particulier ; ses caractéristiques esthétiques, symboliques, etc.).

De un, attendu que la performance technologique d'une entreprise au niveau de ses produits est partiellement fonction de ses caractéristiques, car la performance technologique d'un produit se mesure en fonction de ses caractéristiques techniques, fonctionnelles, économiques et autres ; puis, de deux, attendu aussi que lesdites caractéristiques sont l'un des éléments importants de la "proposition de valeur" d'une entreprise à sa clientèle et, ce faisant, sont l'un des déterminants de la performance de l'entreprise vue dans une perspective du client ; dès lors, il s'en suit qu'en répertoriant et en mesurant les caractéristiques desdits produits d'une entreprise, nous avons non seulement un reflet de son "potentiel stratégique technologique" qui est ainsi "révélé" au niveau de sa gamme de produits offerts sur le marché, mais nous avons également un reflet de la performance technologique de l'entreprise au niveau desdits produits, de leurs caractéristiques et du mix de celles-ci ; laquelle performance technologique influe, en retour, sur la performance de l'entreprise. Enfin, bref, une entreprise qui afficherait, par exemple, une piètre performance technologique au niveau de ses produits et de leurs caractéristiques, aurait sans doute plus de chances d'afficher

également une piètre performance d'entreprise, comparativement à une autre firme qui afficherait, au contraire, une excellente performance technologique au niveau de ses produits et de leurs caractéristiques, toutes choses égales par ailleurs. D'autre part, les produits d'une entreprise ne sont pas uniquement le reflet de son "potentiel stratégique technologique" qui est ainsi "révélé" ; les produits d'une entreprise contribuent eux aussi, en retour, au potentiel stratégique de l'entreprise. Nous interpréterons ce phénomène comme étant le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est en partie "hérité" de ses produits antérieurs et de ses produits actuels. Enfin, soulignons en dernier lieu que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise n'est pas exclusivement "révélé" au niveau de ses produits, mais qu'il s'exprime également dans les diverses activités qui sous-tendent lesdits produits, ainsi que dans toutes autres activités de l'entreprise.

Le cas du Regional Jet de Canadair

Afin d'illustrer ces quelques propositions que nous allons formuler, le moment venu, en une seule question de recherche, nous allons utiliser l'étude de cas comme stratégie de recherche, en particulier la démarche de recherche proposée par Robert K. Yin qui fait maintenant autorité dans son domaine (Yin, 1993, 1994). Par ailleurs, afin de mieux cibler notre problématique de recherche, nous allons centrer notre attention et notre étude de cas sur un produit et une entreprise en particulier, soit l'avion de transport régional à 50 places désigné sous l'appellation commerciale Regional Jet de Canadair[1] ou son acronyme CRJ (Canadair Regional Jet). L'avionnerie Canadair[2] est

---

[1] ® Marque déposée de Bombardier Inc.

[2] Dans le cadre de ses activités de diversification, Bombardier Inc. fit l'acquisition, en 1986, du gouvernement fédéral de l'avionnerie Canadair Limitée, devenue en 1987 Canadair Inc. ; puis, en août 1988, elle fut fusionnée à Bombardier Inc. (Bombardier Inc. Canadair). Soulignons, par ailleurs, que c'est la Division Avions de transport régional de Bombardier Aéronautique (Bombardier Aerospace Regional Aircraft) qui est responsable de la commercialisation, des ventes, des contrats, du soutien à la clientèle et de la gestion du cycle de vie du biréacteur Regional Jet de Canadair ; puis soulignons aussi que c'est la Division Fabrication de Canadair qui est responsable de sa fabrication (Bombardier Inc. Notice annuelle 1997 ; site Internet). Or, puisque les Sociétés Canadair Inc. et Bombardier Inc. ont été fusionnées en 1988 (Bombardier Inc. Canadair) ; dès lors, dans cette étude, lorsque nous référons au concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise comme Canadair ; nous faisons essentiellement référence à l'avionnerie Canadair en tant qu'entité qui est en partie responsable de la famille d'appareils Regional Jet de Canadair (CRJ) au sein de la Société Bombardier Inc. et ce, même si cette responsabilité est partagée par d'autres divisions ou d'autres unités opérationnelles au sein du Groupe Bombardier Aéronautique.

aujourd'hui une entité du Groupe Bombardier Aéronautique au sein de la Société Bombardier Inc.[3] qui est une grande entreprise transnationale diversifiée qui oeuvre dans plusieurs secteurs d'activité dont celui du matériel de transport ; de l'aéronautique ; des produits récréatifs ; des services à l'aviation et des véhicules utilitaires ; et le secteur des services financiers et celui de l'immobilier (Bombardier Inc. Notice annuelle 1998, p. 7). Enfin, en décembre 1998, Bombardier Inc. était proclamée — l'entreprise du siècle — par la Revue Commerce (Vézina, 1998a). Les avions régionaux de la gamme Regional Jet de Canadair sont présentement offerts en séries 100, 200 et 700, respectivement de 50, 50 et 70 places, aussi appelés par leur acronyme respectif : le CRJ-100 et le CRJ-200 de 50 places ; puis le CRJ-700 de 70 places qui est présentement en cours de développement. Par ailleurs, dans cette étude, pour jauger de l'importance "stratégique" du potentiel de l'avionnerie Canadair qui est ainsi "révélé" au niveau de ce produit en particulier, nous ne pouvons procéder de manière absolue en isolant complètement le Regional Jet de Canadair de 50 places de son contexte, puis analyser ensuite ses caractéristiques sans aucune référence aux caractéristiques des autres produits concurrents qui sont présents sur le marché, c'est-à-dire dans le secteur de l'aviation régionale que l'industrie définit généralement comme étant le marché des avions de transport de 20 à 90 sièges, parfois jusqu'à 120 sièges de passagers.

---

[3] Fondée en 1942 par Joseph-Armand Bombardier (1907-1964) sous la raison sociale L'Auto-Neige Bombardier Ltée (Bombardier Snowmobile Limited) qui est devenue, en 1967, Bombardier Ltée, puis ensuite Bombardier Inc. ; l'entreprise est une société publique depuis janvier 1969 au moment où le titre de l'entreprise (BBD) a été inscrit aux Bourses de Montréal et de Toronto avec une première émission publique d'actions (IPO). Dans ce travail de recherche académique, toutes les informations, les données et les renseignements contenus dans ce document concernant la Société Bombardier Inc., ses filiales, ses groupes manufacturiers et ses groupes de services, ses divisions, ses produits, ainsi de suite, sont des informations, des données et des renseignements d'intérêt public qui ont été divulgués par l'entreprise d'une façon ou d'une autre (p. ex., Rapport annuel ; Notice annuelle ; Circulaire de procuration ; Prospectus financier ; Documents corporatifs ; Fiches techniques des appareils ; site Internet de Bombardier sur le réseau world wide web d'Internet (http://www. Bombardier.com/) ; sa revue Regional Update (RU) qui est publiée par la Division Avions de transport régional de Bombardier Aéronautique ; etc.) ; ou qui ont été divulgués par l'une de ses filiales, entités, divisions ou l'un ou l'autre de ses groupes manufacturiers ou de services ; par des revues spécialisées de l'industrie, ou encore, qui ont été divulgués par tout autre média de communication. Ce document vise le plus grand respect des droits d'auteur et de tous les autres droits associés à ce genre de recherche académique. Toutefois, afin de pas surcharger à outrance le présent document, nous ne pourrons toujours, en tout temps et en tout lieu, référer chaque énoncé de ce document à sa source originale lorsque des informations, des données et des renseignements sont divulgués ; compte tenu, bien entendu, de la quantité considérable d'informations, de données et de renseignements de tous genres contenus dans ce document. Enfin, soulignons en dernier lieu que cela s'applique également à toutes les autres firmes qui sont mentionnées dans ce document, à savoir que toutes informations, données et renseignements divulgués dans la présente qui les concernent sont d'intérêt public.

Dès lors, il est impératif, selon nous, de procéder au moyen d'une analyse comparative des avions régionaux qui se situent en concurrence directe avec le Regional Jet de Canadair de 50 places ; puis qui se situent aussi, jusqu'à un certain point, en concurrence indirecte avec celui-ci, tels les avions régionaux à réaction et les avions régionaux à turbopropulsion qui se trouvent à proximité de la catégorie des avions régionaux de 50 sièges, incluant les appareils à turbopropulsion de la gamme Dash 8[4] de l'avionnerie de Havilland qui est située à Downsview à proximité de Toronto en Ontario, qui est elle aussi une entité du Groupe Bombardier Aéronautique. En effet, les appareils Dash 8Q de de Havilland se retrouvent, d'une certaine façon, en concurrence virtuelle et parfois réelle avec le Regional Jet de Canadair de 50 places pour l'obtention, entre autres, des nouvelles commandes d'avions régionaux, en particulier le modèle Dash 8Q-300 de 50 places. Bien que les deux familles d'avions régionaux du Groupe Bombardier Aéronautique, soit (1) la famille d'avions régionaux à réaction Regional Jet de Canadair ; (2) la famille d'avions régionaux à turbopropulsion Dash 8Q de de Havilland, soient commercialisées par la même entité au sein du Groupe Bombardier Aéronautique, soit la Division Avions de transport régional (Bombardier Aerospace Regional Aircraft) ; c'est le client qui, ultimement, établit ses préférences d'achat parmi les différents choix offerts sur le marché (p. ex., un appareil CRJ versus un appareil Dash 8Q).

En tout, une quinzaine d'avions régionaux feront l'objet de cette analyse comparative et plus d'une centaine de caractéristiques seront ainsi répertoriées pour chacun de ces appareils parmi lesquelles certaines caractéristiques seront analysées plus attentivement. Ceci nous permettra, entre autres, de jauger de l'importance "stratégique" de l'avion de transport régional de 50 places Regional Jet de Canadair par rapport aux autres produits concurrents sur ce marché ; puis aussi d'illustrer avec ce cas spécifique la manière avec laquelle le "potentiel stratégique technologique" de Canadair est ainsi "révélé" au niveau des caractéristiques comme telles de ce produit et du mix de celles-ci qui, ensemble, ont contribué au succès dont bénéficie aujourd'hui l'avionnerie Canadair et le Groupe Aéronautique de Bombardier, notamment dans le secteur de l'aviation régionale qui nous préoccupe plus particulièrement dans cette étude. En effet, nous verrons dans l'étude de ce cas que la performance technologique de Canadair au niveau de ce produit en particulier, soit son Regional

[4] ® Marque déposée de Bombardier Inc.

Jet de 50 places, est l'un des facteurs qui contribue à la performance de l'entreprise, notamment sa performance vue dans une perspective du client dans laquelle, entre autres, la part de marché est l'une des mesures de base de la performance d'une entreprise vue dans une telle perspective. En terme de part de marché, pour l'année 1997, Bombardier Aéronautique était le plus important fabricant d'avions régionaux à l'échelle mondiale avec la plus grande part de marché, soit 42% de part de marché sur l'ensemble du marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges, comparativement à 41% de part de marché en 1996 et à 27% de part de marché en 1995. En terme du nombre d'unités commandées, ceci correspond à 204 avions régionaux de Bombardier Aéronautique qui ont été commandés durant l'année civile 1997, comparativement à 129 appareils en 1996 et à 80 appareils commandés en 1995. Plus spécifiquement, les appareils Regional Jet de Canadair de 50 places et de 70 places se sont accaparés une part de marché de 47% en 1997 dans le créneau de marché spécifique des avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges, comparativement à 52% de part de marché en 1996 et à 34% en 1995, selon les données de marché qui ont été publiées par la Division Avions de transport régional de Bombardier Aéronautique (Bombardier Aerospace Regional Aircraft) dans sa revue bimensuelle anglophone intitulée Regional Update (January/February 1998).

Comme nous allons le voir en détail lors de l'étude de cas du Regional Jet de Canadair de 50 places, la légère baisse de part de marché dans le créneau de marché des avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges en 1997 (47%) par rapport à celle de 1996 (52%), est due en grande partie à l'arrivée d'un nouveau produit concurrent sur le marché, à savoir le jet régional RJ145 de 50 places du constructeur aéronautique brésilien Embraer (Empresa Brasileira de Aeronautica S.A.), aussi désigné par son acronyme ERJ (Embraer Regional Jet). En 1997, le jet régional ERJ-145 d'Embraer a réussi à s'accaparer une part de marché de 41% dans le créneau de marché spécifique des avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges ; ce qui n'est pas du tout banal, si l'on tient compte du fait que ce nouvel appareil est entré en service commercial aux États-Unis en décembre 1996 chez le client de lancement nord-américain Continental Express qui est basé à Houston au Texas. En décembre 1998, celui-ci avait déjà placé des commandes fermes pour 75 appareils ERJ-145, en plus de s'être réservé des options d'achat sur 175 autres appareils ERJ-145 ou ERJ-135 qui est ici un produit dérivé de 37 places du jet régional ERJ-145 de 50 places, comme nous allons le voir

ultérieurement dans ce document. Qu'il suffise de souligner, à ce moment-ci, que le jet régional de 50 places ERJ-145 du constructeur aéronautique brésilien Embraer est le plus important concurrent actuel du Regional Jet de Canadair de 50 places de séries 100 et 200.

Qu'il suffise également de souligner que la performance commerciale de la Société Embraer en terme de part de marché a été favorisée par le programme ProEx (Programa de Finenciamento as Exportaçoes) de financement des exportations qui fut institué en juin 1991 par le gouvernement brésilien, mais invalidé en mars 1999 par l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) suite à une plainte déposée par le gouvernement canadien à la demande de la Société Bombardier Inc. Dès lors, l'OMC a aussitôt ordonné au Brésil de retirer sans délai ses subventions accordées dans le cadre du programme ProEx aux acheteurs étrangers d'avions régionaux d'Embraer qui pouvaient, à ce moment-là, bénéficier de façon indirecte de versements de péréquation sur le taux d'intérêt de financement des avions d'Embraer pouvant aller jusqu'à un maximum de 3,8 points de pourcentage (3,8%) et s'échelonner sur une période de financement de 15 ans sur 85% du coût d'acquisition d'un appareil et ce, moyennant un paiement initial de 15%.

Bien que de tels versements de péréquation sur le taux d'intérêt aient été faits sous forme de bons du Trésor aux institutions financières avec lesquelles lesdits acheteurs étrangers d'avions d'Embraer faisaient affaires par le biais d'une banque brésilienne et de la Banque du Brésil qui était, à ce moment-là, la banque mandataire du gouvernement brésilien pour assurer la gestion courante du programme ProEx ; le fait demeure que ces acheteurs bénéficiaient d'une réduction substantielle du coût d'acquisition d'avions régionaux d'Embraer. Dans ses éléments de preuve, le Canada a fait valoir devant l'OMC qu'une telle pratique commerciale déloyale procurait un "avantage important" au constructeur aéronautique brésilien Embraer qui contrevenait à l'Accord sur les subventions et les mesures compensatoires de l'OMC ; causant ainsi un préjudice sérieux à la Société Bombardier Inc.

Au cours de l'exercice clos le 31 janvier 1999, la contribution de Bombardier Aéronautique aux résultats financiers vérifiés et consolidés de Bombardier Inc. a été très significative. En effet, les revenus de Bombardier Aéronautique, avant cessions intersectorielles, ont totalisé 6,4 milliards

de dollars canadiens[5] en 1998-1999, comparativement à 4,9 milliards de dollars en 1997-1998 ; ce qui correspond à une augmentation de 32%. En terme de contribution, les revenus de Bombardier Aéronautique, avant cessions intersectorielles, ont ainsi représenté 56% des revenus consolidés de Bombardier Inc. qui ont totalisé 11,5 milliards $ en 1998-1999, comparativement à 8,5 milliards $ en 1997-1998 ; ce qui correspond à une augmentation de 35%. En terme de bénéfice, le bénéfice avant impôts sur le revenu du Groupe Aéronautique de Bombardier s'est élevé à 681,9 millions $ au cours de l'exercice clos le 31 janvier 1999, comparativement à 479,6 millions $ au cours de l'exercice clos le 31 janvier 1998, soit une augmentation de 42%. À nouveau en terme de contribution, ceci correspond à 82% du bénéfice avant impôts sur le revenu de la Société Bombardier Inc. qui a atteint 826,9 millions $ au cours de l'exercice 1998-1999 ; ce qui lui a alors permis de dégager un bénéfice net consolidé de 554,0 millions $, en hausse de 32% par rapport à l'exercice clos le 31 janvier 1998.

Enfin, soulignons en dernier lieu qu'à la fin de l'exercice clos le 31 janvier 1999, le carnet de commandes de Bombardier Inc. s'élevait à 25,5 milliards $, comparativement à 18,1 milliards $ au 31 janvier 1998, soit une hausse de 41%. En ce qui a trait au domaine d'activité lié à l'aéronautique, le carnet de Bombardier Aéronautique s'élevait à 16,2 milliards $ au 31 janvier 1999, comparativement à 10,1 milliards $ au 31 janvier 1998 et à 6,2 milliards $ au 31 janvier 1997. Comme nous pouvons le constater, ces résultats financiers soulignent, à eux seuls, l'importance du domaine d'activité lié à l'aéronautique au sein de la Société Bombardier Inc. Enfin, soulignons qu'en mars 1999, les appareils de la famille Regional Jet de Canadair de 50 places de séries 100 et 200, puis de série 700 de 70 places avaient déjà été commandés à plus de 632 exemplaires, dont 294 appareils avaient déjà été livrés, à cette date, alors que 338 autres appareils Regional Jet de Canadair faisaient toujours l'objet de commandes en carnet non encore exécutées. Quant à la gamme d'avions régionaux à turbopropulsion de Bombardier Aéronautique, soulignons en dernier lieu qu'en décembre 1998, les appareils de la famille Dash 8Q de de Havilland de 37 à 70 places avaient déjà été commandés à plus de 561 exemplaires, dont 506 appareils avaient déjà été livrés à cette date, alors que 55 autres appareils Dash 8Q de de Havilland faisaient toujours l'objet de commandes en carnet non encore exécutées à ce moment-là (Bombardier Inc., site Internet, avril 1999 ; Notice annuelle 1998, p. 11).

---

[5] Sauf indication, dans le présent document, tous les montants sont en dollars canadiens ($).

Structure du document

Ce document est structuré en trois chapitres qui, eux-mêmes, sont divisés en sections principales et en plusieurs sous-sections. En bref, le chapitre 1 nous présente le cadre théorique de la présente étude ; le chapitre 2, le cadre méthodologique ; et enfin, le chapitre 3 nous présente l'étude de cas proprement dite du Regional Jet de Canadair de 50 places. Le chapitre 1 nous présente le cadre théorique de la présente étude. Celui-ci s'appuie sur une recension exhaustive de la littérature pertinente à notre propos glanée dans divers domaines d'étude, en particulier la littérature descriptive, compte tenu du choix de notre stratégie de recherche, à savoir une étude de cas dite "descriptive" (Yin, 1993, 1994).

Dans ce premier chapitre, le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise est d'abord introduit, puis il est développé ensuite de manière analytique ou descriptive en s'appuyant, entre autres, sur un modèle conceptuel de "stratégie technologique vue dans une perspective évolutionniste" puisé dans la littérature en management de la technologie (Burgelman et Rosenbloom, 1989) et que nous allons modifier quelque peu afin de le rendre plus près de nos préoccupations de recherche, c'est-à-dire le développement analytique ou descriptif du concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise. Qui plus est, afin de mieux faire valoir nos arguments dans ce premier chapitre théorique, nous allons avoir recours à maintes occasions à des exemples concrets tirés du secteur de l'aviation régionale en général, ainsi que de l'expérience de la Société Bombardier Inc. en particulier qui, précisons-le tout de suite, est maintenant le troisième plus important constructeur aéronautique civil au monde, suite à la fusion des constructeurs aéronautiques Boeing et McDonnell Douglas aux États-Unis qui est le N° 1 mondial et le consortium européen Airbus Industrie qui arrive au deuxième rang dans l'industrie aéronautique civile et plus spécifiquement, dans le secteur de l'aviation commerciale.

D'ailleurs, à cet égard, pour que notre lecteur[6] soit mis au parfum dès le début du cas à l'étude, il est invité à prendre connaissance, au préalable, de la section 3.1 intitulée « Description du cas à l'étude » au chapitre 3, qui relate certains faits d'actualité concernant le contexte environnant et les enjeux actuels dans le secteur de l'aviation régionale. Cette section 3.1 traite également de l'identification des principaux constructeurs d'avions régionaux et leurs produits respectifs dont, entre autres, le Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-100 ; CRJ-200) et son principal rival, le jet régional de 50 places ERJ-145 de l'avionnerie brésilienne Embraer. Va pour le cadre théorique.

Le chapitre 2 nous présente, pour sa part, le cadre méthodologique de la présente étude. Après avoir présenté les grandes lignes de la stratégie de recherche utilisée dans la présente, à savoir une étude de cas dite "descriptive" (Yin, 1993, 1994) ; le chapitre 2 nous présente ensuite les diverses propositions de recherche que nous aurons au préalable formulées au chapitre 1, de même que la question spécifique de recherche à laquelle nous voulons nous adresser en particulier dans la présente, ainsi que la manière avec laquelle nous entendons y répondre, c'est-à-dire au moyen d'une analyse comparative des avions régionaux qui sont en concurrence avec le Regional Jet de Canadair de 50 places. C'est d'ailleurs l'objet du chapitre 3 qui nous présente l'étude de cas proprement dite du Regional Jet de Canadair de 50 places.

Enfin, nous terminerons ce travail de recherche en soulignant notamment les limites de l'étude et en proposant quelques avenues de recherche future ; puis nous conclurons en dernier lieu en soulignant la contribution que nous avons recherchée au départ, tant sur le plan théorique que pratique. Sur ce, passons maintenant au chapitre 1 qui porte sur le cadre théorique de la présente recherche.

---

[6] Dans ce document, indépendamment du genre grammatical, l'emploi du masculin est utilisé sans discrimination à l'égard des hommes et des femmes et ce, dans le seul but de faciliter la lecture du texte.

CHAPITRE 1
CADRE THÉORIQUE

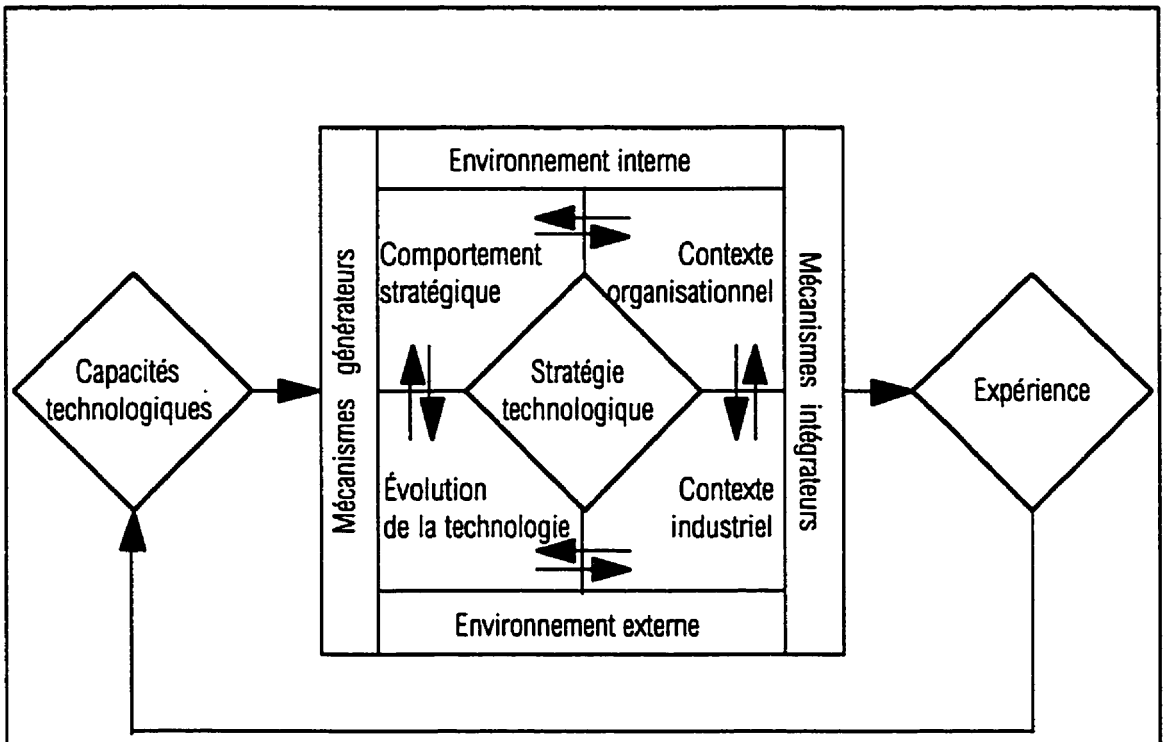
L'objet de notre propos dans ce premier chapitre consiste à jeter les bases du cadre théorique de la présente recherche. Celui-ci s'appuie sur une recension exhaustive de la littérature descriptive pertinente à notre propos glanée dans divers domaines d'étude, dont le management de la technologie, la gestion stratégique d'entreprise, ainsi que certaines disciplines liées à l'économie industrielle, notamment celles qui s'intéressent à l'innovation, à la technologie et à la stratégie des entreprises. Aussi, dans un souci de vouloir présenter cet exposé théorique dans un tout cohérent, il nous faut avoir recours à un filon conducteur qui assurera l'intégration harmonieuse des différents thèmes qui seront abordés dans ce premier chapitre. À cette fin, le modèle conceptuel proposé dans le cadre de la présente étude sera investi de cette mission.

1.1 Modèle de stratégie technologique vue dans une perspective évolutionniste

C'est ainsi qu'une revue exhaustive des écrits scientifiques et techniques sur le sujet qui nous préoccupe a permis de relever dans la littérature en management de la technologie un modèle conceptuel de stratégie qui rejoint, à maints égards, la vision singulière du concept de "potentiel stratégique technologique" que nous souhaitons développer dans la présente de façon analytique ou descriptive. Plus spécifiquement, il s'agit d'un modèle de "stratégie technologique vue dans une perspective évolutionniste" (Technology Strategy : An Evolutionary Process Perspective). Robert A. Burgelman de la Graduate School of Business à l'Université Stanford en Californie, puis Richard S. Rosenbloom, titulaire de la Chaire David Sarnoff en administration des affaires à la Harvard Business School au Massachusetts, sont les coauteurs de ce modèle que nous avons reproduit à la figure 1.1 de la page suivante. En guise d'entrée en matière, soulignons brièvement que ce modèle fut publié pour la première fois à l'intérieur du volume 4 de la série[7] Research on Technological Innovation, Management and Policy (Rosenbloom et Burgelman, 1989) ; puis, celui-ci fut publié à nouveau dans

[7] Soulignons que l'éditeur fondateur de cette série est Richard S. Rosenbloom, auquel s'est joint, en 1989, Robert A. Burgelman (Rosenbloom, 1983, 1985, 1986 ; Rosenbloom et Burgelman, 1989 ; Burgelman et Rosenbloom, 1993, 1997a).

sa version originale dans l'ouvrage collectif intitulé Managing Strategic Innovation and Change qui est édité par Tushman et Anderson (1997).



Source : Adaptation de Burgelman et Rosenbloom (1989)

Figure 1.1 Modèle conceptuel de stratégie technologique vue dans une perspective évolutionniste.

À cela, ajoutons également que l'un des coauteurs de ce modèle, nommément Robert Burgelman, donna lui aussi une nouvelle impulsion à ce modèle en l'utilisant, dans un premier temps, comme cadre intégrateur pour la seconde édition de l'ouvrage intitulé Strategic Management of Technology and Innovation (Burgelman, Maidique et Wheelwright, 1996) ; puis en l'utilisant aussi, dans un second temps, comme cadre d'analyse pour étudier le cas de la firme Intel Corporation sur lequel nous reviendrons un peu plus loin dans ce chapitre (Burgelman, Cogan et Graham, 1997). Enfin en 1997, dans un document non publié intitulé "Design and Implementation of Technology Strategy : An Evolutionary Perspective", Burgelman et Rosenbloom (1997b) décidèrent de reprendre leur texte

original de 1989 en y intégrant certaines publications récentes d'auteurs de la Harvard Business School qui viennent ainsi enrichir davantage leur modèle conceptuel de stratégie technologique, dont Marco Iansiti, Clayton Christensen, Joseph Bower, Gary Pisano, Steven Wheelwright et Kim Clark ; auxquelles s'ajoutent certaines publications récentes de Robert Burgelman (Burgelman, 1991, 1994 ; Burgelman, Cogan et Graham, 1997).

1.1.1 Perspective évolutionniste

Tel qu'indiqué en introduction, ce modèle conceptuel de stratégie technologique s'inscrit explicitement dans une perspective évolutionniste qui, rappelons-le à nouveau, est issue, à l'origine, du domaine d'étude de la biologie, mais qui est utilisée aujourd'hui dans de nombreux autres domaines d'étude, comme en fait écho l'énoncé suivant de Burgelman et Rosenbloom (1989) :

> « This perspective is emerging in economics (Nelson and Winter, 1982), organization theory (e.g., Weick, 1979 ; Aldrich, 1979 ; Hannan and Freeman, 1984) and strategic management (e.g., Burgelman, 1984 ; 1988b). It focused on variation, selection, retention mechanisms for explaining dynamic behavior over time. », (p. 3).

Les mécanismes de variation, de sélection et de rétention dont il est fait mention dans cet énoncé, constituent les trois piliers sur lesquels s'appuie la perspective évolutionniste que nous retrouvons aujourd'hui dans plusieurs domaines d'étude. Ainsi, en analogie à l'évolution des espèces biologiques, le mécanisme de variation fait ici référence au mécanisme d'évolution qui fait en sorte que nous retrouvons aujourd'hui dans la nature une telle diversité d'espèces animales et végétales, ainsi qu'une si grande variété au sein d'une même espèce. Transposé dans le domaine d'étude du management de la technologie, le mécanisme de variation fait référence à l'invention, à l'innovation, à l'évolution de la technologie ou au changement technologique ; enfin, bref, tout ce qui peut apporter de la nouveauté, de la diversité ou bien de la variété dans un domaine comme, par exemple, de la variété technologique (Saviotti, 1996 ; Metcalfe, 1992 ; Metcalfe et Gibbons, 1989, 1986). D'autre part, il convient de souligner ici que si jamais il devait exister une certaine carence à l'intérieur de la perspective évolutionniste, c'est sans doute au niveau de ce premier principe de variation que se

situerait cette carence. En effet, contrairement aux espèces biologiques où le mécanisme de variation est, en général, assez bien connu (p. ex., la variation, puis ensuite la rétention sélective se produisent au niveau des gènes), ce mécanisme de variation est un peu moins connu lorsqu'il est question de variation technologique comme, par exemple, l'innovation ou le changement technologique, ou encore, tout autre changement (p. ex., changement organisationnel, industriel, institutionnel, etc.). À ce sujet, Johan Schot (1992) nous explique de la façon suivante qu'il n'y a pas véritablement de déterminisme lorsqu'il est question de changement technologique, mais qu'il s'agit plutôt d'un processus de recherche heuristique stochastique qui s'appuie en grande partie sur des essais et des erreurs, ainsi que sur une bonne dose d'incertitude :

> « Neo-Schumpeterian economists conceptualize technological change as evolutionary. Technological development is a search process involving trial and error and incertainty, and various options are implemented and evaluated. It can be conceptualized as a sequence of variation and selection processes. Variations are by no means tried out purely at random during the search process; heuristics are deployed. Heuristics as guidelines (rules of thumb) which promise, but do not guarantee, finding solutions to problems. Employing heuristics reduces the incertainty inherent to the search process. The presence of heuristics implies that technological developments follow quite specific directions, while other possible directions are ignored. », (pp. 186-187).

Par ailleurs, tout comme c'est le cas présentement dans la nature, il doit exister un mécanisme quelconque qui circonscrit quelque peu toute cette diversité et cette variété afin que celles-ci ne s'étendent pas toutes deux à l'infini. C'est le mécanisme de sélection qui, dans certains domaines dont le management de la technologie et la stratégie, s'apparente souvent au processus de compétition (p. ex., sélection d'un design dominant ; compétition technologique ; compétition interfirme ; etc.). Aussi, dans la nature, c'est la sélection naturelle qui est la "force créatrice" de l'évolution en sélectionnant les êtres vivants qui, a posteriori, s'avèrent les mieux adaptés à leur environnement, comme nous l'explique ici Stephen Jay Gould (1982) : « Natural selection is a creator ; it builds adaptation step by step. », (p. 381). À ce sujet, rapportons-nous à nouveau à Schot (1992) qui nous explique très bien comment s'opère le mécanisme de sélection au sein de toutes ces variations lorsqu'il est question de changement technologique ; laquelle sélection s'opère de deux façons différentes dans l'environnement ou encore sur le marché :

> « Selection between variations occurs in two ways : ex ante and ex post. Ex post selection obtains when the products and processes produced by heuristics are exposed to market selection pressures. The Social-Darwinist principle of survival of the fittest plays a major role here. Variation is stochastic or random ; in other words, generation is independant of selection. Ex ante selection implies that influence is exerted on the generation of variations, and thus on the shaping and the choice of heuristics. This form of selection takes place when firms anticipate possible selection by the market. Neo-Schumpeterian economists use the term "selection environment", rather the term "market". », (p. 187).

Dans cet énoncé, Schot (1992) fait référence à la notion d'environnement de sélection qui a été développée par les économistes néo-schumpétériens Nelson et Winter (1977, 1982). Qui plus est, dans le cas spécifique d'une entreprise ou d'une organisation, il n'y a pas un, mais plutôt deux environnements de sélection : un environnement externe de sélection et un environnement interne de sélection. De nombreux auteurs ont soulevé ce point dont Robert Burgelman, puis Metcalfe et Boden (1992) dans leur texte intitulé "Evolutionary Epistemology and the Nature of Technology Strategy" dans lequel ils proposent une conception de la perspective évolutionniste qui rejoint, à biens des égards, celle que nous épousons dans la présente, ne serait-ce que par l'emphase qui est mise par ces auteurs sur les caractéristiques d'une technologie, car selon eux, les caractéristiques d'une technologie sont véritablement ce qui créent de la valeur aux yeux des clients utilisateurs.

Ceci étant dit, nous avons tout d'abord un environnement externe de sélection. Dans cet environnement, la sélection des produits (biens et services) offerts sur le marché par une entreprise peut se faire de plusieurs façons différentes (Nelson et Winter, 1977), selon la nature des produits. En l'occurrence, s'il s'agit de produits de consommation (individuelle ou industrielle) usuels ou conventionnels, le marché de la libre concurrence ou l'environnement concurrentiel de la firme est souvent le lieu privilégié pour effectuer les transactions d'affaires impliquant ce genre de produits. Par contre, s'il s'agit de produits (biens et services) réglementés (p. ex., des médicaments vendus sous ordonnance ; la vente de l'électricité au Québec), ou bien s'il s'agit de produits stratégiques (p. ex., un système de défense antiaérien ; de l'armement militaire ; des avions de chasse ; ainsi de suite), les institutions réglementaires (p. ex., la Régie de l'Énergie au Québec) ou les institutions politiques (p. ex., le ministère de la Défense au Canada ; le Département de la Défense (DoD) et le

Pentagone aux États-Unis ; etc.) sont les organismes qui, en général, effectuent la sélection de ce type de produits réglementés ou stratégiques qui, normalement, ne se transigent pas librement sur les marchés nationaux ou internationaux de la concurrence, comme c'est le cas avec les produits usuels ou conventionnels et ce, pour des raisons évidentes de sécurité nationale, en ce qui concerne les produits (biens et services) touchant le domaine militaire. Enfin, comme l'expliquent Nelson et Winter, dans certains domaines d'activité comme, par exemple, le domaine de la santé ou celui de l'éducation, les professionnels en place (p. ex., les médecins ; les éducateurs) sont souvent ceux qui effectuent de facto le choix ou la sélection des produits (biens et services) offerts sur le marché par les différents fournisseurs pour leur clientèle utilisatrice (p. ex., choix des médicaments par un médecin pour ses patients ; choix des manuels d'enseignement par un éducateur pour ses élèves, ainsi de suite).

En plus d'un environnement externe de sélection, une entreprise a également son propre environnement interne de sélection, c'est-à-dire ses différents systèmes de gestion, de décision, de contrôle, ainsi de suite qui, d'une certaine façon, jouent un certain rôle de sélection. C'est ainsi, par exemple, qu'une entreprise qui veut se procurer sur le marché différentes technologies (procédés ou processus) pour ses besoins internes ou qui veut développer à l'interne ses propres technologies de produits (biens et services) qu'elle va par la suite offrir sur le marché (p. ex., une gamme d'avions régionaux) va normalement procéder au choix ou à la sélection des technologies (produits, procédés ou processus) à l'intérieur d'un certain cadre de décision plus ou moins bien défini ou à l'intérieur d'un certain environnement interne de décision ou de sélection comme, par exemple, son processus budgétaire, son processus d'approvisionnements de biens et de services, son processus d'allocation des ressources, son processus d'innovation, de développement technologique ou de développement de nouveaux produits (biens et services), etc.

Enfin, chez les espèces biologiques, il existe un certain mécanisme d'hérédité pour faire en sorte que l'information génétique des êtres vivants sélectionnés par leur milieu environnant comme étant, a posteriori, les mieux adaptés à celui-ci soient transmises aux générations subséquentes afin d'assurer une certaine pérennité des caractères ou des avantages sélectifs des êtres vivants

qui ont survécus au processus de sélection naturelle. C'est le troisième mécanisme d'évolution, à savoir le mécanisme de rétention, aussi appelé mécanisme d'hérédité ou mécanisme de préservation (Campbell, 1965, 1969). Évidemment, une entreprise ne se reproduit pas comme le font les espèces biologiques. Dès lors, la rétention des informations qui doivent être transmises aux autres individus de l'organisation se fait par le biais des routines organisationnelles qui, pour des auteurs tels Nelson et Winter (1982), sont pour la firme, ce que les gènes sont pour les espèces biologiques. En ce qui concerne la technologie, le mécanisme de rétention des avantages sélectifs d'une technologie opère au niveau des caractéristiques comme telles de cette technologie (produit, procédé ou processus). Comme nous l'expliquent ci-après Metcalfe et Boden (1992), les caractéristiques de performance d'une technologie ou d'un artefact qui incorpore cette technologie sont véritablement ce qui créent de la valeur aux yeux des clients utilisateurs de cette technologie ; puis ce sont aussi ces mêmes caractéristiques qui contribuent à ce qu'ils appellent la "performance technologique révélée" de cet artefact qui incorpore justement cette technologie :

> « Technology as artefact plays a central role in evolutionary theories of competition and industrial change, for it is the products and methods of production of firms which are the primary objects of selection in markets. [...] More precisely, we do not have selection of artefacts, but selection for the performance characteristics embodied in those artefacts. It is the performance characteristics which are valued by users and which convey to the firm a selective advantage, in the way that the performance characteristics of the firm's production methods convey selective advantage on the cost side. We summarize these artefact dimensions of a firm by the term "revealed technological performance". », (p. 56).

Donc, en clair, les caractéristiques d'une technologie ou d'un artefact qui incorpore cette technologie (produit, procédé ou processus) sont les éléments de base à partir desquels les trois mécanismes de variation, de sélection et de rétention vont opérer. Lorsque, par exemple, il y a une évolution ou un changement quelconque qui survient au sein d'une technologie en particulier, ce sont certains éléments de base des caractéristiques comme telles de cette technologie qui ont évolué ou changé et ce, pas nécessairement dans le sens d'une augmentation de ses performances, comme l'a si bien démontré Clayton Christensen de la Harvard Business School avec ses travaux portant sur la technologie des lecteurs de disque dur informatique qu'il a synthétisés dans son premier

ouvrage majeur intitulé The Innovator's Dilemma : When New Technologies Cause Great Firms to Fail (Christensen, 1997a). Nous reviendrons sur ce sujet ultérieurement dans ce document.

Qu'il suffise à ce moment-ci de retenir que ce sont les caractéristiques d'une technologie et le mix de celles-ci dans un produit quelconque ou dans un artefact, pour employer la terminologie de Metcalfe et Boden (1992), qui déterminent le niveau de performance de cette technologie ; puis ce sont ces mêmes caractéristiques qui constituent les éléments de base à partir desquels les trois mécanismes de variation, de sélection et de rétention vont opérer. D'ailleurs, comme nous allons le voir ultérieurement dans ce premier chapitre théorique et dans notre étude de cas au chapitre 3 du Regional Jet de Canadair de 50 places, ce sont les caractéristiques et le mix de celles-ci dans chacune desdites technologies (produits, procédés ou processus) d'une entreprise qui déterminent le niveau de performance de chaque produit qui incorpore ces technologies comme, par exemple, la performance technologique du Regional Jet de Canadair de 50 places par rapport à la performance technologique de son plus proche rival, à savoir le jet régional ERJ-145 d'Embraer. Ceci étant dit, examinons maintenant le modèle conceptuel de stratégie technologique de Burgelman et Rosenbloom (1989) sur lequel nous nous appuyons en grande partie dans la présente étude.

1.1.2 Construits principaux du modèle

Pour l'essentiel, trois construits principaux sont à la base de ce modèle de "stratégie technologique vue dans une perspective évolutionniste". Ces trois construits, qui sont schématisés dans la figure 1.1 vue précédemment par les trois losanges, sont : (1) la "stratégie technologique" proprement dite, qui constitue l'élément central du modèle ; (2) les "capacités technologiques" nécessaires à l'entreprise pour actualiser sa stratégie technologique ; et (3) " l'expérience " que l'entreprise acquiert via l'actualisation ou la mise en oeuvre de sa stratégie ; ce qui vient, à ce moment-là, modifier en retour via la boucle de rétroaction apparaissant dans ce modèle, la base de capacités technologiques de l'entreprise, rendant l'ensemble du processus dynamique ou évolutif. Dans un tel schéma de conceptualisation, les capacités technologiques sont à la base même de la

stratégie technologique d'une entreprise dont la finalité désirée est l'expérience, comme le montre à cet égard le modèle de Burgelman et Rosenbloom (1989) qui est reproduit ci-haut à la figure 1.1.

1.1.3 Déterminants de la stratégie technologique

Par-delà ces trois construits, quatre forces dites "évolutionnistes ou évolutives" viendront façonner la stratégie technologique d'une entreprise. Ces forces, aussi appelées "déterminants de la stratégie technologique" par Burgelman dans son ouvrage collectif (Burgelman et al., 1996) sont schématisées dans les quadrants qui entourent l'élément central du modèle, à savoir la stratégie technologique. Nous avons d'une part (1) le "contexte organisationnel" de l'entreprise, puis (2) son "comportement stratégique" qui représentent les deux forces évolutionnistes émanant de son environnement interne qui viendront façonner sa stratégie ; et, d'autre part, nous avons ensuite (3) le "contexte industriel" dans lequel évolue la firme, puis (4) " l'évolution de la technologie" qui représentent, pour leur part, les deux autres forces évolutionnistes émanant, cette fois-ci, de son environnement externe qui viendront, elles aussi, modeler sa stratégie technologique et influer sur l'expérience que l'entreprise acquiert via l'actualisation ou la mise en oeuvre de sa stratégie. Précisons ici que l'évolution de la technologie et le comportement stratégique de l'entreprise sont aussi référés par Burgelman et Rosenbloom comme étant des mécanismes dits "générateurs" dans leur schéma d'analyse ; alors que le contexte industriel et le contexte organisationnel sont référés, quant à eux, à des mécanismes dits "intégrateurs" (voir figure 1.1). Afin de bien comprendre la logique qui sous-tend une telle conception de la "stratégie technologique vue dans une perspective évolutionniste", rapportons-nous aux propos mêmes qu'utilisa l'un des coauteurs pour expliquer la dynamique de ce modèle. C'est ainsi que, pour Burgelman et al. (1996) :

> « The essence of this perspective is that technology strategy is built on technical competencies and capabilities and tempered by experience. These three main constructs — technical competencies and capabilities, strategy, and experience — are tightly interwoven. Technical competencies and capabilities give technology strategy its force ; technology strategy enacted creates experience that modifies technical competencies and capabilities. », (p. 44).

1.1.4 Force de la stratégie et potentiel stratégique

Le cadre d'analyse de Burgelman et Rosenbloom (1989) pose donc comme postulat que la stratégie technologique d'une entreprise tire sa "force" même de la base de ses capacités et de ses compétences technologiques. Qui plus est, dans une telle conception de la stratégie, ce n'est pas tant la déclaration d'intention comme telle qui importe le plus, autant que l'actualisation per se de la stratégie, nous affirment à ce sujet Burgelman et Rosenbloom (1989) : « Central to this idea is the notion that the reality of a strategy lies in its enactment, not in those pronouncements that appear to assert it. », (p. 19). L'actualisation de sa stratégie technologique procure donc à l'entreprise une certaine expérience qu'elle pourra utiliser, en retour, pour développer ou affiner davantage sa base de capacités et de compétences technologiques sur laquelle sa stratégie tire sa force ; d'où la boucle de rétroaction figurant dans ce modèle conceptuel qui souligne l'effet de renforcement de l'expérience sur la base de capacités et de compétences technologiques de l'entreprise, en plus de souligner l'aspect dynamique ou évolutif d'un tel modèle de stratégie. Or, puisque l'environnement d'une entreprise est en perpétuel changement, ce modèle conceptuel de stratégie ne peut pas être statique et se doit donc d'être dynamique ou évolutif ; ce qui le rend distinct de certains autres modèles conceptuels que nous retrouvons dans la littérature et qui sont souvent taxés de statiques comme, par exemple, le modèle d'analyse des industries et de la concurrence de Michael E. Porter (1980) que nous allons examiner ultérieurement qui a été fortement critiqué par des auteurs tels Gary Hamel de la London Business School en Angleterre et son collègue Coimbatore K. Prahalad, titulaire de la Chaire Harvey C. Fruehauf en administration des affaires à l'Université du Michigan qui ont développé, il y a quelques années, le concept de "compétences clés" d'une entreprise.

Or, c'est précisément à l'intérieur d'une telle logique de raisonnement dans laquelle nous nous inscrivons à prime abord dans la présente étude pour développer le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise ; ce potentiel étant en quelque sorte cette "force" dont il fait mention dans l'énoncé précédent de Burgelman et Rosenbloom (1989). Puis, en analogie à la notion de "stratégie actualisée" (enacted strategy), nous allons nous référer dans cette étude à la notion de potentiel stratégique technologique "révélé" afin de bien mettre en évidence la dimension

"réalisation" qu'un tel "potentiel stratégique technologique" est censé procurer à une entreprise. Plus spécifiquement, nous allons centrer notre attention sur le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) qui sont offerts sur le marché, en particulier au niveau des caractéristiques dites "intrinsèques ou objectives" desdits produits et du mix de celles-ci dans chacun des produits de l'entreprise. Nous verrons ultérieurement à la section 1.7 de ce document qu'il existe des fondements théoriques à cette voie de conceptualisation, dont l'approche dite des "caractéristiques de la technologie" qui a été proposée à l'origine par l'économiste Kelvin Lancaster, mais qui a surtout été développée par la suite par Pier Paolo Saviotti de l'Université Pierre Mendés-France qui est située à Grenoble en France, de concert avec quelques-uns de ses collaborateurs dont Stanley Metcalfe, Adrian Bowman et Alan Trickett, au moment où Saviotti était à l'Université Manchester en Angleterre (Saviotti et Bowman, 1984 ; Saviotti et Metcalfe, 1984 ; Saviotti et Trickett, 1992 ; Saviotti, 1996).

La recherche scientifique étant une activité cumulative, nous nous proposons donc de bâtir sur les acquis des travaux antérieurs et d'utiliser comme point d'appui de nos assises conceptuelles et théoriques, le modèle conceptuel de Burgelman et Rosenbloom (1989) autour duquel, moyennant certaines modifications, nous allons développer le coeur de notre argumentation et présenter la vision singulière du concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous souhaitons développer dans la présente. À cette fin, commençons d'abord par préciser le genre de contribution que nous recherchons dans cette étude tant sur le plan théorique que pratique.

1.2 Contribution recherchée sur le plan théorique et sur le plan pratique

D'entrée de jeu, nous tenons à préciser que les modifications que nous entendons apporter au modèle conceptuel de stratégie technologique Burgelman et Rosenbloom (1989) ne visent en rien à diluer leur contribution et encore moins à réfuter certains de leurs arguments théoriques. Bien au contraire, notre ambition est plutôt de bonifier la contribution de ces auteurs et d'apporter une extension, aussi modeste soit-elle, à ce modèle sur lequel nous nous appuyons en grande partie pour développer le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise.

1.2.1 Contribution théorique

Concrètement, cela signifie que la contribution recherchée sur le plan théorique dans la présente en est une d'utilité et d'avancement des connaissances dans le domaine du management de la technologie qui nous tenterons de réaliser au moyen, entre autres, d'une extension à la version originale du modèle conceptuel de stratégie technologique de Burgelman et Rosenbloom (1989). Cette extension s'effectuera notamment par une prise en compte, à l'intérieur de notre cadre d'analyse, des plus récents courants de pensée qui ont émergé dans la littérature, ainsi que les plus récentes publications scientifiques pertinentes à notre propos qui s'y sont ajoutées et ce, depuis la publication de ce modèle en 1989. Parmi ces nouveaux courants de pensée, citons la nouvelle perspective dite des "ressources de la firme" (The Resource-Based View of the Firm ; Wernerfelt, 1984) à laquelle s'est jointe, depuis, plusieurs autres perspectives basées notamment sur le concept des compétences qui a beaucoup gagné en popularité ces dernières années (The Core Competence of the Corporation ; Prahalad et Hamel, 1990), ainsi que la perspective basée sur le concept des capacités dites "dynamiques" de la firme (The Dynamic Capabilities of the Firm ; Teece, Pisano et Shuen, 1991, 1997) ; et la perspective basée sur le concept des connaissances de la firme (The Knowledge-Based View of the Firm ; Spender et Grant, 1996).

La contribution recherchée sur le plan théorique se situe également dans la pertinence des sujets de discussion que nous aborderons tout au long de ce premier chapitre, de même que dans la richesse des descriptions et des explications qui seront produites afin de clarifier certains concepts clés qui sous-tendent notre cadre d'analyse, notamment les concepts de ressources, de capacités, de compétences et de compétences dites "distinctives" sur lesquels nous allons porter une attention toute particulière, en raison de leur rôle clé lors de l'édification du "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise. À cette fin, de nombreux efforts seront consentis pour définir ces différents concepts, puis de nombreux exemples illustratifs seront aussi utilisés pour étayer et enrichir les thèmes de discussion qui seront abordés dans ce premier chapitre théorique. Précisons immédiatement, afin que les choses soient bien claires dès le départ, que si nous entendons porter un soin méticuleux à définir et à étayer avec de nombreux exemples concrets les concepts de

ressources, de capacités, de compétences et de compétences "distinctives", lesquels concepts sont aussi appelés dans la présente "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise ; il n'est pas du tout dans nos plans d'aller mesurer par la suite de façon quantitative, ni même qualitative, chacun desdits concepts dans notre étude de cas du Regional Jet de Canadair de 50 places. Au risque de se répéter, rappelons de nouveau que cette étude de cas vise à illustrer un aspect particulier du concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous voulons développer dans la présente, à savoir le "potentiel stratégique technologique" de Canadair qui est en partie "révélé" au niveau de son avion de transport régional de 50 places CRJ-200ER, notamment au niveau de ses caractéristiques et du mix de celles-ci dans ledit produit (CRJ-200ER).

Dès lors, compte tenu du choix de notre stratégie de recherche, soit l'étude de cas et, plus spécifiquement, une étude de cas dite "descriptive" (Yin, 1993, 1994) ; il convient de souligner également que notre construction théorique s'appuie davantage sur la littérature dite "descriptive", plutôt que sur la littérature dite "empirique". Outre cet élément, il existe une autre différence importante entre la "méthode des cas" et les méthodes "empiriques ou statistiques" qu'il importe de souligner à ce moment-ci. En effet, dans les méthodes statistiques qui visent, entre autres, à vérifier un certain nombre d'hypothèses ou bien à valider une théorie existante, le chercheur utilise, entre autres, un échantillon quelconque et vise avec ses résultats une généralisation "statistique". Dans la méthode des cas (Yin, 1993, 1994), non seulement il n'est pas question d'hypothèses et d'échantillon non plus, puisque l'objectif premier n'est pas de faire de la vérification d'hypothèses ou de la validation d'une théorie existante ; mais il n'est pas question de généralisation statistique. L'étude de cas vise la généralisation dite "analytique". Cette différence est fondamentale.

De plus, comme le disait un jour un auteur connu et très prolifique en stratégie, nommément l'ingénieur Henry Mintzberg de l'Université McGill : « Personne n'a jamais vu, ni touché à une stratégie ». En effet, la stratégie, c'est avant tout un concept et non un fait observable ou une réalité tangible que l'on peut voir ou toucher ; tout comme d'ailleurs la notion de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous voulons développer dans la présente et qui est aussi un concept et non une réalité concrète. D'ailleurs, Mintzberg (1978) utilise une définition de la

stratégie qui illustre bien son point de vue sur le concept de stratégie, en plus de mettre l'emphase sur la question de l'engagement de la firme au niveau de ses ressources et sur la dimension action ou réalisation de la stratégie ; ce qu'il appelle la "stratégie réalisée" : « Strategy in general, and realized strategy in particular, will be defined as a pattern in a stream of decisions. [...] Where a decision is defined as a commitment to action, usually a commitment of resources. », (p. 935).

Dès lors, en centrant d'une part, notre attention sur la question de l'engagement de la firme au niveau de ses ressources et, par extension, de ses capacités car, dans la présente, nous faisons une distinction entre le concept des ressources et celui des capacités ; puis, par extension également, de l'engagement de la firme au niveau de ses compétences et de ses compétences dites "distinctives" ; nous espérons apporter une contribution, aussi modeste soit-elle, à la définition de chacun de ces concepts et ce, même si ce n'est pas dans nos plans d'aller les mesurer par la suite dans notre étude de cas. D'autre part, en centrant notre attention sur la dimension action ou réalisation, à savoir le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est en partie "révélé" au niveau de ses produits et de leurs caractéristiques, nous espérons ainsi apporter une contribution, aussi modeste soit-elle, à la caractérisation d'une technologie d'un produit en particulier, soit l'avion de transport régional de 50 places Regional Jet de Canadair (CRJ-200ER).

Enfin, grâce à une analyse comparative des avions régionaux qui sont en concurrence avec le Regional Jet de Canadair de 50 places, cela nous permettra de mieux jauger de l'importance "stratégique" du potentiel de Canadair au niveau de ce produit aéronautique en particulier ; puis cela nous permettra aussi de mettre en relation la performance technologique de Canadair au niveau de ce produit en particulier avec sa performance en tant qu'entité au sein du Groupe Bombardier Aéronautique, notamment sa performance vue dans une perspective du client. Nous définirons tout cela de façon plus détaillée tout au long de ce premier chapitre, ainsi qu'au chapitre 2 lorsque nous présenterons, à ce moment-là, le libellé de notre question de recherche. En développant ainsi le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise, ce travail de recherche vise non seulement une contribution sur le plan théorique en proposant une extension au modèle de "stratégie technologique vue dans une perspective évolutionniste" de Burgelman et Rosenbloom

(1989) ; mais il vise également une contribution tant sur le plan théorique que pratique en proposant une extension, assortie d'une application concrète à l'approche dite des "caractéristiques de la technologie" (Saviotti, 1996 ; Saviotti et Metcalfe, 1984) qui s'appuie elle aussi sur une perspective évolutionniste.

Enfin, une autre contribution qui est visée dans la présente est de présenter une application concrète à la nouvelle approche proposée par Kaplan et Norton (1996a) au sujet des mesures de performance d'une entreprise et, plus spécifiquement, les mesures de performance d'une entreprise vue dans une perspective dite du "client" sur laquelle nous allons porter une attention particulière dans la présente, en raison de l'emphase qui est mise dans cette perspective sur les caractéristiques des produits d'une entreprise. Cela nous permettra de faire le pont entre d'une part, la performance d'ensemble d'une entreprise et sa performance vue dans une perspective du client ; et d'autre part, la performance technologique d'un produit en particulier de cette entreprise comme, par exemple, le Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER). Comme nous allons le voir ultérieurement dans ce document, la performance technologique de l'avion de ligne régionale de 50 places CRJ-200ER de Canadair découle en grande partie des caractéristiques et du mix de celles-ci dans ledit produit aéronautique de l'avionnerie Canadair.

1.2.1.1 Figures et tableaux complémentaires

Par ailleurs, dans cette étude, le développement du concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise vise à transmettre à notre lecteur une compréhension fine des phénomènes en cause et des sujets qui seront abordés tout au long de ce premier chapitre dans notre construction théorique ; puis il vise aussi à lui transmettre une vision holistique, c'est-à-dire une vue globale ou une vue d'ensemble de ces phénomènes plutôt qu'un point de vue très étroit qui serait, par exemple, centré exclusivement sur un aspect particulier du concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous voulons développer dans la présente, à savoir le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est en partie "révélé" au niveau de ses produits, en particulier au niveau de ses caractéristiques et du mix de celles-ci dans chacun desdits

produits. C'est pourquoi nous misons davantage sur une approche analytique ou descriptive et consentons tant d'efforts à la définition des concepts clés utilisés dans la présente. Par ailleurs, compte tenu du fait que le modèle conceptuel de cette étude couvre de larges pans dans la littérature que nous ne pourrons explorer en détail pour faire valoir chacun de nos arguments, nous allons à quelques occasions référer notre lecteur à l'annexe A de ce document qui lui exposera un certain nombre de figures et de tableaux complémentaires tirés de la littérature qui illustrent différents modèles conceptuels utilisés par des auteurs que nous estimons les plus représentatifs des thèmes qui seront abordés dans ce premier chapitre théorique. Bien que nous ne disposions pas de tout l'espace nécessaire pour discuter de ces modèles, le fait de les présenter a tout de même son utilité, si l'on en croit le vieil adage disant : « une image vaut mille mots ».

C'est qu'en vérité, une des nombreuses versions préliminaires de ce document s'étendait sur plusieurs centaines de pages et comprenait, en sus, plusieurs dizaines de figures schématiques et de tableaux synoptiques. À elle seule, par exemple, notre bibliographie s'étendait sur plus de 90 pages (à simple interligne). Parcimonie oblige, le présent chapitre est donc un distillé extrêmement concentré du travail qui a été effectué antérieurement. Enfin, bref, c'est uniquement la partie visible du iceberg que nous présentons ici avec beaucoup de retenu, la partie non visible étant le travail qui a été effectué antérieurement. Cependant, les quelques figures et tableaux complémentaires fournis en annexe A de ce document devraient permettre à notre lecteur de mieux apprivoiser les sujets de discussion et les concepts qui seront abordés dans ce premier chapitre et ce, tout en lui offrant une perspective globale ou holistique de notre schéma d'ensemble. Afin d'aider notre lecteur à mieux s'y retrouver, ces figures et tableaux complémentaires seront identifiés ci-après dans le texte par la dénomination suivante : voir figure A.4 ; où la lettre A indique qu'il s'agit d'une figure (ou un tableau) qui se rapporte à l'annexe A de ce document ; le chiffre 4 étant le numéro de la figure ou du tableau correspondant. Enfin, en dernier lieu, soulignons que certains de ces auteurs ont été pour nous de véritables phares dans cette étude, dont notre plus grand regret demeure de ne pas avoir pu tous les citer ou les identifier explicitement dans notre texte ainsi que dans notre liste de références non exhaustive fournie à la fin de ce document ; parcimonie oblige.

Par ailleurs, à la demande des membres du jury d'examen de la présente étude, un bref exposé de la perspective évolutionniste que nous retrouvons aujourd'hui dans de nombreux domaines d'étude, dont le management de la technologie, est fourni en annexe B de ce document. En effet, comme nous l'avons stipulé en introduction et à la sous-section 1.1.1 de ce document, le modèle conceptuel de stratégie technologique de Burgelman et Rosenbloom (1989) qui est à la base de cette étude s'inscrit dans une perspective évolutionniste. De même, l'approche des caractéristiques de la technologie telle que développée par Pier Paolo Saviotti et ses collaborateurs dont, Stanley Metcalfe, s'inscrit elle aussi dans une telle perspective. Dès lors, d'un point de vue justification théorique, une question intéressante serait de savoir : pourquoi avoir choisi une telle perspective évolutionniste ? Le bien-fondé de cette question repose sur le fait que la perspective évolutionniste n'est pas la seule option disponible dans certains domaines pour étudier les phénomènes comme, par exemple, dans le domaine portant sur l'économie, notamment au sujet de l'importance de la technologie ou du changement technologique sur la croissance économique à long terme. En effet, comme nous l'avons souligné auparavant, la perspective évolutionniste est souvent proposée comme une alternative à la perspective mécaniste que nous retrouvons dans plusieurs domaines d'étude, en particulier ceux à caractère scientifique. Aussi, le bref exposé fourni en annexe B de ce document devrait permettre à notre lecteur de mieux se familiariser avec la perspective évolutionniste et ce, tout en se familiarisant quelque peu avec la perspective mécaniste qui propose une vision du monde différente de celle qui est véhiculée dans la perspective évolutionniste qui, rappelons-le, est fondée sur le changement, mais sans pour autant porter un jugement de valeur sur le sens ou la direction que devrait prendre un tel changement (p. ex., dans le sens du progrès ; de l'augmentation de la performance ; de l'amélioration du statu quo ; et ainsi de suite).

1.2.2 Contribution pratique

Quant à la contribution recherchée sur le plan pratique, précisons tout de suite que celle-ci vise à s'inscrire dans le cadre d'un projet novateur chapeauté depuis 1993 par l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ), à savoir le projet communément appelé "bilan technologique" (Audy, 1996). C'est en effet sous l'égide du Comité de la technologie de l'OIQ, qui était présidé lors de l'étude d'avant-

projet par monsieur Michel Normandin, codirecteur de cette recherche et principal artisan de ce projet novateur que celui-ci a pu voir le jour et être réalisé. D'ailleurs, pour rappeler certains faits importants concernant ce projet, soulignons que l'OIQ a d'abord mandaté, dans un premier temps, deux sociétés-conseils de la région de Montréal pour effectuer conjointement une étude d'avant-projet, c'est-à-dire une étude de faisabilité et d'élaboration d'un bilan technologique préliminaire.

Cette étude d'avant-projet, à laquelle nous avions participé à titre de "Conseiller principal" pour l'une des deux sociétés-conseils, fut réalisée entre 1993 et 1994 ; après quoi, l'Ordre décida d'aller de l'avant avec le projet proprement dit qui fut réalisé, cette fois-ci, non pas par l'entremise d'agents externes, comme ce fut le cas la première fois avec l'étude d'avant-projet, mais il fut plutôt réalisé à l'interne à l'OIQ sous la gouverne de monsieur Michel Normandin qui, pour l'occasion, s'est adjoint un certain nombre de collaborateurs, dont les ingénieurs Paul Major et Patrick Des Marais. Enfin, c'est en juin 1996 que le rapport final intitulé Modèle technologique de l'entreprise (Normandin et al., 1996) fut présenté aux instances de l'Ordre des ingénieurs du Québec qui est le mandant et le maître d'oeuvre du projet, ainsi qu'à certaines instances gouvernementales dont, entre autres, le ministère de l'Industrie, du Commerce, de la Science et de la Technologie du Québec (MICST) qui en a assumé une partie du financement.

1.2.2.1 Composante stratégique

Afin de bien situer les choses dans leur contexte respectif, précisons ici que ledit "Modèle technologique de l'entreprise" est constitué de deux composantes essentielles : tout d'abord (1) une composante dite "fonctionnelle" qui concerne spécifiquement le concept de "bilan technologique" d'une entreprise que Normandin et al. (1996) ont déjà développée lors de leur premier mandat de l'OIQ ; puis ensuite (2) une composante dite "stratégique" qui concerne, cette fois-ci, le concept de "potentiel stratégique" d'une entreprise. Précisons immédiatement, afin que les choses soient très claires que cette "composante stratégique" n'a pas été développée dans le projet original de l'OIQ, bien que certains principes directeurs aient déjà été tracés par Normandin et al. (1996). Or, c'est précisément au niveau de cette composante stratégique qui est associée au "Modèle technologique

de l'entreprise" que la présente étude désire apporter sa contribution sur le plan pratique. Entre autres choses, un de ces principes directeurs veut que cette composante stratégique s'inscrive en continuité avec le bilan technologique de l'entreprise qui est la composante fonctionnelle dudit "Modèle technologique de l'entreprise" proposé par Normandin et al. (1996) dans leur rapport final à l'OIQ. C'est donc en vertu de ce principe de continuité que nous entendons développer le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise afin que cette contribution pratique trouve quelque peu son utilité. Par ailleurs, qu'il soit clairement entendu au départ que la présente étude est entièrement indépendante du projet de l'OIQ, dans le sens qu'elle est ni commanditée, ni même subventionnée par l'OIQ ou quelque groupe ou organisme que ce soit, afin de préserver l'objectivité et l'impartialité du chercheur dans sa présente démarche académique.

En somme, il s'agit ici d'une contribution volontaire à un projet d'envergure auquel nous croyons depuis le début pour y avoir, entre autres, participé lors de l'étude d'avant-projet et pour avoir ensuite suivi de près le déroulement de ce projet dont la prochaine étape devrait, en principe, mener à la création d'un Institut qui veillera notamment à sa diffusion dans les milieux d'affaires et financiers et, si nécessaire, à parfaire l'instrument de mesure qui a été développé dans le cadre du projet original de l'OIQ. La création d'un tel Institut exige la participation de nombreux partenaires d'affaires dont, entre autres, les institutions financières, notamment les banques qui, pendant un bon moment, furent passablement occupées par des questions de fusion ; faisant ainsi passer au second plan leur participation éventuelle à un tel Institut. Nonobstant ce fait, notre contribution, aussi modeste soit-elle à la notion de "potentiel stratégique" qui est ainsi associée à la deuxième composante du "Modèle technologique de l'entreprise" devrait aider, osons-nous espérer, à poser les premiers jalons et, peut-être aussi, quelques fondements théoriques à cette notion et devrait aider à stimuler la pensée stratégique au sein des entreprises et à promouvoir la profession d'ingénieur par l'impact que pourrait avoir un tel projet, car de l'aveu même de la vice-présidente en titre et aux Affaires professionnelles, à ce moment-là, à l'Ordre des ingénieurs du Québec : « Les retombées du bilan technologique promettent d'être importantes, autant pour l'Ordre que pour l'économie du Québec. C'est l'un des projets par lesquels l'Ordre, conformément à sa mission, entend contribuer à l'essor de notre profession et du Québec. », (Audy, 1996, p. 5). Voilà en ce qui

concerne la contribution recherchée dans cette étude, tant au niveau théorique que pratique. Sur ce, passons maintenant aux modifications que nous entendons apporter au modèle conceptuel de Burgelman et Rosenbloom (1989), ainsi qu'à l'édification comme telle de notre cadre d'analyse.

1.3 Modèle conceptuel de l'étude

Tel qu'indiqué en introduction, cette étude porte sur le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise. Dès le départ, il importe de clarifier certains termes utilisés. Ainsi, le qualificatif "technologique" est utilisé dans la présente afin de bien souligner l'importance de la dimension "technologie" dans les entreprises dont le contenu technologique est important, tant au niveau de leurs technologies de produits (biens et services) qu'elles offrent sur le marché (p. ex., un avion de transport régional est un produit à haut contenu technologique), qu'au niveau de leurs technologies de procédés (p. ex., procédés de fabrication, de transformation ou autres procédés) ou de leurs technologies de processus (p. ex., processus de gestion, de coordination, de contrôle, etc.) qu'elles utilisent à l'interne dans le cadre de leurs activités ou de leurs opérations. Dans le cas, par exemple, des avionneries du Groupe Bombardier Aéronautique, certaines utilisent des procédés de conception, de fabrication ou de transformation qui exigent un haut niveau d'expertise technique. La filiale irlandaise Shorts, par exemple, est le centre d'excellence de Bombardier Aéronautique dans les traitements industriels, tels le collage et l'usinage chimique des composites, des métaux et des composants tels les fuselages et les fuseaux moteurs (Bombardier Aéronautique, site Internet).

Quant au qualificatif "stratégique", celui-ci est utilisé dans la présente pour préciser que nous nous intéressons au potentiel d'une entreprise qui sous-tend sa stratégie. Toutefois, même si cette étude porte sur la notion de potentiel dit "stratégique" d'une entreprise, celle-ci ne vise pas, en première instance, à s'inscrire nécessairement dans la tradition des recherches en stratégie per se, mais vise plutôt à contribuer au domaine d'étude du management de la technologie, comme nous l'avons spécifié auparavant, domaine que certains auteurs, comme Burgelman et al. (1996), appellent le management "stratégique" de la technologie. Puis, comme nous l'avons souligné auparavant, cette étude vise à contribuer au projet de "bilan technologique" de l'OIQ (composante fonctionnelle)

et à sa "composante stratégique" ; apportant ainsi un argument justificatif additionnel à l'utilisation des qualificatifs "technologique" et "stratégique". Toutefois, par mesure d'économies et surtout pour éviter de faire un usage abusif de qualificatifs, nous allons avoir recours, à maintes occasions, à l'expression réduite "potentiel stratégique" ou tout simplement le terme "potentiel" pour désigner le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous voulons développer dans la présente étude de façon analytique.

1.3.1 Stratégie technologique et potentiel stratégique technologique

Par rapport à nos préoccupations de recherche, il nous semble approprié de situer le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise à l'intérieur de l'élément central du modèle conceptuel de Burgelman et Rosenbloom (1989), c'est-à-dire à l'endroit même où se situe présentement le concept de "stratégie technologique" dans ce modèle : le postulat étant que, pour actualiser sa stratégie, l'entreprise devra détenir, au préalable, un certain potentiel. Attendu que cette étude porte sur le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise et non sur le concept de "stratégie technologique" proprement dit ; conséquemment, nous prenons la liberté de substituer le concept de "potentiel stratégique technologique" au concept de "stratégie technologique" qui apparaît dans le modèle conceptuel de Burgelman et Rosenbloom (1989). Or, puisque dans le schéma d'analyse de ces auteurs, la stratégie technologique d'une entreprise tire sa "force" de ses capacités et de ses compétences technologiques ; nous postulons nous aussi dans notre propre schéma d'analyse que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui sous-tend sa "stratégie technologique" tirera lui aussi sa "force" de cette même source, mais à la différence que nous ne nous limiterons pas aux seules capacités et compétences d'une entreprise qui sont d'ordre technologique.

1.3.2 Base de ressources, capacités, compétences et compétences distinctives

Dès lors, une autre modification substantielle que nous entendons apporter au modèle conceptuel de Burgelman et Rosenbloom (1989) vise donc à étendre cette base à partir de laquelle

le "potentiel stratégique technologique" qui sous-tend la "stratégie technologique" d'une entreprise tire justement sa "force" à toutes autres formes de capacités et de compétences que l'entreprise pourrait également mettre à contribution lors de l'actualisation ou du déploiement de son potentiel stratégique ; qu'elles soient d'ordre technologique, physique, financière, organisationnel ou de tout autre ordre. Par ailleurs, pour être en mesure de développer de telles capacités et compétences, l'entreprise doit au préalable acquérir, ou à tout le moins, avoir accès à des ressources. Aussi, introduisons-nous explicitement dans notre schéma d'analyse le concept des "ressources" ainsi que celui des "compétences" qui sont tous les deux implicites à l'intérieur du modèle conceptuel de Burgelman et Rosenbloom (1989). Plus spécifiquement, nous arrêtons notre choix sur le concept des compétences dites "distinctives" d'une entreprise et ce, pour les raisons que nous expliquerons ultérieurement dans ce premier chapitre théorique.

1.3.3 Avantage concurrentiel et performance

Autre modification substantielle à ce modèle conceptuel : nous substituons le concept de "performance" à celui " d'expérience " qui figure à l'intérieur de l'un des trois construits du modèle (voir figure 1.1) ; puis, du même souffle, nous introduisons le concept de " l'avantage concurrentiel " que nous souhaitons rendre davantage explicite dans notre cadre d'analyse. Le but visé par une telle modification à la substance même de ce modèle est pour insister sur le fait que la finalité désirée du "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise devrait, à notre point de vue, se traduire pour celle-ci en termes d'avantage concurrentiel et de performance. Nous verrons plus loin à la section 1.7 de ce document, ce que nous entendons plus précisément dans la présente étude par ces deux concepts fondamentaux : avantage concurrentiel et performance.

1.3.4 Potentiel stratégique technologique "hérité" des produits

En dernier lieu, une autre modification que nous entendons apporter à la substance du modèle conceptuel de Burgelman et Rosenbloom (1989) vise à rendre plus explicite à l'intérieur de notre cadre d'analyse les produits d'une entreprise. En effet, comme nous l'avons évoqué en

introduction, il est notamment postulé dans la présente étude que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) qui sont offerts sur le marché et, plus spécifiquement, au niveau de leurs caractéristiques et du mix de celles-ci dans chacun desdits produits de l'entreprise. Dès lors, pour maintenir une certaine logique de raisonnement à l'intérieur du modèle conceptuel à la base de cette étude, les produits d'une entreprise doivent donc apparaître au niveau des extrants du modèle et, plus spécifiquement, au niveau du contexte industriel dans lequel évolue l'entreprise. C'est dans ce contexte industriel que l'entreprise offre ses produits sur le marché ; puis c'est aussi dans ce même contexte industriel que se situent les clients de l'entreprise, ainsi que ses principaux rivaux et leurs produits concurrents, tel le jet régional de 50 places ERJ-145 de la Société brésilienne Embraer qui est l'un des principaux concurrents actuels du Regional Jet de Canadair de 50 places.

Par ailleurs, les produits d'une entreprise ne sont pas uniquement des extrants de ses activités, ainsi qu'une source essentielle de revenus dont elle a besoin et ce, en plus d'être un reflet de son "potentiel stratégique technologique" qui est ainsi "révélé" au niveau de ses produits, comme nous le postulons dans la présente. Pour certains types d'entreprises manufacturières, notamment les entreprises en aéronautique, leurs produits contribuent à édifier, à valoriser et à enrichir encore davantage leur "potentiel stratégique technologique". Par exemple, lorsque la Société Bombardier Inc. fit l'acquisition, en 1986, de Canadair Limitée du gouvernement fédéral, elle fit non seulement l'acquisition de sa première avionnerie qui allait ainsi la positionner dans l'industrie aéronautique civile, mais elle hérita, du même coup, du concept de l'avion d'affaires Challenger[8] de Canadair (désigné à l'époque CL-601).

Ce modèle d'appareil allait devenir, par la suite, le concept de base ou la plate-forme de développement technologique pour la famille d'avions régionaux à réaction désignée sous l'appellation commerciale Regional Jet de Canadair ou par son acronyme CRJ (Canadair Regional Jet).

---

[8] ® Marque déposée de Bombardier Inc.

Dès lors, nous pouvons affirmer dans la présente que l'avion d'affaires à large fuselage Challenger de Canadair a, en rétrospective, contribué de façon significative à édifier, à valoriser et à enrichir davantage le "potentiel stratégique technologique" de l'avionnerie Canadair et ce, suite à la décision de la Société Bombardier Inc. d'aller de l'avant, en 1987, avec le développement d'un tout nouvel avion de transport régional à réaction, soit le Regional Jet de Canadair de 50 places de série 100 d'abord (CRJ-100) ; puis de série 200 ensuite (CRJ-200). Qui plus est, cet appareil de 50 places sert présentement de concept de plate-forme de développement technologique pour le tout nouvel appareil Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 places (CRJ-700) qui est actuellement en cours de développement, en plus d'avoir été la plate-forme de développement technologique pour les deux versions d'affaires du Regional Jet de Canadair, soit le Corporate JetLiner et le Special Edition (SE) de Canadair. Or, comme nous allons le voir en détail au chapitre 3, grâce au potentiel de développement technologique que comprenait à l'origine le concept de l'avion d'affaires Challenger de Canadair, notamment au niveau de son large fuselage, l'avionnerie Canadair détient aujourd'hui un avantage concurrentiel que son principal rival dans le créneau de marché des avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges ne possède pas, en l'occurrence l'avionneur brésilien Embraer, car son produit vedette actuel, son jet régional ERJ-145 de 50 places aurait, semble-t-il, déjà atteint les limites maximales de son potentiel de développement technologique pour pouvoir en faire une version plus allongée ; étant lui-même une version allongée du modèle EMB-120 à turbopropulsion qui peut accommoder jusqu'à 30 passagers.

En clair, ceci signifie que le produit vedette actuel d'Embraer ne peut plus contribuer à valoriser le "potentiel stratégique technologique" de cette entreprise vers le développement d'un nouvel appareil biréacté de 70 places qui serait basé sur la plate-forme actuelle du jet régional ERJ-145 de 50 places afin, par exemple, de concurrencer le nouvel appareil Regional Jet de Canadair de 70 places (CRJ-700) qui est actuellement en cours de développement et ce, même si c'est dans les projets de la Société Embraer de développer un tout nouvel avion de transport régional de 70 places (ERJ-170). Par contre, cela ne signifie pas pour autant que le modèle d'appareil ERJ-145 ne puisse pas contribuer autrement au "potentiel stratégique technologique" de la firme Embraer. Comme nous allons le voir ultérieurement, le jet régional ERJ-145 de 50 places d'Embraer a néanmoins servi

de plate-forme de développement technologique pour son nouveau jet régional ERJ-135 de 37 places, dont les perspectives de succès commercial commencent à se préciser de plus en plus, car un an seulement après son lancement officiel qui a eu lieu en septembre 1997, le nouveau jet régional ERJ-135 d'Embraer avait déjà récolté, en octobre 1998, des commandes fermes pour 145 appareils et des options d'achat sur 195 autres appareils ; ce qui, en soi, laisse déjà présager un certain succès commercial, sinon un succès commercial certain pour ce nouveau modèle d'avion de ligne régionale qui n'est pas encore homologué, devons-nous le préciser (Embraer, site Internet, décembre 1998).

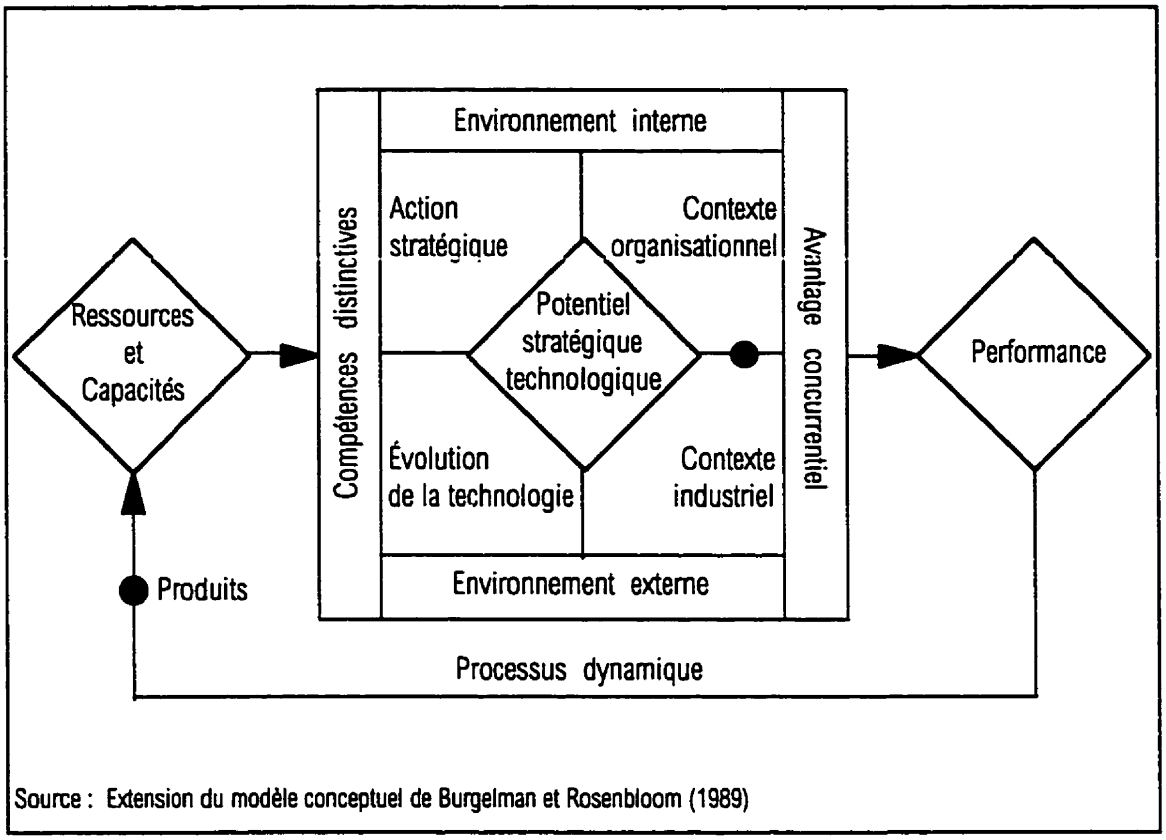
Nous verrons ultérieurement au chapitre 3 que le prix de vente attrayant et le programme de financement avantageux dont ont bénéficié les acheteurs d'avions régionaux d'Embraer pendant un certain temps, sont des éléments déterminants qui ont contribué au succès commercial de la Société brésilienne Embraer avec ses deux modèles actuels d'avions régionaux à réaction, à savoir le ERJ-145 de 50 places et le ERJ-135 de 37 places. Ces exemples montrent que les produits d'une entreprise contribuent à édifier, à valoriser et à enrichir encore davantage le "potentiel stratégique technologique" de certains types d'entreprises manufacturières, notamment les entreprises en aéronautique ; qu'il s'agisse de ses produits antérieurs (p. ex., l'avion d'affaires Challenger 601 de Canadair qui a ainsi servi de plate-forme de développement technologique pour le Regional Jet de Canadair de 50 places de série 100) ; ou de ses produits actuels (p. ex., le CRJ-200 de 50 places qui sert présentement de plate-forme de développement technologique pour le CRJ-700 de 70 places). En conséquence, afin de bien rendre compte de cette considération importante dans notre schéma d'analyse, nous allons faire apparaître les produits d'une entreprise dans la boucle de rétroaction du modèle de Burgelman et Rosenbloom (1989) sur lequel nous nous appuyons ; car ils représentent un "potentiel stratégique technologique" que l'entreprise a "hérité" de ses produits antérieurs et de ses produits actuels. Par contre, pour des raisons de logique, nous ne pouvons cependant les faire apparaître directement au niveau des intrants du modèle comme, par exemple, au niveau de ses ressources et de ses capacités, car les produits d'une entreprise sont avant tout des extrants de ses activités et non pas des intrants proprement dits au même titre, par exemple, que ses matières premières ou d'autres types d'intrants (p. ex., des pièces et des composants d'aéronefs qui seraient fabriqués par les divers partenaires de Bombardier Aéronautique).

C'est pourquoi nous jugeons plus approprié de faire apparaître les produits d'une entreprise qui contribuent à son "potentiel stratégique technologique" qui est ainsi "hérité" dans la boucle de rétroaction du modèle, plutôt que dans le premier construit qui concerne plus spécifiquement ses ressources et ses capacités qui, ensemble, vont permettre à l'entreprise de développer des compétences et des compétences dites "distinctives".

1.3.5 Modèle conceptuel de potentiel stratégique technologique d'une entreprise

Ceci étant dit, la figure 1.2 de la page suivante rend compte de ces diverses modifications apportées au modèle conceptuel de Burgelman et Rosenbloom (1989) afin de le rendre plus près de nos préoccupations de recherche, c'est-à-dire le développement analytique ou descriptif du concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise. Les produits d'une entreprise (point noir à l'intérieur du modèle) apparaissent donc à la fois au niveau du contexte industriel dans lequel évolue l'entreprise, comme nous l'avons expliqué auparavant, représentant ainsi le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) qui sont offerts sur le marché ; puis ils apparaissent également au niveau de la boucle de rétroaction du modèle, représentant à ce moment-là le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est en partie "hérité" de ses produits antérieurs et de ses produits actuels.

Dernier point à souligner au sujet de ces modifications, à l'instar de Burgelman et al. (1996), nous avons substitué la notion " d'action stratégique " à celle de "comportement stratégique" qui apparaît dans la version originale du modèle de Burgelman et Rosenbloom (voir figure 1.1) ; puis, du même coup, nous avons soustrait les multiples flèches bidirectionnelles qui apparaissent dans chaque quadrant entourant l'élément central du modèle (stratégie technologique) et qui servent à illustrer, en quelque sorte, le phénomène de symbiose entre les différents éléments du modèle et ce, afin de ne pas l'alourdir inutilement. Par contre, cela n'enlève rien au fait qu'il s'agit d'un modèle conceptuel de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui se veut à la fois dynamique, systémique et holistique.



Source : Extension du modèle conceptuel de Burgelman et Rosenbloom (1989)

Figure 1.2 Modèle conceptuel général de cette étude.

Voilà pour la présentation des modifications. Sur ce, passons maintenant à la présentation, ainsi qu'à la justification des principaux éléments de ce modèle ainsi modifié, puis à l'édification de notre propre cadre d'analyse et ce, en commençant tout d'abord à la prochaine section 1.4, par les concepts de "bilan technologique" et de "potentiel stratégique" que Normandin et al. (1996) ont proposés dans leur rapport final. Par la suite, nous poursuivrons aux sections 1.5 et suivantes, par un bref exposé concernant chacun des éléments clés qui sous-tendent le modèle conceptuel ainsi modifié de Burgelman et Rosenbloom (1989) qui devient, à partir de ce moment-ci, le modèle conceptuel général qui est à la base de cette étude.

1.4 Bilan technologique et potentiel technologique d'une entreprise

De toute la littérature que nous avons passée en revue pour les fins de la présente, une seule autre tentative a, à notre connaissance, déjà été effectuée par le passé pour dresser le "bilan technologique" d'une entreprise ; bien que l'idée ait déjà été soulevée par certains auteurs dont Paul Adler et Aaron Shenhar qui ont ainsi voulu souligner la nécessité de faire une évaluation des actifs technologiques, organisationnels et externes d'une entreprise sous la forme d'un bilan technologique (Technological Balanced-Sheet). Pour ce faire, Adler et Shenhar utilisent les projets de l'entreprise, car selon eux : « Projects are the means by which the organization's technological, organizational, and external assets are mobilized and transformed. An assessment of these assets generates a "state" view of technical activity — the technological balanced-sheet ; assessing projects gives a "process" view — the technology profit-and-lost statement. », (1990, p. 33). Mais là s'arrêtent les efforts d'Adler et Shenhar (1990) à cet égard, car leur préoccupation première porte surtout sur la question de la "base technologique" d'une entreprise, dont les quatre dimensions sont ses actifs technologiques, organisationnels et externes, ainsi que ses projets ; d'où l'idée d'en faire une bonne évaluation sous la forme d'un bilan technologique. Toutefois, une autre tentative un peu plus approfondie d'établir le bilan technologique d'une entreprise fut effectuée par les auteurs Jean-Michel Ribault, Bruno Martinet et Daniel Lebidois dans leur ouvrage conjoint intitulé Le management des technologies dans lequel ces auteurs abordent non seulement la question du "bilan technologique" d'une entreprise, mais ils abordent également la notion de "potentiel technologique" qu'ils définissent de la manière suivante :

> « Le bilan technologique de l'entreprise consiste dans un premier temps à lister l'ensemble des technologies actuellement accessibles à l'entreprise. En schématisant on peut les regrouper en deux groupes : les technologies du coeur du métier de celle-ci, et les autres. [...] Mesurer le potentiel de l'entreprise, c'est apprécier la valeur des ressources mobilisables pour mettre en oeuvre les technologies ou en inventer de nouvelles. [...] Le potentiel technologique est la valeur des ressources technologiques maîtrisées par l'entreprise dans le cadre d'une stratégie globale et dans un contexte concurrentiel. [...] Un arbre se reconnaît à ses fruits : un élément du potentiel technologique vaut donc en premier lieu par les revenus qu'il peut procurer. », (Ribault, Martinet et Lebidois, 1991, p. 233 et p. 259).

Nous retrouvons dans ce court énoncé plusieurs éléments clés qui sous-tendent le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous voulons développer dans la présente, notamment l'argument selon lequel le potentiel technologique devrait servir en premier lieu à procurer à l'entreprise des revenus, disent ces auteurs ; ce à quoi nous agréons. D'ailleurs, nous prenons bonne note de cette affirmation et c'est en fait l'un des motifs pour lequel nous allons centrer notre attention sur la notion de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits qui sont offerts sur le marché ; la vente de produits (biens et services) d'une entreprise étant pour elle une source de revenus indispensables. En clair, sans produits et sans revenus, les chances de réussite ou de survie d'une entreprise dans son environnement sont plutôt minces. C'est une condition nécessaire, mais non suffisante pour le succès d'une entreprise, car même les entreprises non performantes ont, elles aussi, leur potentiel stratégique "révélé" dans leur gamme de produits. Dès lors, pour que le potentiel stratégique d'une entreprise puisse lui générer des revenus d'affaires et dégager, le cas échéant, un certain excédent d'opération qui lui procurera un certain niveau de rentabilité ; puis, possiblement aussi, une certaine prospérité, ce potentiel stratégique doit donner lieu à des transactions d'affaires qui, en général, impliquent des produits spécifiques. Enfin, bref, sans produits, il n'y a pas de transactions d'affaires et donc, pas de revenus non plus pour l'entreprise. Qui plus est, comme nous l'avons déjà expliqué précédemment, le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise est non seulement "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services), mais il se trouve également que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise soit en partie "hérité" de ses produits antérieurs et de ses produits actuels, comme le montre à cet égard le cas des entreprises en aéronautique comme, par exemple, l'avionnerie Canadair avec ses appareils Challenger et Regional Jet de Canadair.

1.4.1 Potentiel générique versus potentiel stratégique

Hormis le concept de "bilan technologique", certains efforts ont déjà été consentis par le passé pour développer le concept de "potentiel technologique". Parmi ceux-ci, citons en premier lieu les efforts du groupe de recherche européen G.E.S.T. (1986), soit l'acronyme pour "Groupe d'Étude des Stratégies Technologiques" dont les membres ont développé il y a quelques années les concepts

de "stratégie technologique" et de "potentiel technologique" et ce, à partir de la notion de "grappes technologiques". Puis, en second lieu, aux efforts de ce groupe de recherche s'ajoutent ceux de l'organisme SEST-Euroconsult, soit l'acronyme pour "Sociologie, Économie et Stratégies liées aux Techniques nouvelles" dont les membres ont développé eux aussi les deux concepts de "stratégie technologique" et de "potentiel technologique" mais en utilisant cette fois, comme figure symbolique, le célèbre "bonsaï technologique" (voir figure A.19) que nous retrouvons dans certains manuels d'études en management de la technologie (p. ex., Dussauge et Ramanantsoa, 1987 ; Larue de Tournemine, 1991). Sans qu'il soit nécessaire d'entrer dans les détails de ce genre d'approche à la stratégie technologique d'une entreprise et à la valorisation de son potentiel technologique, il convient de souligner que celle-ci a soulevé quelques interrogations chez certains auteurs, comme en font foi les propos suivants de Sicard (1994) dans son ouvrage intitulé Le manager stratège :

> « L'évolution de l'entreprise va s'effectuer à partir du potentiel technologique existant, en valorisant correctement les différentes technologies. [...] Cette approche par la voie de la technologie apparaît séduisante, néanmoins, à beaucoup d'entreprises qui ont une culture technique très développée. Elle conduit malheureusement, si on l'adopte, à une dispersion considérable des efforts car, par définition, l'entreprise qui opte pour ce type de stratégie va avoir à se battre sur un grand nombre de champs de bataille différents. », (p. 187 et p. 190).

En clair, une telle approche basée sur la valorisation du potentiel technologique vers une multitude de marchés est plutôt perçue, par cet auteur, comme étant une dispersion des efforts d'une entreprise plutôt qu'une véritable concentration de ses efforts vers un objectif commun. Or, s'il ait une dure leçon que les entreprises ont apprises ces dernières années, notamment durant les vagues de diversification, c'est bien celle de concentrer leurs efforts ce vers quoi elles excellent, plutôt que de se disperser tous azimuts dans des champs d'activité parfois fort éloignés de leur noyau principal d'activités (Core Business). Mais il existe, à notre point de vue, un autre reproche sans doute plus fondamental à ce type d'approche, c'est-à-dire le fait que le potentiel technologique ainsi que la stratégie technologique d'une entreprise puissent tous les deux reposer sur des technologies qui sont déjà qualifiées de "génériques". Or, selon nous, un potentiel qui s'appuie sur des technologies génériques ne peut, lui aussi, être que "générique" et non "stratégique".

Dans cette étude, nous nous intéressons au "potentiel stratégique" d'une entreprise et non à son "potentiel générique". Par "stratégique", nous entendons, entre autres choses, le fait que le potentiel d'une entreprise puisse lui permettre de se distinguer des autres firmes concurrentes du secteur d'activité dans lequel elle évolue et ce, en créant tout d'abord, puis en soutenant ensuite un avantage concurrentiel ; ce qui lui permettra ensuite de dégager un certain niveau de performance en fonction de ses buts généraux et de ses objectifs spécifiques préétablis. Une grande entreprise transnationale comme Bombardier Inc., par exemple, n'est pas devenue en quelques années un chef de file mondial dans le secteur de l'aéronautique civile uniquement parce qu'elle maîtrisait certaines technologies génériques ou parce qu'elle possédait des connaissances générales en aéronautique ou dans d'autres domaines connexes. Ceci est davantage un prérequis pour être un joueur actif et compétitif dans ce secteur d'activité hautement concurrentiel et très dynamique, plutôt qu'un atout stratégique qui va réellement permettre à une entreprise de se distinguer des autres firmes rivales présentes dans son secteur d'activité. Entre autres, une façon toute désignée de se distinguer, c'est justement au niveau de sa gamme de produits (biens et services), en particulier au niveau des caractéristiques desdits produits et du mix de celles-ci. C'est ce genre de "potentiel stratégique" qui distingue une entreprise des firmes rivales de son secteur d'activité que nous allons examiner dans notre étude de cas du Regional Jet de Canadair de 50 places par rapport aux autres produits concurrents sur le marché, en particulier par rapport au jet régional ERJ-145 d'Embraer qui est un fier compétiteur de l'avion de transport régional de 50 places CRJ de Canadair.

1.4.2 Potentiel de performance d'un produit

Tout récemment, le concept de "potentiel technologique" a de nouveau refait surface dans la littérature, cette fois du côté américain, par l'entremise de Marco Iansiti de la Harvard Business School dans une série d'articles et dans son premier ouvrage intitulé Technology Integration : Making Critical Choices in a Dynamic World. Dans cet ouvrage, qui porte en fait sur le concept de l'intégration des technologies, Iansiti aborde non seulement le concept de potentiel technologique d'une façon fort différente de tous ceux qui l'ont précédé auparavant (p. ex., le groupe de recherche G.E.S.T. ; l'organisme SEST-Euroconsult ; et les auteurs Ribault, Martinet et Lebidois, 1991), mais

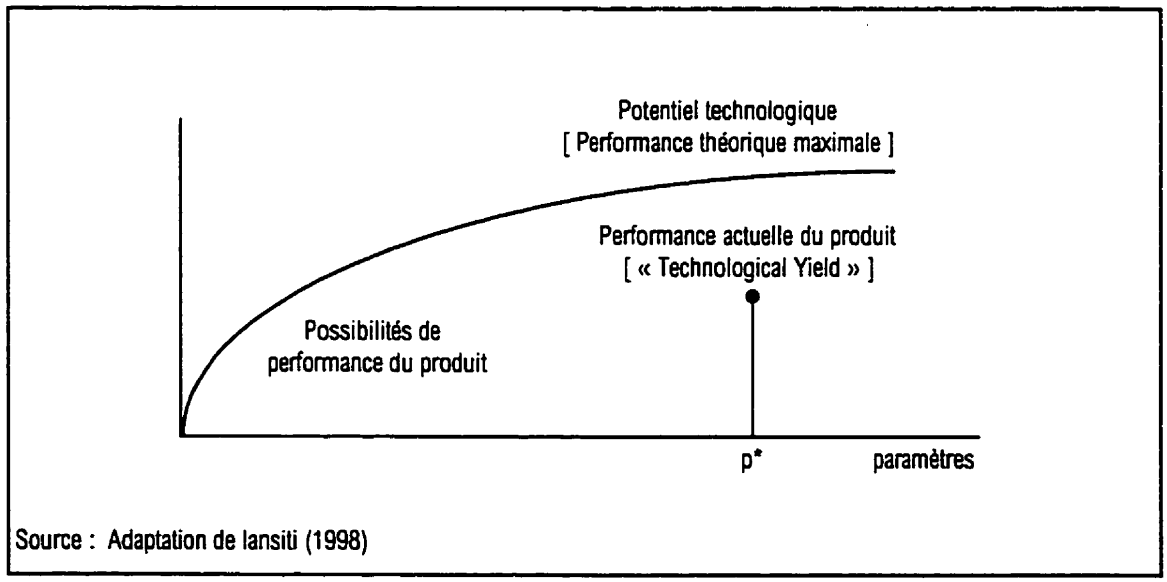
il associe également le concept de potentiel technologique directement au concept de performance d'un produit. Pour ce faire, Iansiti (1998) propose tout d'abord une distinction entre la notion de "potentiel technologique" per se et la notion de « technological yield », c'est-à-dire le niveau actuel de performance réalisée par un produit ; distinction qu'il nous explique de la façon suivante :

> « This methodology divides product performance into technological potential and technological yield. Technological potential is an estimate of the product's maximum potential performance given its base of fundamental knowledge. It is drawn from an analytical model based on the physical laws describing the product. [...] Technological yield measures the extent to which the product's potential is translated into actual performance. », (p. 31).

De prime abord, il convient de souligner ici que la conception de cet auteur au sujet du concept de "potentiel technologique" rejoint, à certains égards, la conception même du "potentiel stratégique technologique" que nous voulons développer dans la présente, même si la méthodologie utilisée par Iansiti est fort différente de la nôtre, dans le sens qu'il a recours à une approche qui s'appuie davantage sur des méthodes statistiques où les données sont agrégées. En fait, comme nous allons le voir en détail aux chapitres 2 et 3, c'est une méthodologie différente que nous allons utiliser dans notre étude de cas, car les données concernant les caractéristiques du Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER), ainsi que celles des autres avions régionaux faisant partie de notre analyse comparative, ne sont pas agrégées par une technique statistique quelconque (p. ex., analyse de régression ; analyse factorielle ; analyse de corrélation ; etc.), mais sont conservées dans leur état initial dans le but de pouvoir référer en tout temps les caractéristiques de chaque appareil avec son fabricant correspondant afin de pouvoir établir certaines comparaisons (p. ex., les caractéristiques du CRJ-200ER de Canadair versus celles du jet régional ERJ-145ER d'Embraer).

Mais là où nous rejoignons sensiblement la conception de cet auteur, c'est au niveau de ce que représente, dans la réalité, le concept de potentiel ; qu'il soit qualifié de "technologique" par Iansiti et d'autres auteurs ou qu'il soit qualifié de "stratégique" ou de "stratégique technologique" comme nous le faisons nous-mêmes dans la présente. C'est qu'en réalité, pour Iansiti (1998), le "potentiel technologique" d'un produit représente la "performance théorique maximale" que pourrait

potentiellement atteindre ledit produit, compte tenu des connaissances actuelles, ainsi que des lois[9] fondamentales connues de la physique qui nous permettent de décrire ledit produit. La figure 1.3 ci-dessous rend compte de la forme de courbe particulière que prend le "potentiel technologique" dans le schéma de cet auteur, soit la "performance théorique maximale" d'un produit qui, en général, atteint un certain plateau qui peut être plus ou moins bien défini, versus sa "performance réalisée" à ce jour (technological yield) par ce produit ; laquelle performance actuelle est représentée par un point situé sous la courbe et un vecteur. Nous constatons aussi dans cette figure schématique que, pour cet auteur, la performance d'un produit est mesurée à partir de certains paramètres ; lesquels, comme nous allons le voir ultérieurement à la section 1.7 dans ce document, régissent les caractéristiques d'une technologie de produit ou de procédé.



Source : Adaptation de Iansiti (1998)

Figure 1.3 Potentiel technologique d'un produit, selon Marco Iansiti.

[9] À cet égard, il convient de souligner que cette façon de déterminer la performance théorique maximale d'une technologie a été utilisée auparavant par le consultant américain Richard S. Foster dans son ouvrage classique intitulé Innovation: The Attacker's Advantage (Foster, 1986) qui porte sur le concept des discontinuités technologiques et sur les fameuses courbes en « S » de la technologie. Par contre, l'idée même que l'on puisse ainsi prédire les limites d'une technologie, en particulier ses limites de performance, a été fortement critiquée ou remise en cause dans la littérature. Voir, entre autres, les articles de Clayton Christensen (1992a, 1992b) de la Harvard Business School, puis aussi celui de Rebecca Henderson (1995) de la Sloan School of Management au « Massachusetts Institute of Technology (MIT) ».

1.4.3 Potentiel latent et potentiel révélé

Prenant acte de cette distinction proposée par Marco Iansiti (1998) entre, d'une part, la "performance maximale théorique" d'un produit qui représente le "potentiel technologique" dudit produit ; et d'autre part, sa "performance actuelle" (technological yield), nous proposons nous aussi, dans notre schéma d'analyse, une distinction entre le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que l'on pourrait qualifier de "latent" et son "potentiel stratégique technologique" que l'on dit "révélé" au niveau de ses produits, de leurs caractéristiques et du mix de celles-ci. Afin de bien saisir la nuance entre un "potentiel latent" et un "potentiel révélé", prenons un exemple concret. Les entreprises du secteur pharmaceutique, par exemple, font face à un sérieux dilemme. En effet, pour être considéré comme un acteur actif et compétitif dans ce secteur d'activité et non un simple figurant ou un fabricant de médicaments génériques, les entreprises pharmaceutiques qui effectuent notamment de la R-D, doivent tout d'abord développer leur propre potentiel stratégique et ce, en investissant préalablement et souvent massivement au niveau des ressources, des capacités et des compétences, pour être en mesure par la suite de développer un nouveau médicament ou un produit pharmaceutique quelconque et cela, avant de pouvoir bénéficier du retour sur leur investissement, si jamais retour il y a, car il n'y a pas de succès assuré ex ante dans ce secteur d'activité, ou encore, de garanti a priori que ledit médicament recherché sera effectivement découvert.

Autrement dit, une entreprise pharmaceutique ne peut pas sérieusement espérer faire de la R-D et mettre au point un nouveau médicament ou un produit pharmaceutique quelconque, sans développer au préalable son potentiel en investissant au niveau de ses ressources, de ses capacités et de ses compétences. En plus, les entreprises en pharmacologie doivent se résigner au fait qu'une seule d'entre elles pourra effectivement breveter ledit médicament et ainsi s'accaparer, par la suite, la part du lion sur le marché pour ce médicament dont la demande est souvent latente car, en général, les entreprises pharmaceutiques cherchent un médicament pour les besoins déjà existants et non pour les besoins futurs à venir et à définir. Pensons, par exemple, au fameux médicament 3TC qui fut mis au point par l'entreprise pharmaceutique BioChem Pharma de Laval qui a donné le coup d'envoi à cette l'entreprise et qui n'a cessé, depuis, à faire progresser son chiffre d'affaires à un

rythme accéléré. Conséquemment, tant et aussi longtemps que les entreprises pharmaceutiques sont toutes au stade de la recherche et du développement (R-D) pour tenter de trouver la bonne formulation pour un médicament ou un produit pharmaceutique quelconque qui est d'une certaine importance sur le marché, c'est-à-dire qu'il renferme un certain potentiel à pouvoir générer des revenus d'affaires ; qu'il s'agisse ici d'un médicament, d'un vaccin, d'un comprimé, d'un soluté ou de tout autre produit pharmaceutique ou système de diagnostic ; leur potentiel stratégique respectif demeurera "latent" et ce, tant qu'une d'entre elles (p. ex., BioChem Pharma) n'aura pas réellement "révélé" son potentiel dans un produit breveté (p. ex., le 3TC) qui lui assurera une protection légale, ainsi qu'une exclusivité en matière de mise en marché ou de commercialisation que l'entreprise pourra faire seule ou en association avec des partenaires d'affaires qui possèdent déjà leur propre réseau de distribution et de mise en marché, comme cela a été le cas avec BioChem Pharma et l'entreprise Glaxo-Wellcome qui possède un vaste réseau de distribution à travers le monde.

Dans un tel contexte, puisqu'une seule entreprise pharmaceutique aura de facto le droit de breveter ledit produit, il s'en suit directement que toutes les autres firmes pharmaceutiques rivales ne pourront révéler leur potentiel respectif dans ce même produit ainsi breveté, de sorte que leur potentiel demeurera, à toutes fins pratiques, "latent" jusqu'à ce qu'il puisse être "révélé" dans un autre produit breveté. Cet exemple illustre bien la distinction entre un potentiel stratégique "latent" et un potentiel stratégique "révélé". Dans les deux cas, des efforts d'investissements importants en matière de ressources, de capacités et de compétences sont souvent requis, au préalable, pour édifier le potentiel stratégique d'une entreprise pharmaceutique, mais seul le potentiel qui aura été "révélé" dans un produit commercialisable lui générera des revenus d'affaires qui lui permettront par la suite d'obtenir un retour sur son investissement au niveau de ses ressources, de ses capacités et de ses compétences distinctives qui lui auront permis de mettre au point ledit produit. Notons, par ailleurs, que tout n'est pas nécessairement une question d'investissement, car il arrive parfois que la chance, ou encore, certaines circonstances fortuites jouent en faveur d'une entreprise. Mais, comme l'a si bien exprimé un jour le chimiste et biologiste français Louis Pasteur (1822-1895) à qui l'on doit d'ailleurs de nombreuses découvertes scientifiques : « La chance favorise les esprits préparés ».

Par ailleurs, cela ne signifie pas pour autant qu'un potentiel "latent" soit un potentiel "nul" ou encore un potentiel "absent". Cette nuance est importante. En effet, même si une entreprise pharmaceutique ne réussit pas à tout coup à trouver le bon produit qui lui assurera des revenus d'affaires et une protection légale pour un certain temps (p. ex., la durée de protection du brevet qui est d'environ 17 ans au Canada), son potentiel stratégique même "latent" pourra être déployé vers le développement de d'autres produits pharmaceutiques. En d'autres termes, le potentiel d'une telle entreprise ne disparaît pas lorsqu'un projet spécifique de R-D n'aboutit pas nécessairement à un produit breveté ; il demeure tout simplement "latent" en attendant d'être "révélé" autrement. Les entreprises en démarrage se retrouvent souvent dans une situation similaire. En effet, les Sociétés d'investissement en capital de risques ou en capital patient, ou encore, les organismes de soutien aux nouvelles entreprises à base technologique doivent souvent mettre leur confiance (et leur argent) dans le "potentiel latent" d'une telle entreprise nouvellement créée ou qui est en phase de démarrage, car leur "potentiel stratégique technologique" n'a pas encore été pleinement "révélé" dans une gamme de produits (biens et services) devant assurer la pérennité de l'entreprise. Souvent ces nouvelles entreprises en démarrage n'ont qu'un seul produit à commercialiser, si ce n'est pas tout simplement un prototype de produit qui demande d'autres développements ou ajustements ; mais pour ce faire, elles ont un besoin pressant de capitaux.

Dès lors, le dilemme pour les investisseurs en capital de risques ou pour les gestionnaires de soutien aux nouvelles entreprises à base technologique est souvent de savoir comment évaluer le "potentiel stratégique technologique" d'une telle entreprise en démarrage ou nouvellement créée, dont le potentiel stratégique n'a pas encore été pleinement "révélé" ? Ceci est particulièrement vrai dans le cas des entreprises qui s'appuient sur des technologies de l'information tels des logiciels, par exemple, où le fait de mettre sur le marché une première version d'un logiciel est une chose ; assurer par la suite sa mise à jour régulière, puis développer les générations subséquentes de ce logiciel est une toute autre chose. Conséquemment, une telle entreprise doit donc se doter d'un "potentiel stratégique technologique" qui reflète cette réalité du marché qui requiert en général des investissements constants afin de ne pas être dépassé par les événements ou les concurrents.

1.4.4 Potentiel stratégique technologique : produits et activités

Outre la méthodologie utilisée par Iansiti, il existe deux autres différences notables entre notre conception du "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise et la conception de cet auteur au sujet du "potentiel technologique" d'un produit. D'abord, le niveau d'analyse n'est pas du tout le même : Iansiti (1998) s'intéresse au potentiel d'un produit, alors que dans notre cas, nous nous intéressons au potentiel d'une entreprise, en particulier le potentiel qui sous-tend sa stratégie et non le potentiel comme tel que renferme un produit de l'entreprise. D'où l'expression "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) offerts sur le marché, en particulier au niveau de leurs caractéristiques et du mix de celles-ci dans chacun desdits produits de l'entreprise.

1.4.4.1 Potentiel stratégique "révélé" et potentiel stratégique "hérité"

Tel que stipulé un peu plus tôt, le potentiel de développement technologique d'un produit peut lui aussi contribuer au "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise. En effet, comme nous l'avons déjà indiqué, il est postulé dans la présente que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) ; puis qu'il est aussi en partie "hérité" de ses produits antérieurs et de ses produits actuels. Comme nous allons le voir ultérieurement au chapitre 3, après que le gouvernement fédéral eut fait l'acquisition de l'avionnerie Canadair en 1976 auprès de la firme General Dynamics Corporation des États-Unis qui cherchait à ce moment-là à s'en départir ; celui-ci décida, pour relancer les activités de sa nouvelle Société d'État, d'acquérir auprès de William P. Lear Sr, l'inventeur de l'avion d'affaires à réaction et le fondateur de l'avionnerie Learjet qui, depuis 1990, est une filiale de la Société Bombardier Inc., la propriété exclusive du programme LearStar 600 et ce, avec les droits exclusifs mondiaux de développer, de concevoir, de fabriquer, de vendre et de distribuer l'avion LearStar 600 ou tout autre produit dérivé de celui-ci et ce, moyennant le paiement de certaines redevances.

Aussitôt après, le gouvernement fédéral, par l'entremise de sa Société d'État Canadair Limitée lança, en octobre 1976, le programme de développement d'un tout nouvel avion d'affaires à réaction qui, après d'importantes modifications au concept original du modèle LearStar 600 (p. ex., au niveau du diamètre du fuselage qui est passé de 2,23 à 2,69 m), donna naissance au tout premier avion d'affaires de l'avionnerie Canadair Limitée, soit le modèle CL-600, désigné par la suite sous une nouvelle appellation, soit le Challenger 600. Celui-ci était muni de deux turboréacteurs du motoriste Avco Lycoming, modèle ALF502 qui n'avaient pas encore fait ses preuves ou qui ne répondaient pas tout à fait aux attentes de Canadair Limitée, en particulier au niveau du rayon d'action de l'appareil qui était bien en-deça de celui prévu au moment du design de l'appareil. Dès lors, en 1982, Canadair Limitée introduisit le modèle CL-601, désigné par la suite le Challenger 601 qui, cette fois-ci, était muni de deux turboréacteurs fabriqués par le motoriste GE Aircraft Engines (GEAE) des États-Unis et, plus spécifiquement, le modèle CF34 de série 1As qui, selon certaines sources d'information, serait un produit dérivé d'un moteur d'avion militaire. Ce modèle CF34 va devenir, par la suite, le modèle de base de tous les turboréacteurs des générations subséquentes qui vont équiper tous les avions d'affaires Challenger de Canadair et tous les avions régionaux de la famille Regional Jet de Canadair de séries 100 et 200 de 50 places ; puis, prochainement de série 700 de 70 places. L'appareil Challenger 601 fut offert en trois versions : le Challenger 601-1A, 601-3A et 601-3R. Rappelons que le développement de l'avion d'affaires Challenger a coûté au Trésor public canadien quelque 1,4 milliard $. Au 31 mars 1998, la répartition de la flotte des 400 appareils Challenger de Canadair en service à travers le monde était la suivante : 81 Challenger 600 ; 65 Challenger 601 ; 133 Challenger 601-3A ; 59 Challenger 601-3R ; et enfin 69 Challenger 604, dont la majorité de ces appareils étaient en service en Amérique du Nord, soit 330 appareils (B/CA, May 1998, p. 90).

Ainsi, lorsque la Société Bombardier Inc. fit l'acquisition de l'avionnerie Canadair Limitée en 1986 des mains du gouvernement fédéral, elle ne fit pas uniquement l'acquisition des actifs tangibles de l'entreprise, mais elle fit également l'acquisition de ses actifs intangibles, tels les droits mondiaux exclusifs concernant le programme LearStar 600 que le gouvernement fédéral avait acquis de Bill Lear en 1976, en plus d'acquérir, par la même occasion, les obligations décrites dans la convention qui avait alors été passée entre les deux parties, notamment au sujet du paiement des redevances

sur chaque appareil vendu qui serait un produit dérivé du modèle LearStar 600. Aussi, pour relancer à son tour les activités de son avionnerie Canadair nouvellement acquise, la Société Bombardier Inc. lança, en mars 1989, le programme de développement d'un tout nouvel avion de transport régional à réaction de 50 places qui serait ainsi une version commerciale de l'avion d'affaires à large fuselage Challenger de Canadair ; ce qui donna naissance à la famille d'appareils Regional Jet de Canadair (CRJ : Canadair Regional Jet), dont le coût de développement du tout premier né de cette famille (le CRJ-100) s'est élevé à environ 275 millions $ (Jane's All the World's Aircraft, 1998, p. 37).

Puis, comme nous l'avons indiqué auparavant, l'appareil Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200) sert présentement de plate-forme de développement technologique pour le tout nouvel appareil Regional Jet de Canadair de 70 places (CRJ-700) dont le lancement officiel a eu lieu en janvier 1997. Ainsi donc, si nous interprétons, en rétrospective, la contribution du modèle LearStar 600 au modèle Challenger de Canadair, puis ensuite la contribution du modèle d'avion d'affaires Challenger de Canadair au modèle d'avion de transport régional de 50 places Regional Jet de Canadair ; force est de reconnaître a posteriori que le "potentiel stratégique technologique" que détient aujourd'hui l'avionnerie Canadair dans le secteur aussi bien de l'aviation d'affaires que celui de l'aviation régionale, est en grande partie "hérité" de ses produits antérieurs (p. ex., l'avion d'affaires Challenger) ; puis qu'il est en partie "hérité" aussi de ses produits actuels, tel l'avion de ligne régionale de 50 places Regional Jet de Canadair qui continue aujourd'hui encore à édifier, à valoriser et à enrichir davantage le "potentiel stratégique technologique" de Canadair qui sera "révélé" en l'an 2000 dans un tout nouveau produit aéronautique, soit le nouvel avion de ligne régionale de 70 places Regional Jet de Canadair de série 700 (CRJ-700) qui est présentement en cours de développement et dont l'homologation et les premières livraisons sont prévues au premier trimestre de l'an 2001.

En clair, n'eût été de la contribution des produits comme tels, le "potentiel stratégique technologique" que détient aujourd'hui l'avionnerie Canadair ne serait sans doute pas le même. Par contre, les produits n'expliquent pas tout le succès actuel dont bénéficie la Société Bombardier Inc. avec son avionnerie Canadair qui est rattachée à son groupe opérationnel Bombardier Aéronautique. C'est que, dans les faits, la Haute Direction de la Société Bombardier Inc. a dû procéder à certains

changements organisationnels importants pour adapter l'avionnerie Canadair nouvellement acquise à ses propres façons de faire et de gérer (Tremblay, 1994). Aussi, un autre point important mérite ici d'être souligné. Dans notre schéma, le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise est en partie "révélé" au niveau de ses produits et est en partie "hérité" de ses produits antérieurs et de ses produits actuels. Cependant, cela ne signifie pas pour autant que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise soit uniquement associé à ses produits per se.

1.4.4.2 Potentiel stratégique "exprimé" dans les activités

Certes, le potentiel stratégique d'une entreprise peut être "révélé" en bonne partie dans sa gamme de produits qui sont offerts sur le marché et qui sont pour l'entreprise une expression réelle et concrète de son "potentiel stratégique technologique", en plus d'être évidemment une source de revenus essentiels, voire indispensables pour l'entreprise. Sauf que, dans l'équation de la rentabilité d'une entreprise, il n'y a pas que les revenus générés par la vente de produits (biens et services) qui entrent en ligne de compte ; les coûts (directs et indirects) afférents à ces produits sont eux aussi un élément fondamental, sinon incontournable de l'équation de la rentabilité de l'entreprise, c'est-à-dire la performance d'une entreprise vue dans une perspective financière, pour employer à nouveau la terminologie de Kaplan et Norton (1996a). Enfin, bref, il y a d'un côté le prix de vente d'un produit (revenus) ; et de l'autre, son prix de revient (coûts). Aussi, il est impossible d'établir la rentabilité d'un produit ou d'une ligne de produits si on ne connaît pas son prix de revient ; ce qui est encore aujourd'hui un grand défi pour plusieurs entreprises de petites et moyennes dimensions (PME) qui prennent souvent acte de leur rentabilité uniquement à la fin de leur exercice financier, c'est-à-dire au moment où leurs résultats financiers vérifiés par une firme externes de vérificateurs comptables sont disponibles. C'est pourquoi nous postulons que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise s'exprime tout aussi bien dans l'ensemble de ses activités qui contribuent, d'une manière ou de l'autre, d'une part à ses produits proprement dits, car les produits d'une entreprise sont des extrants de ses activités créatrices de valeurs ; et qui contribuent, d'autre part, à toutes autres activités de l'entreprise (p. ex., ses activités de veille technologique active ; de vigie ; de R-D ; etc.) ainsi qu'aux activités liées à la vie de l'entreprise en général et de son rôle et de ses responsabilités

envers la communauté environnante (p. ex., ses responsabilités sociales, environnementales ; rôle de développement économique ; etc.). Cependant, pour un observateur extérieur ou un chercheur, il peut s'avérer très difficile de s'introduire dans une entreprise et d'obtenir toute la marge de manoeuvre et de liberté nécessaire pour analyser en détail le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui pourrait ainsi s'exprimer dans l'ensemble de ses activités. D'où l'idée, dans la présente, de concentrer nos efforts sur la partie davantage visible et accessible du potentiel stratégique d'une entreprise, à savoir son "potentiel stratégique technologique" qui est en partie "révélé" au niveau de ses produits qui sont offerts sur le marché, en particulier au niveau de leurs caractéristiques et du mix de celles-ci.

Par ailleurs, rappelons-nous qu'il existe une différence fondamentale entre ces deux formes d'expression du "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise : les produits sont en général des sources de revenus pour l'entreprise, tandis que ses activités sont plutôt considérées comme des sources ou des centres de coûts. Produits et activités ont cependant un point en commun : tous les deux sont des déterminants importants de la rentabilité de l'entreprise, ou encore, de sa performance vue dans une perspective financière. À nouveau, prenons un exemple concret pour étayer cet argument. Dans le secteur de l'aviation régionale, le constructeur aéronautique Fokker Aircraft BV des Pays-Bas, par exemple, possédait certes le potentiel nécessaire pour pouvoir fabriquer des avions régionaux ; puisqu'il était en affaires depuis plusieurs décennies et qu'il avait réussi, depuis, à fabriquer, à vendre et à assurer le service après-vente pour de nombreux modèles d'avions à travers le monde. Malgré ce fait, il n'en reste pas moins que l'avionneur néerlandais a été contraint de déclarer faillite en mars 1996.

De même, le constructeur aéronautique allemand Dornier Luftfahrt GmbH possède lui aussi le potentiel nécessaire pour pouvoir fabriquer, vendre et assurer le service après-vente pour des avions régionaux. N'empêche qu'en 1995, le fabricant allemand disait perdre en moyenne 1 million $US pour chaque appareil Do 328 à turbopropulsion qui était vendu à un prix inférieur à 10 millions $US de sorte que, cette année-là, le fabricant allemand enregistra des pertes financières de

325 millions $US sur des ventes de 650 millions $US (B/CA[10], July 1996, p. C4). Comme nous allons le voir au chapitre 3, la suite des événements fait maintenant partie de l'histoire de l'aviation régionale. L'entreprise fut mise en vente par son actionnaire majoritaire, soit le Groupe allemand Daimler-Benz Aerospace (DASA, antérieurement Deutsche Aerospace) qui était aussi l'actionnaire majoritaire de l'avionnerie Fokker Aircraft BV des Pays-Bas. C'est finalement la firme américaine Fairchild Aerospace Corporation du Texas qui prit le contrôle majoritaire de l'avionnerie allemande qui était l'un des fleurons de l'industrie aéronautique dans ce pays et ce, en acquérant 80% des actions de l'entreprise. De plus, comme nous allons le voir au chapitre 3, d'autres constructeurs d'avions régionaux qui éprouvaient eux aussi des problèmes de rentabilité avec leurs lignes de produits ont été contraints à prendre des décisions lourdes de conséquences. Citons, entre autres, la fermeture définitive de l'avionnerie écossaise Jetstream Aircraft Ltd qui était à ce moment-là une division de British Aerospace (BAe) du Royaume-Uni. Puis, citons aussi la fermeture définitive à la mi-1999 de toutes les activités de production de l'avionneur suédois Saab Aircraft AB qui offre présentement sur le marché deux modèles d'avions régionaux à turbopropulsion dont (1) le Saab 340B de 33 places qui était en 1997 l'avion de transport régional le plus utilisé aux États-Unis ; puis aussi (2) le Saab 2000 de 50 places dont le succès commercial est plutôt mitigé, si l'on tient compte du fait qu'à peine 67 exemplaires uniquement de cet appareil ont été commandés depuis sa mise en service commercial en 1994, dont la majorité chez deux seuls clients uniquement, à savoir les transporteurs régionaux Crossair de Suisse et Regional Airlines de France. Or, puisque c'est généralement le marché qui décide de l'acceptabilité du prix de vente d'un produit, tel un avion de transport régional, les activités qui sous-tendent un tel produit deviennent un élément déterminant de la rentabilité du produit en question ou de la ligne de produit et, par extension, de la rentabilité

[10] Les articles publiés dans les revues spécialisées de l'industrie sont généralement signés par des auteurs ou par des journalistes spécialisés. Toutefois, afin de ne pas surcharger inutilement le présent texte et la liste de références fournie à la fin de ce document, nous allons citer uniquement le nom des revues dans lesquelles ces articles ont été publiés et ce, en utilisant la date de la première parution pour les revues couvrant plus d'une semaine ou plus d'un mois de calendrier ; puis en utilisant aussi les diminutifs ou les abréviations suivantes pour ces revues spécialisées de l'industrie : B/CA (Business & Commercial Aviation) ; Flight (Flight International) ; Interavia (Interavia Business & Technology) ; AW&ST (Aviation Week & Space Technology) ; ATW (Air Transport World) ; et finalement, RU (Regional Update) qui est une revue bimensuelle anglophone publiée par la Division Avions de transport régional de Bombardier Aéronautique (Bombardier Aerospace Regional Aircraft). De même, nous allons utiliser, à l'occasion, le diminutif Jane's pour le manuel de références Jane's All the World's Aircraft ; puis l'acronyme RAA pour la Regional Airline Association qui sont ici deux autres sources d'informations importantes sur lesquelles nous nous appuyons dans la présente étude.

de l'entreprise en général. Enfin, bref, avoir le potentiel nécessaire pour fabriquer, vendre et assurer le service après-vente d'un produit à haut contenu technologique, tels des avions régionaux, n'est pas suffisant, encore faut-il le faire de façon rentable afin de bâtir une entreprise qui soit viable et rentable à moyen et long termes. D'ailleurs, à ce sujet, il convient de souligner que le slogan de la Division Avions de transport régional de Bombardier Aéronautique qui apparaît en page frontispice dans ses éditions passées de sa revue bimensuelle Regional Update résume assez bien ce point que nous voulons faire valoir en ce moment. Le slogan ou le credo de la Division Avions de transport régional de Bombardier Aéronautique est : « We make aircraft. We build business ». En clair, Bombardier Aéronautique fabrique des avions, puis bâtit des affaires.

Donc, le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise n'est pas uniquement et exclusivement "révélé" au niveau de sa gamme de produits et de leurs caractéristiques et ce, même si ceux-ci sont une source de revenus indispensables pour l'entreprise ; ce potentiel stratégique s'exprime tout aussi bien dans l'ensemble de ses activités créatrices de valeur qui concourent, d'une manière directe ou indirecte, à ses produits ; lesquelles sont pour l'entreprise non pas une source de revenus per se, mais plutôt une source de coûts ou des centres de coûts, pour employer ici la terminologie comptable bien connue. Par ailleurs, il n'est pas obligatoire que lesdites activités soient entièrement réalisées à l'interne dans l'entreprise. En effet, celle-ci peut très bien procéder à l'externalisation ou faire l'impartition d'une partie de ses activités vers des sous-traitants ou vers d'autres types de fournisseurs de biens et services (p. ex., consultants ; experts ; universitaires ; partenaires d'affaires ; etc.).

Comme nous l'avons déjà indiqué auparavant, les entreprises en aéronautique ont souvent recours à des partenaires d'affaires, à l'impartition ou à la sous-traitance pour le développement et la fabrication d'un nouvel appareil, en particulier au niveau des pièces et des composants d'aéronef, ainsi qu'au niveau de ses systèmes spécialisés (p. ex., système de propulsion ; système intégré d'avionique ; etc.) qui sont souvent développés et mis au point par des fournisseurs spécialisés de l'industrie qui deviennent ainsi des partenaires d'affaires d'un constructeur aéronautique lors du développement d'un nouvel appareil, puis lors de sa fabrication et du service après-vente.

Enfin, le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise s'exprime également dans toutes les autres activités de l'entreprise qui n'ont pas nécessairement un lien direct avec ses produits. C'est ainsi, par exemple, que les activités administratives ou de gestion d'une entreprise, ou encore, ses activités d'intelligence stratégique, de surveillance ou de vigie de l'environnement ne se traduisent pas toujours instantanément, pour celle-ci, en termes de produits commercialisables et de revenus d'affaires immédiatement encaissables. Reste que ces activités sont fort importantes à moyen et à long termes pour la viabilité et la pérennité de l'entreprise, tout comme ses activités de gestion du changement ; qu'il soit d'ordre technologique, stratégique, organisationnel ou de tout autre ordre. Par ailleurs, tout comme le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise peut être "révélé" dans sa gamme de produits (bien et services) et "hérité" de ses produits antérieurs et de ses produits actuels, le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui s'exprime dans ses activités créatrices de valeurs ou dans toutes autres activités de l'entreprise peut lui aussi être "hérité" des activités antérieures et des activités actuelles de l'entreprise.

À nouveau, le cas de la Société Bombardier Inc. va nous permettre de prendre la pleine mesure de cet aspect particulier du concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous voulons également souligner dans la présente. En effet, comme nous allons le voir ultérieurement au chapitre 3, les activités antérieures de conception-design qui ont conduit l'avionnerie Canadair à développer, il y a quelques années, une nouvelle gamme d'avion régionaux (CRJ), ont permis à l'avionnerie Canadair d'exprimer son "potentiel stratégique technologique" ainsi "hérité" de cette activité créatrice de valeur vers la conception d'un tout nouvel avion d'affaires haut de gamme à très long rayon d'action : le Global Express de Bombardier. En clair, n'eût été de l'héritage de l'avionnerie Canadair en matière de conception-design pour des avions d'affaires et des avions régionaux, il n'est sans doute pas excessif d'affirmer que la Société Bombardier Inc. aurait eu fort à faire pour assurer elle-même les activités de conception-design de ce nouvel appareil qui est maintenant l'un des fleurons de l'entreprise et un témoignage éloquent de son savoir et savoir-faire dans l'industrie aéronautique civile et ce, faut-il le préciser, une quinzaine d'années seulement après son entrée dans ce domaine d'activité suite à l'acquisition, en 1986, de l'avionnerie Canadair que le gouvernement fédéral voulait alors privatiser.

1.4.5 Modèle technologique de l'entreprise

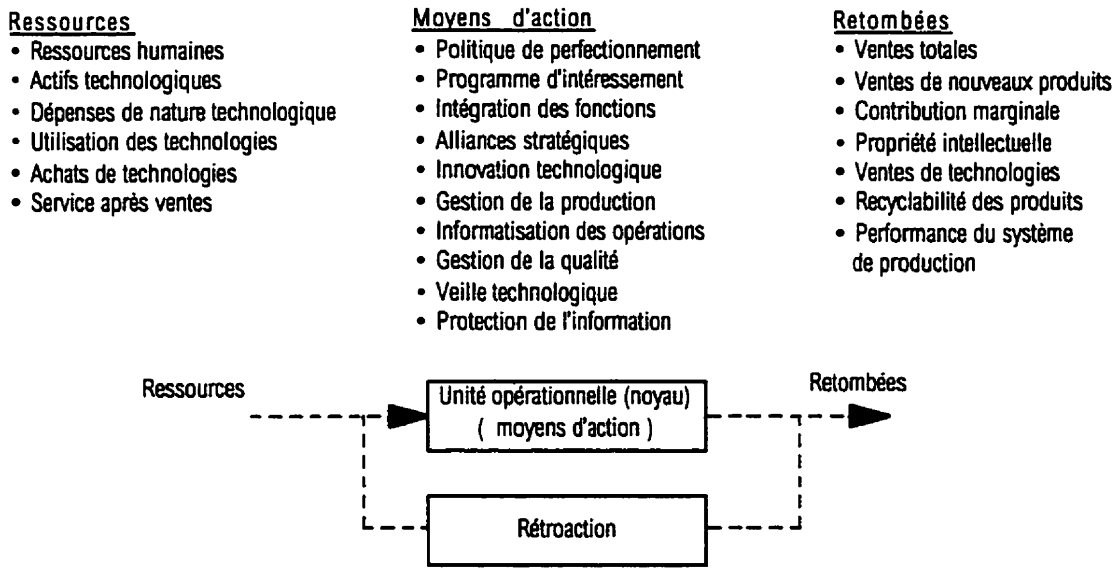
Va pour la revue de la littérature concernant le concept de "potentiel technologique" d'une entreprise avec un bref aparté sur la notion de "bilan technologique". Voyons maintenant la façon avec laquelle Normandin et al. (1996) définissent eux-mêmes, dans leur rapport final à l'OIQ, les concepts de "bilan technologique" et de "potentiel stratégique" qui sont, rappelons-le, les deux composantes essentielles de leur "Modèle technologique de l'entreprise". La figure 1.4 dans les pages suivantes nous présente, dans un premier temps, une définition du concept de "bilan technologique" d'une entreprise et les vingt-trois paramètres de ressources, de moyens d'actions et de retombées qui ont été retenus par Normandin et al. (1996) dans leur schéma d'analyse qui s'appuie, comme nous pouvons le constater, sur un modèle couramment utilisé dans la science des systèmes, c'est-à-dire un modèle où l'on retrouve d'un côté les intrants et de l'autre, les extrants ; puis, entre les deux, un système de transformation et une boucle de rétroaction qui vise à rendre un tel modèle dynamique.

1.4.5.1 Parallèle avec le modèle conceptuel de l'étude

Puis, dans un second temps, la figure 1.4 (suite) nous présente une définition du concept de "potentiel stratégique" que ces auteurs ont d'ores et déjà commencé à proposer lors de leur premier mandat de l'OIQ ; puis elle nous présente également le parallèle que nous avons pu tracer entre d'une part, les principaux éléments de ces définitions et, d'autre part, le modèle conceptuel de cette étude. Comme nous pouvons le constater, la plupart de ces éléments se retrouvent dans ce modèle, même si un vocable quelque peu différent est parfois utilisé (p. ex., manoeuvre stratégique versus action stratégique). Fait à souligner, le "bilan technologique" porte lui aussi une attention particulière au concept des "ressources" que nous avons tenu à rendre explicite dans notre modèle et qui sont, là aussi, des intrants au modèle conceptuel utilisé par ces auteurs, comme le montre à cet effet la figure 1.4 (suite) dans les pages suivantes.

■ Le modèle technologique de l'entreprise comporte donc deux systèmes de mesure de son activité technologique :

1. Le bilan technologique qui correspond à l'analyse des forces et des faiblesses de l'entreprise en matière de technologie. Ce bilan technologique de l'entreprise comprend :
- l'ensemble de ses ressources technologiques de nature humaine, informationnelle, matérielle ou financière ;
- les retombées qui constituent le résultat de son activité et qui peuvent être informationnelles, matérielles ou financières;
- les moyens d'action qui sont en réalité des ressources de nature organisationnelle qui permettent d'agir sur les façons d'utiliser les autres ressources pour accroître la valeur de l'entreprise et de ses retombées, (Normandin et al., 1996, p. 6).



Source : Normandin et al. (1996)

Figure 1.4 Parallèle entre le "Modèle technologique de l'entreprise" et le modèle de l'étude.

1.4.5.2 Parallèle avec le modèle classique de stratégie

Outre ce parallèle que nous avons pu tracer entre le "Modèle technologique de l'entreprise" proposé par Normandin et al. (1996) et notre modèle conceptuel qui est en fait une version modifiée du modèle de Burgelman et Rosenbloom (1989), il convient également de souligner que les définitions des concepts de "bilan technologique" et de "potentiel stratégique" qui apparaissent dans cette

figure 1.4 possèdent des fondements théoriques qui remontent jusqu'au modèle dit "traditionnel ou classique" de stratégie, c'est-à-dire le modèle de "stratégie corporative" de Kenneth Andrews de l'Université Harvard (Andrews, 1987).

2. Le potentiel stratégique qui correspond aux moyens, mécanismes et stratégies que l'entreprise peut se donner pour faire face aux opportunités et aux menaces que présente son environnement technico-commercial. Le potentiel stratégique repose sur :
- la dynamique d'évolution des technologies, des produits et des marchés de l'entreprise et de ceux auxquels elle peut avoir accès ;
- les manoeuvres stratégiques de nature technologique que l'entreprise peut utiliser pour accroître ses retombées et améliorer sa position concurrentielle dans le secteur où elle oeuvre ;
- les projets structurants accessibles à l'entreprise compte tenu de ses ressources, de ses moyens d'action et de sa taille (Normandin et al., 1996, p. 6).

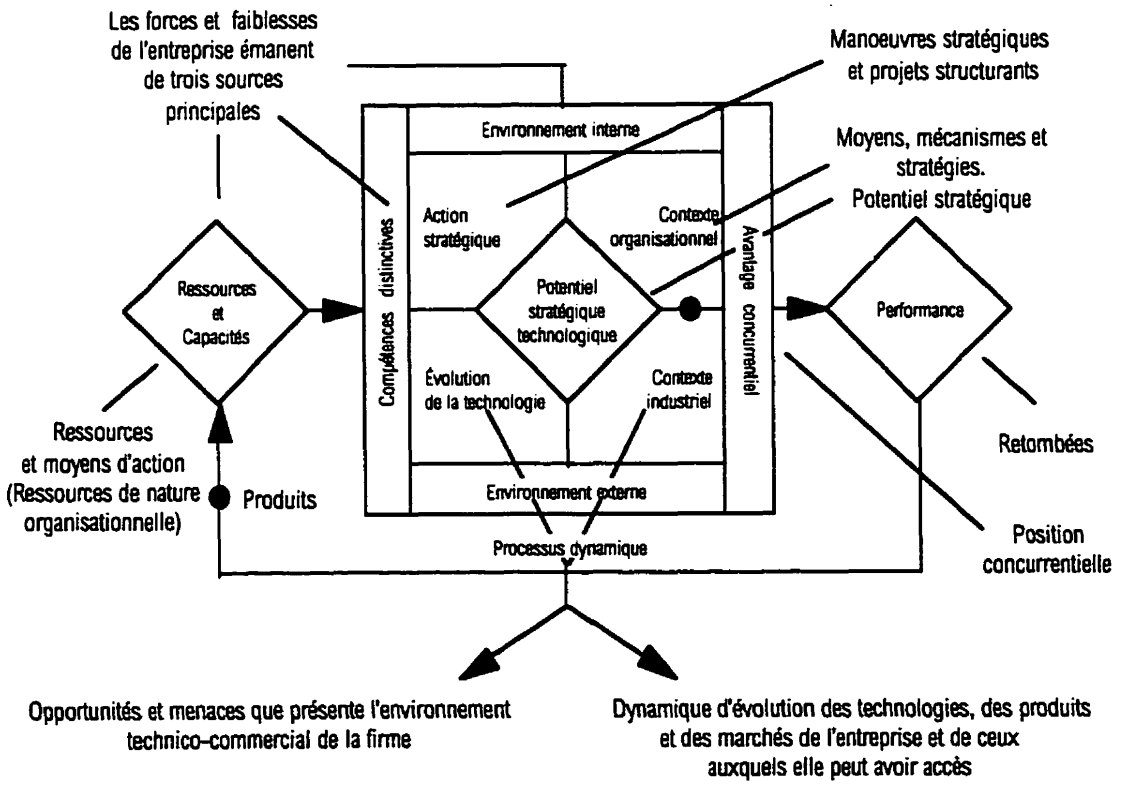


Figure 1.4 (suite) Parallèle entre le "Modèle technologique de l'entreprise" et le modèle de l'étude.

C'est d'ailleurs à cet auteur à qui l'on associe en général les célèbres analyses « SWOT », soit l'acronyme pour les termes anglais « Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats », que certains auteurs traduisent en français par l'acronyme "FFOM", soit l'analyse des forces, faiblesses, opportunités, menaces. D'ailleurs, quiconque a parcouru quelque peu la littérature en stratégie a été à même de constater à quel point cette approche classique est largement répandue dans de nombreux manuels d'études et de cas en stratégie (voir figure A.28). Puis, soulignons aussi que c'est souvent à cet auteur à qui l'on associe généralement la distinction, sinon la séparation entre, d'une part, la "formulation" de la stratégie et, d'autre part, sa "mise en oeuvre" ; dichotomie qui a été fortement décriée dans la littérature en stratégie, entre autres, par Mintzberg de l'Université McGill, qui s'en prend d'ailleurs à l'idée même que la stratégie puisse être planifiée (Mintzberg, 1994). Celui-ci préfère parler en termes de "formation" de la stratégie, plutôt qu'en termes de "formulation". Précisons toutefois que, dans ses écrits, Andrews a bien pris soin de spécifier que cette séparation (formulation et mise en oeuvre) est uniquement conceptuelle (1987, p. 18).

Les figures 1.5 et 1.6 dans les pages suivantes font état des principaux éléments de ce modèle de "stratégie corporative" dans lequel nous y retrouvons la plupart des concepts clés qui sous-tendent le modèle conceptuel qui est à la base de cette étude dont, entre autres, les concepts de ressources, de capacités et de compétences distinctives (figure 1.5) ; puis qui sous-tendent aussi certains concepts clés du le "Modèle technologique de l'entreprise" de Normandin et al. (1996), tels les concepts de forces et de faiblesses sur lesquels ces auteurs s'appuient dans leur définition du "bilan technologique" (voir figure 1.4) ; ainsi que les concepts d'opportunités et de menaces (aussi appelées "risques" par Andrews) sur lesquels Normandin et al. (1996) s'appuient, eux aussi, dans leur définition du concept de "potentiel technologique". Dit simplement, Andrews résume la logique de raisonnement qui sous-tend son modèle conceptuel de stratégie corporative à quatre questions simples, à savoir : premièrement, ce que l'entreprise pourrait faire compte tenu des opportunités qui se présentent dans son environnement externe ; puis ensuite, deuxièmement, ce qu'elle peut faire compte tenu, cette fois, de ses ressources, de ses capacités et de ses compétences distinctives qui sont présentes dans son environnement interne (figure 1.6).

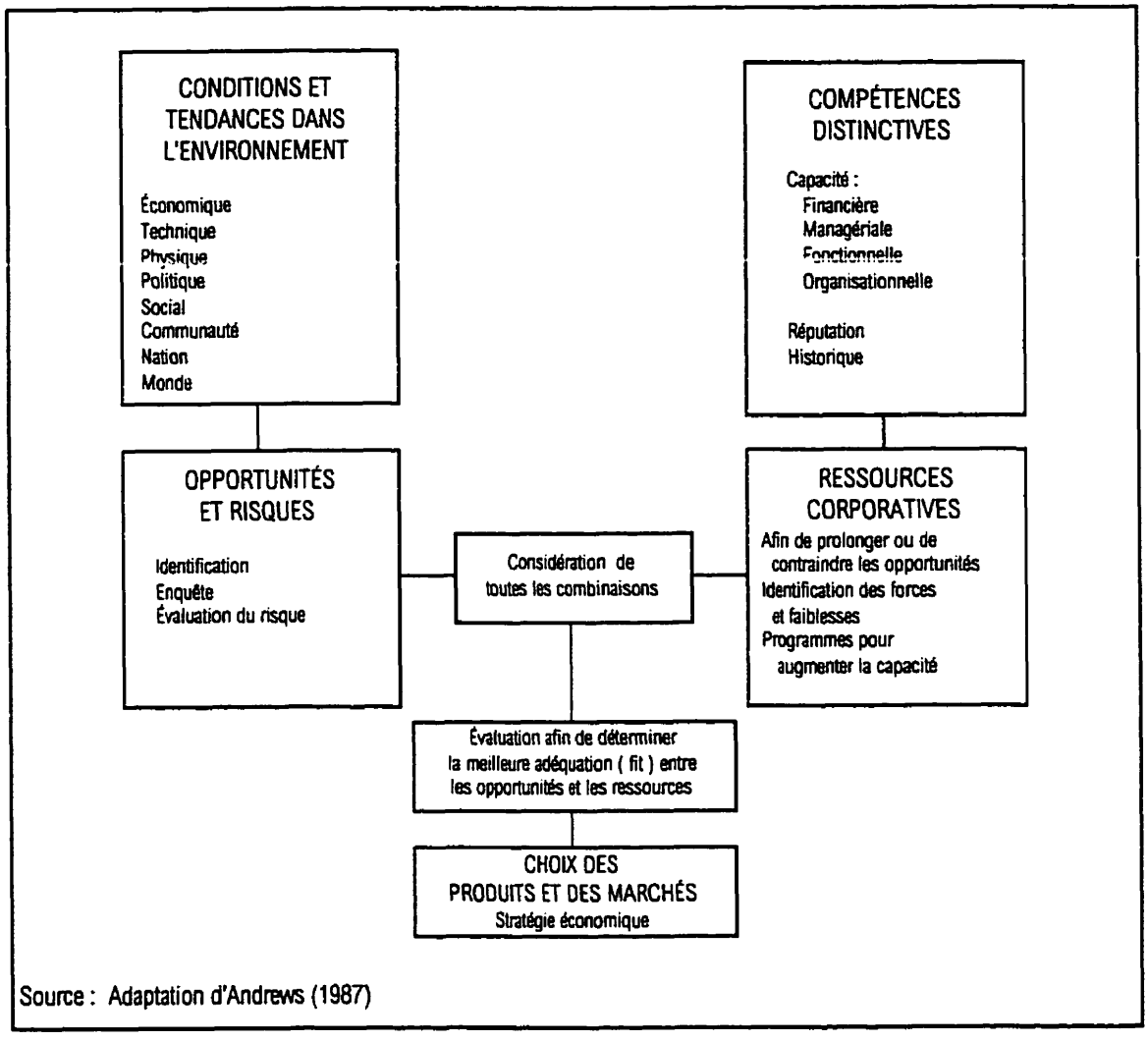


Figure 1.5 Le modèle de stratégie corporative de Kenneth Andrews.

De plus, dans son schéma d'analyse, Andrews accorde une importance aux valeurs personnelles et aux aspirations du dirigeant d'entreprise ainsi qu'à la responsabilité sociale que celle-ci a envers la communauté environnante. Aussi, Andrews pose-t-il comme troisième question, ce que le dirigeant d'entreprise veut faire et enfin, la quatrième question concerne ce que l'entreprise devrait faire en marge de ses responsabilités qui lui incombent envers la société environnante, comme le montre à cet effet la figure 1.6 de la page suivante.

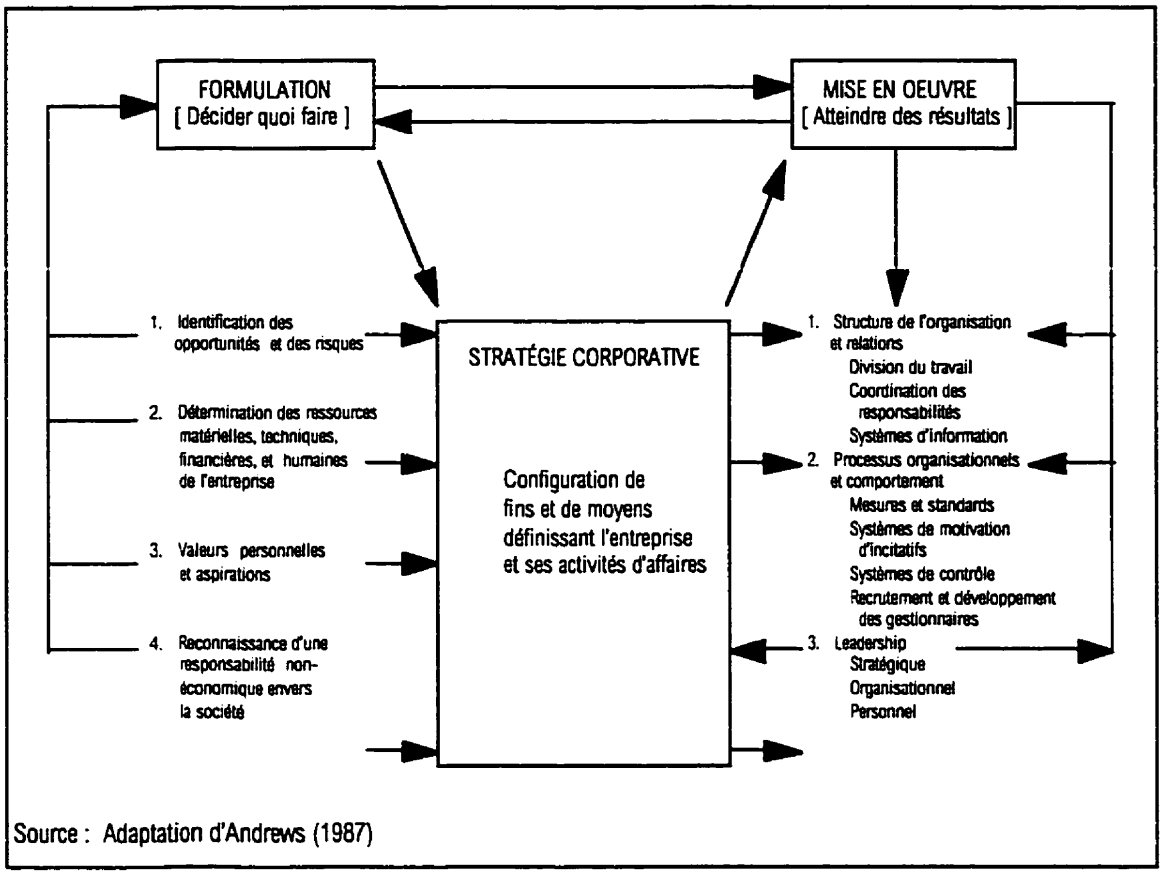


Figure 1.6 Formulation et mise en oeuvre de la stratégie, selon Kenneth Andrews.

Enfin, côté "mise en oeuvre" de la stratégie, on y retrouve trois principales composantes relevées par Kenneth Andrews (1987), soit : (1) la structure de l'organisation ; (2) ses systèmes et processus ; et enfin (3) le leadership du dirigeant qui représente, dans le schéma d'analyse de cet auteur, une composante importante car, faut-il le préciser, le dirigeant ou le chef d'entreprise est le principal architecte de la stratégie corporative, dans l'esprit d'Andrews. C'est d'ailleurs l'une des causes de discorde avec la conception de Mintzberg (1978, 1994) qui soutient que la stratégie peut émerger de la base dans l'entreprise et non pas seulement du sommet stratégique ; d'où son fameux concept de "stratégie émergente" (voir figure A.26).

1.4.6 Éléments du potentiel stratégique technologique d'une entreprise

Prenant acte de la définition de Normandin et al. (1996) au sujet du "potentiel stratégique" d'une entreprise, puis aussi de ce qui s'est fait par le passé au sujet du concept de "potentiel technologique" et des leçons que nous avons ainsi pu tirer de la riche littérature en stratégie et en management de la technologie, nous pouvons donc à présent établir que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise peut être caractérisé par trois éléments[11] fondamentaux, à savoir : d'abord (1) par un "contenu" ; puis ensuite (2) par un ensemble de "processus" ; et enfin (3) par les divers "contextes" par lesquels ce "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise pourrait être modifié et ce, aussi bien de manière favorable que défavorable. Examinons brièvement tour à tour chacun de ces trois éléments.

1.4.6.1 Contenu

Conceptuellement, le potentiel stratégique d'une entreprise peut être caractérisé d'abord par un "contenu". Toutefois, la composition comme telle de ce contenu est non seulement spécifique à chaque entreprise et contingent à son environnement aussi bien interne qu'externe, ainsi qu'au cheminement particulier que l'entreprise a suivi dans le temps pour façonner ce contenu ; mais il se trouve également que la composition de ce contenu ne pourra vraisemblablement jamais être connue avec exactitude, car il repose en grande partie sur des éléments d'actifs qui, par essence même, sont de nature tacite ou intangible et donc, difficilement mesurables quantitativement et objectivement. Pensons, par exemple, à la réputation de la firme, puis à l'image de marque de ses produits (biens et services) ou à ses compétences qui sont tous des éléments d'actifs intangibles qui font effectivement partie du potentiel stratégique d'une entreprise, en plus d'être une source non négligeable d'avantage concurrentiel, comme nous allons le voir ultérieurement dans ce document.

---

[11] Depuis quelque temps, le domaine d'étude de la stratégie est divisé en plusieurs écoles de pensée différentes dont, entre autres, les écoles de pensée qui s'intéressent au "contenu" de la stratégie ; puis ensuite, celles qui s'intéressent davantage au "processus" stratégique comme tel. Cette façon de caractériser le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise à l'aide du triptyque "contenu-processus-contexte" nous fut en partie inspirée des travaux de Pettigrew (1987) portant sur la gestion du changement stratégique (voir figure A.25).

Par contre, il est tout, sauf facile, de mesurer quantitativement et objectivement de tels éléments d'actifs intangibles avec de véritables unités de mesure ou des mesures factuelles. Par surcroît, ces éléments d'actifs intangibles sont difficiles à expliquer car, par essence même, ce qui est tacite et intangible est difficilement articulable ou communicable verbalement ou par écrit et se révèle souvent uniquement par leurs applications ou leurs réalisations qui sont visibles et tangibles. D'où l'idée dans cette étude de porter notre foyer d'attention sur le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est "révélé" dans des applications concrètes, soit les produits d'une entreprise qui, jusqu'à un certain point, sont plus faciles à caractériser que d'autres éléments d'intrants (p. ex., les capacités ; les compétences d'une entreprise ou des individus ; etc.) qui ont contribué à faire desdits produits une réalité. Nous définirons plus en détail d'ici peu ce que nous entendons par "actifs tangibles" et "actifs intangibles" qui sont, en fait, les ressources d'une entreprise ; puis nous définirons également les concepts de capacités que nous distinguons dans la présente du concept des ressources, et enfin nous définirons le concept de compétences que nous distinguons lui aussi du concept de capacités.

1.4.6.2 Processus

Toujours de manière conceptuelle car, comme nous l'avons expliqué précédemment, le potentiel stratégique est un concept et non pas un fait ou une réalité concrète que l'on peut voir, toucher ou sentir ; le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise peut également être caractérisé par les divers "processus" au moyen desquels ledit potentiel stratégique pourra d'abord être constitué, c'est-à-dire le contenu ou la substance comme telle dudit potentiel ; puis aussi les divers processus ou "mécanismes" pour employer à nouveau la terminologie de Normandin et al. (1996), au moyen desquels ledit potentiel pourra par la suite être actualisé, exploité, valorisé ou déployé ; puis aussi être protégé, renouvelé ou régénéré lorsque le temps, les circonstances et la concurrence aidant, feront en sorte que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise perde quelque peu de sa valeur ou de sa "force", pour emprunter à nouveau le vocabulaire de

Burgelman et Rosenbloom. Parmi les différents processus[12] qui pourraient possiblement affecter aussi bien de manière favorable que défavorable le potentiel stratégique d'une entreprise, citons entre autres :

- le processus d'allocation des ressources (Bower, 1970) ; le processus d'accumulation des actifs stratégiques d'une entreprise (Dierickx et Cool, 1989) ; le processus de gestion, de coordination et de déploiement du stock d'actifs de l'entreprise en matière de ressources, de capacités et de compétences (Sanchez et Heene, 1996) ; le processus par lequel l'entreprise met en place un système d'intelligence stratégique, ou encore, un processus de surveillance ou de vigie de son environnement, telle la veille technologique, concurrentielle, commerciale et tout autre type de veille active ;

- le processus par lequel l'entreprise décide d'une stratégie d'affaires (Business Strategy) et ce, implicitement ou explicitement ; que cette stratégie soit intentionnelle, émergente ou bien délibérée pour employer ici la typologie de Mintzberg (voir figure A.26) ; puis le processus par lequel l'entreprise effectue ensuite sa mise en oeuvre, soit la stratégie actualisée ou réalisée ;

- le processus par lequel l'entreprise décide, implicitement ou explicitement, des autres types de stratégie (voir figure A.27), telles ses stratégies dites "fonctionnelles" (p. ex., stratégie financière ; stratégie des ressources humaines ; stratégie de ventes et marketing ; etc.) ; puis décide aussi de ses stratégies dites "opérationnelles" qui touchent le cadre comme tel de ses activités ou de ses opérations (p. ex., opérations de fabrication, d'assemblage, de finition, etc.) ; et enfin, décide de sa "stratégie technologique" qui transcende généralement toutes les fonctions dans l'entreprise qui utilisent la technologie (produit, procédé ou processus) ; ainsi que le processus par lequel l'entreprise effectue ensuite leur mise en oeuvre respective ;

---

[12] Certains de ces processus sont schématisés en annexe A de ce document. Voir, entre autres, les figures A.22 ; A.26 ; et A.27 ; ainsi que le tableau A.5.

- le processus par lequel l'entreprise entame des actions stratégiques ou « des manoeuvres stratégiques de nature technologique et des projets structurants à impact technologique significatif », pour employer la terminologie de Normandin et al. (1996) et ce, afin de consolider, entre autres, sa position technico-commerciale comme, par exemple : par un courant continu d'innovations (Tushman, Anderson et O'Reilly, 1997 ; Tushman et O'Reilly, 1997) ou par un flux continu de nouveaux produits (Meyer, Terzakian et Utterback, 1997) ; par le développement comme tel ou l'adoption de nouvelles technologies de procédés ou de gestion des opérations (p. ex., des systèmes[13] de production flexible (FMS), intégré (CIM) ou assisté par ordinateur (CAM) ; un système de production juste à temps (JIT) ou à flux tendu ; un système de conception et de développement assisté par ordinateur (CAAD) ; un système d'ingénierie simultanée ; un système d'échange électronique de données (EDI) ; et ainsi de suite) ;

- le processus par lequel l'entreprise entame également des actions stratégiques concrètes en vue, par exemple, d'effectuer la réingénierie de ses processus d'affaires ou entame des actions stratégiques visant une nouvelle conception de produits (p. ex., une conception modulaire ; l'utilisation d'une plate-forme de produits (Meyer, Terzakian et Utterback, 1997) ou d'une plate-forme de développement technologique (Sanderson et Uzumeri, 1995) ; une famille de produits évolutive ; etc.) ; par des projets structurants biens ciblés (p. ex., l'acquisition d'un concurrent, d'un fournisseur ou d'un distributeur ; l'agrandissement d'une usine ; l'ouverture d'un bureau de vente à l'étranger ; etc.) ; par l'utilisation de différents modes d'accès à des technologies (voir tableau A.5) ou d'accès à des actifs dits "accessibles à l'externe" (Sanchez et Heene, 1996) ou à des actifs dits "complémentaires" ou "collatéraux" (Teece, 1986) ; etc. ;

- le processus interne de décision, de gestion, de suivi, de coordination, et de contrôle de ses activités ; la régie d'entreprise (p. ex., comité de rémunération ; comité de vérification ; etc.) ; ou le système de gouverne de l'entreprise (p. ex., conseil d'administration ; comité exécutif ; comité de direction ; etc.) ; puis aussi le processus par lequel l'entreprise met en place divers

[13] Ces différents systèmes sont souvent référés par leurs acronymes, tels : « FMS : Flexible Manufacturing System » ; CIM : Computer Integrated Manufacturing ; CAM : Computer-Assisted Manufacturing ; JIT : Just-In-Time ; CAAD :

programmes d'intéressement de son personnel, de ses dirigeants et de ses membres de la Direction (p. ex., promotion ; politique de rémunération ; bonus au rendement ; programme de récompenses liées à l'appréciation de l'action ; programme d'options d'achat d'actions ; bons de souscription d'actions ; régime de retraite ; etc.) ; et enfin, le processus par lequel l'entreprise met en place divers programmes de formation ou de perfectionnement pour son personnel, etc. ;

- et finalement, tout autre processus qui n'a pas été identifié explicitement ci-haut et qui pourrait possiblement affecter aussi bien de manière favorable que défavorable, le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise. (Rappelons à nouveau que l'objectif dans ce travail n'est pas d'aller mesurer ces divers processus et les éléments du contenu décrits ci-haut).

1.4.6.3 Contexte

Finalement, le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise pourrait être affecté par les divers contextes dans lesquels l'entreprise évolue quotidiennement. Par "contexte", nous entendons les divers contextes : local, régional, national et international, commercial, concurrentiel, industriel, institutionnel, organisationnel, culturel, réglementaire, économique, politique, stratégique, technologique ou tout autre contexte. Par rapport à la définition de Normandin et al. (1996) au sujet du "potentiel stratégique" d'une entreprise vue précédemment à la figure 1.4, ces auteurs ont souligné eux aussi l'importance de ces divers contextes et cela, en termes de « dynamique d'évolution des technologies, des produits et des marchés de l'entreprise et de ceux auxquels elle peut avoir accès », (p. 6). À l'intérieur du modèle conceptuel de cette étude (voir figure 1.2), ces divers contextes sont schématisés par les déterminants de l'environnement externe qui ont rapport, premièrement, au contexte industriel dans lequel évolue la firme, c'est-à-dire là-même où se situe la « dynamique d'évolution des produits et des marchés de l'entreprise et de ceux auxquels elle peut avoir accès » ; puis, deuxièmement, à l'évolution de la technologie, rejoignant en cela de manière assez fidèle la définition de Normandin et al. (1996). Puis, ils sont aussi schématisés dans

---

Computer-Assisted Design and Development ; EDI : Electronic Data Interchange ».

notre modèle par les déterminants de son environnement interne qui concernent, premièrement, son contexte organisationnel ; puis, deuxièmement, le contexte entourant ses actions stratégiques ou « ses manoeuvres stratégiques de nature technologique et ses projets structurants à impact technologique significatif », pour employer les mots mêmes de Normandin et al. (1996) utilisés précédemment (voir figure 1.4).

Donc, de nombreux éléments du contexte aussi bien interne qu'externe de l'entreprise ont potentiellement le pouvoir d'affecter de manière aussi bien favorable que défavorable son "potentiel stratégique technologique" et ce, tant au niveau de son contenu comme tel, que de ses processus. En effet, une nouvelle technologie de procédé, par exemple, pourrait très bien affecter de manière favorable le potentiel stratégique de l'entreprise ABC (p. ex., en augmentant la productivité de ses opérations ou la qualité de ses produits) ; mais, en revanche, affecter de manière défavorable le potentiel stratégique de l'entreprise XYZ, telle une innovation qui détruirait ses compétences ou les rendraient obsolètes, pour employer la typologie d'Abernathy et Clark (1985) que Tushman et Anderson (1996) reprendront par la suite dans leurs travaux (voir la figure A.16 et le tableau A.6). Mais l'entreprise n'est pas un simple spectateur passif vis-à-vis tous ces éléments contextuels qui l'affectent inlassablement ; elle peut agir de manière réactive ou, mieux encore, de manière proactive, pour conjurer ou circonscrire les menaces qui pourraient possiblement planer sur elle ; ou au contraire saisir les opportunités ou les nouvelles occasions d'affaires qui peuvent parfois se pointer à l'horizon. En effet, si le contexte peut affecter le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise de manière favorable ou défavorable, l'entreprise fait elle-même partie du contexte et peut donc agir sur celui-ci afin d'obtenir des conditions qui lui seraient plus favorables comme, par exemple, en intervenant directement auprès des gouvernements pour avoir un réglementation qui la protège (p. ex., la couleur de la margarine qui vise à protéger les producteurs laitiers du Québec) ou en agissant directement sur le contexte en faisant l'acquisition, par exemple, d'un concurrent ou en procédant à l'intégration verticale d'un fournisseur ou d'un distributeur afin de protéger ses sources d'approvisionnement, ou encore, ses canaux de distribution. Par ailleurs, l'entreprise ne doit pas se contenter uniquement de gérer son quotidien, elle doit veiller également à assurer son avenir et ce,

en développant aujourd'hui même le "potentiel stratégique technologique" dont elle aura besoin dans l'avenir pour mieux faire face aux impératifs économiques, technologiques, concurrentiels et autres.

1.4.7 Potentiel stratégique vu comme une passerelle d'accès

Dès lors, le potentiel stratégique d'une entreprise pourrait également être conceptualisé comme un moyen, un mécanisme ou une passerelle que celle-ci pourrait utiliser pour passer d'un état technologique, commercial, concurrentiel ou autre "actuel" à un état "futur" souhaité. C'est donc à ce niveau-ci qu'entre en ligne de compte le "bilan technologique" de l'entreprise développé par Normandin et al. (1996) dans leur projet de l'OIQ. En effet, cet instrument de mesure de l'avoir technologique d'une entreprise pourrait ainsi permettre aux dirigeants de faire un audit précis de l'état actuel de leur entreprise en matière de technologie qui, conjugué à d'autres instruments de mesure qu'ils ont déjà à leur disposition (p. ex., le bilan financier de leur entreprise ; l'état des profits et pertes ; etc.) ou bien tout autre outil de diagnostic (p. ex., le "Diagnostic technologique préliminaire" développé par le MICST), pourraient leur permettre de poser un jugement éclairé et affiné par leur expérience de la situation actuelle de leur entreprise avant de déployer leur potentiel stratégique vers d'autres objectifs spécifiques de manière à atteindre l'état futur dont ils pourraient possiblement souhaiter pour leur entreprise. Par exemple, il pourrait s'agir de l'état futur de leur entreprise aux chapitres : de son taux de croissance ; son niveau de rentabilité ; la diversification de ses activités ; son positionnement stratégique, telle la part de marché visée sur chacun des marchés desservis par l'entreprise ; le choix des segments de marché qui seront desservis dans le futur ; de même que les ressources, les capacités, les compétences et compétences distinctives que l'entreprise pourrait possiblement avoir besoin dans l'avenir ; etc.). Précisons ici que le "bilan technologique" est un instrument d'auto-diagnostic pour l'entreprise. Vu sous un autre angle, le "bilan technologique" de l'entreprise est un instrument de mesure qui permet de définir le "contenu" ou la substance du "potentiel stratégique technologique" de l'entreprise qui, rappelons-le, est l'un des trois éléments permettant de le caractériser ; respectant, par la même occasion, le principe directeur de continuité que nous avons évoqué auparavant entre les deux composantes essentielles

du "Modèle technologique de l'entreprise", à savoir: (1) sa composante dite "fonctionnelle" (bilan technologique) ; puis ensuite (2) sa composante dite "stratégique" (potentiel stratégique).

Par ailleurs, ceci signifie que le chef d'entreprise et ses dirigeants devraient, en principe, gérer le "potentiel stratégique technologique" de leur entreprise en fonction de deux horizons temporels différents : d'abord (1) le présent, ce qui signifie l'exploitation per se de son "potentiel stratégique technologique" actuel pour exercer, par exemple, les diverses options stratégiques qui sont présentement disponibles à l'entreprise (p. ex., le développement d'un nouveau produit) ou pour saisir les opportunités ou les occasions d'affaires qui sont présentement disponibles à l'entreprise (p. ex., l'acquisition d'un concurrent) ; puis ensuite (2) le futur, ce qui signifie, cette fois-ci, non pas l'exploitation comme telle de son potentiel, mais l'exploration[14] ou le développement du "potentiel stratégique technologique" que l'entreprise pourrait possiblement avoir besoin dans l'avenir et qui risque bien d'être fort différent de son potentiel stratégique actuel, si l'on accepte un tant soit peu l'idée selon laquelle l'avenir sera vraisemblablement différent du présent.

Le cas de la firme Intel Corporation est ici un bel exemple de l'argument que nous voulons avancer actuellement à l'effet que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise puisse servir de passerelle d'accès vers d'autres marchés. En effet, il y a quelques années, la firme Intel Corporation des États-Unis qui est l'une des entreprises à succès de la célèbre « Silicon Valley » en Californie, a vu ses compétences distinctives en matière de technologie appliquée aux puces de mémoire vive de type RAM (p. ex., DRAM : Dynamic Random Access Memory) et de type ROM (p. ex., EPROM : Erasable Programmable Read Only Memory) s'estomper progressivement aux profits des manufacturiers japonais et coréens qui offraient sur le marché des produits à des prix inférieurs, à tel point qu'Intel a dû se résigner à se retirer complètement de ce secteur d'activité ; secteur qu'elle avait pourtant contribué à créer au début des années 70 grâce à ses nouvelles technologies appliquées aux puces de mémoire vive (memory chips) de types RAM et ROM qui sont

[14] Cette distinction entre "exploitation" et "exploration" nous a été en partie inspirée des travaux de Ron Sanchez et Aimé Heene qui affirment vouloir développer davantage les travaux de Gary Hamel et de son collègue C. K. Prahalad.

couramment utilisées de nos jours dans de nombreux produits électroniques (p. ex., calculatrice ; ordinateur personnel ou micro-ordinateur ; agenda électronique ; jeux vidéos ; etc.).

Cette situation a d'ailleurs amené Robert Burgelman et quelques-uns de ses étudiants de MBA à ce moment-là à l'Université Stanford en Californie à effectuer une étude de cas[15] approfondie de cette entreprise qui a dû effectuer de profondes transformations internes pour réussir à rétablir sa position concurrentielle sur le marché et ce, en commençant tout d'abord par se donner une nouvelle mission d'entreprise (Burgelman, 1994, 1996 ; Burgelman et al., 1997). En effet, comme nous l'expliquent ici Burgelman et Grove (1996b) : « Cette concurrence interne a bénéficié à l'entreprise, transformant progressivement Intel d'une "entreprise de mémoire" en perte de vitesse en une "entreprise de microprocesseurs" à la fine pointe du marché. », (p. 32). Spécifions ici qu'Andrew Grove est président et chef de la direction de la firme Intel Corporation. À titre informatif, soulignons qu'il fut proclamé "Homme de l'année" (Man of the Year) en 1997 par le magazine hebdomadaire new-yorkais Time qui honore chaque année une personnalité marquante (December 29, 1997 - January 5, 1998).

Depuis qu'elle a introduit sur le marché en 1971 son tout premier microprocesseur Intel 4004 à 4 octets (bits) d'information comprenant 1 600 transistors pouvant effectuer quelque 60 000 instructions à la seconde, puis qu'elle a introduit ensuite en 1979, le microprocesseur Intel 8088 à 16 octets d'information qui a équipé, entre autres, les premiers ordinateurs personnels d'IBM (IBM PC) ; la firme Intel a par la suite développé de nombreuses générations de microprocesseurs dont, entre autres, les microprocesseurs connus sous les appellations commerciales suivantes : les

---

[15] À cette fin, Robert Burgelman utilise son modèle conceptuel de "stratégie technologique vue dans une perspective évolutionniste" qu'il avait développé quelques années auparavant en compagnie de Richard Rosenbloom (voir figure 1.1) ; puis, il nous propose, en collaboration avec George Cogan et Bruce Graham, un nouveau modèle conceptuel (voir figure A.15) qui illustre les liens entre la stratégie technologique d'une entreprise et sa stratégie corporative et ce, tant au niveau de l'aspect générique (Generic Corporate Strategy) de cette stratégie corporative (p. ex., différenciation versus domination par les coûts), qu'au niveau du contenu ou de la substance de cette stratégie corporative (Substantive Corporate Strategy). La firme Intel Corporation, par exemple, a maintenu au fil des années une stratégie corporative générique basée essentiellement sur la différenciation, mais la substance proprement dite de cette stratégie corporative a beaucoup changé au cours des années, selon le domaine d'activité dans lequel la firme évoluait, à savoir, d'abord, le domaine d'activité lié aux puces de mémoire vive de type RAM et de type ROM ; puis ensuite, le domaine d'activité lié aux microprocesseurs que la firme Intel Corporation a réussi à conquérir et à s'imposer par la suite comme chef de file mondial à nouveau grâce à sa stratégie corporative basée sur la différenciation (Burgelman, Cogan et Graham, 1997).

microprocesseurs : Intel 80286 ; Intel 80386 ; et Intel 80486 qui ont tous équipés les générations subséquentes d'ordinateurs personnels d'IBM (IBM PC[16]) et de nombreux produits compatibles IBM (p. ex., les micro-ordinateurs Compaq). Puis, la firme Intel Corporation a introduit sur le marché une nouvelle génération de microprocesseurs sous une nouvelle appellation commerciale, soit : Pentium[17]. Le premier né de cette nouvelle famille de microprocesseurs a été le Pentium I qui fut un échec retentissant en raison des erreurs de calcul qui étaient parfois occasionnées par celui-ci. Puis, il eut ensuite le Pentium II qui comprenait rien de moins que 7,5 millions de transistors ; et plus récemment, le Pentium III ; chaque nouvelle génération de microprocesseurs affichant une amélioration significative de performance par rapport à la génération précédente (Hill et Jones, 1998). Alors qu'il n'y a pas si longtemps, 33 megahertz était considérée comme une cadence rapide pour une plate-forme informatique, les premiers microprocesseurs de marque Pentium ont doublé cette cadence à 75 megahertz ; laquelle a elle-même été doublée par la suite, de sorte que la firme Intel livre aujourd'hui des microprocesseurs Pentium III dont la cadence est de 500 megahertz ; ce qui est plusieurs dizaines de fois plus rapide que ses premiers microprocesseurs à tous usages, tel le microprocesseur Intel 8088 dont la cadence était à l'époque de seulement 8 Mhz.

Donc, si nous interprétons le cas de la firme Intel Corporation à la lumière du concept de "potentiel stratégique technologique" que nous voulons faire valoir dans la présente, nous pourrions avancer l'argument que cette firme a pu utiliser en partie son "potentiel stratégique technologique" qu'elle avait développé auparavant dans le domaine d'activité lié aux puces de mémoire vive de types RAM (Random Access Memory) et ROM (Read Only Memory) comme passerelle d'accès vers le domaine d'activité lié aux microprocesseurs ; secteur qu'elle a pu conquérir rapidement et s'imposer par la suite comme chef de file mondial en raison du rapport qualité/prix de son produit et de l'image de marque qu'elle a pu redonner à celui-ci, entre autres, par une publicité visible et agressive (Inside Intel) que les fabricants d'ordinateurs personnels et de micro-ordinateurs n'hésitent pas à afficher sur leurs produits.

---

[16] ® Marque déposée d'IBM (International Business Machine).
[17] ® Marque déposée d'Intel Corporation.

Autrement dit, la firme Intel Corporation a réussi à faire le pont entre les deux domaines d'activité grâce au "potentiel stratégique technologique" qu'elle possédait déjà et ce, même si celle-ci a dû effectuer de profondes transformations internes pour réussir cette délicate transition (p. ex., une nouvelle mission d'entreprise). L'histoire économique des dernières décennies nous montre que de nombreuses entreprises jadis glorieuses et qui étaient en position d'hégémonie ou de domination dans leur domaine d'activité, n'ont pas réussi aussi bien à faire le pont ou le bon arrimage avec les nouveaux domaines d'activité dans lesquels elles se sont immiscées et qui ont souvent été créés par des innovations technologiques, sinon des discontinuités technologiques (p. ex., l'invention du transistor ; le développement du micro-ordinateur ou de l'ordinateur personnel ; l'avènement du disque compact audionumérique ; etc.). Aujourd'hui, les microprocesseurs Intel équipent près de 90% de tous les ordinateurs personnels de la planète (Isaacson, 1997, p. 28). Pensons, par exemple, à son microprocesseur de marque Pentium II ou "puce électronique", comme on l'appelle familièrement, qui est de la grosseur d'un ongle de doigt et qui contient 7,5 millions de transistors pouvant effectuer au-delà de 588 millions d'instructions à la seconde (MIPS), comparativement au microprocesseur Intel 4004 de première génération qui comprenait 1 600 transistors pouvant effectuer 60 000 instructions à la seconde ; ce qui, à l'époque, était équivalent, en termes de puissance et de rapidité, à l'ordinateur ENIAC qui comprenait rien de moins que 18 000 tubes-à-vide et ce, c'est sans compter tout l'espace que pouvait prendre un tel mastodonte informatique. Cette performance est d'autant plus remarquable que la première génération du microprocesseur de marque Pentium I effectuait parfois des erreurs de calcul (Hill et Jones, 1998) ; ce qui, à ce moment-là, aurait pu compromettre à jamais l'avenir de cette nouvelle technologie, ainsi que celui de la firme Intel Corporation qui aurait pu ne jamais sans remettre. Soulignons simplement qu'il en a coûté 475 millions $US à la firme Intel pour retirer du marché ses microprocesseurs défectueux.

D'ailleurs, cet épisode du Pentium I illustre bien qu'il n'existe pas de passerelles d'accès faciles vers de nouveaux marchés. Les nouvelles installations de fabrication de microprocesseurs ont coûté à la firme Intel Corporation 3,5 milliards $US (Iansiti et West, 1997, p. 70). Nonobstant ce coût, un fait demeure, les microprocesseurs d'Intel équipent présentement près de 90% de tous les ordinateurs personnels de la planète, comme nous l'avons indiqué ci-haut et qu'ils peuvent effectuer,

dans le cas spécifique du microprocesseur de marque Pentium II, 588 millions d'instructions à la seconde. En dépit de ces prouesses technologiques, ce qu'il faut surtout retenir, c'est que la firme Intel Corporation a pu de nouveau retrouver le chemin de la rentabilité qu'elle avait perdue, il y a quelques années auparavant, suite à l'invasion des produits concurrents japonais d'abord, puis des produits coréens ensuite, dans le secteur d'activité lié aux puces de mémoire vive de types RAM et ROM qui sont maintenant considérés comme une commodité dans l'industrie des semi-conducteurs (Jelinek et Schoonhoven, 1990). En ce sens, le cas de la firme Intel Corporation rejoint, à plusieurs égards, celui de l'avionnerie Canadair.

En effet, lorsque la Société Bombardier Inc. prit le contrôle majoritaire de Canadair Limitée en 1986 ; l'avionnerie était loin de la rentabilité. N'eût été de l'intervention du gouvernement fédéral qui restructura le bilan de l'entreprise avant de la céder au secteur privé, il est fort à parier que la Société Bombardier Inc. ou toute autre entreprise n'aurait voulu faire l'acquisition d'une entreprise qui avait accumulé des pertes financières de l'ordre de 1,35 milliard $. En rétrospective, force ici est de reconnaître le cas à succès de la Société Bombardier Inc. au niveau de la diversification de ses activités dans le domaine de l'aéronautique qui, pour son exercice financier clos le 31 janvier 1999, a généré plus de 56% des revenus consolidés de Bombardier Inc. et ce, tout en dégageant un bénéfice avant impôts sur le revenu qui représente 82% du bénéfice avant impôts sur le revenu de la Société Bombardier Inc. (Bombardier, site Internet, avril 1999). Devant de tels faits, il n'est sans doute pas excessif d'affirmer que Bombardier Inc. a réussi à faire le pont avec succès entre les domaines d'activité dans lesquels elle oeuvrait en 1986 (p. ex., le secteur du transport en commun et celui de la motoneige) et son nouveau domaine d'activité lié à l'aéronautique. Par contre, il existe une différence fondamentale entre l'histoire du succès de la firme Intel Corporation dans le domaine des microprocesseurs et l'histoire du succès de Bombardier Inc. dans le domaine de l'aéronautique. En effet, Intel pouvait créer, jusqu'à un certain point, un effet de levier avec le "potentiel stratégique technologique" qu'elle détenait déjà dans son domaine d'activité lié aux puces de mémoire vive de types RAM et ROM. Or, il est tout, sauf évident, que le "potentiel stratégique technologique" que détenait Bombardier Inc. en 1986 dans ses domaines d'activité antérieurs (p. ex., le transport en commun ; la motoneige) lui ait été d'une très grande utilité pour créer un quelconque effet de levier

pour s'immiscer dans son nouveau domaine d'activité portant sur l'aéronautique civile. En fait, comme nous allons le voir ultérieurement, le succès actuel de la Société Bombardier Inc. dans le domaine de l'aéronautique est dû beaucoup plus à une stratégie de croissance externe par voie d'acquisition d'entreprises, plutôt qu'une stratégie de croissance interne de développement des affaires sur les marchés déjà desservis par l'entreprise, ou encore, de croissance interne graduelle par le biais de la pénétration de nouveaux marchés (p. ex., l'aéronautique). En clair, Bombardier Inc. n'a pas véritablement développé elle-même tout le potentiel stratégique qu'elle détient aujourd'hui dans le domaine de l'aéronautique par le biais des différentes avionneries qu'elle possède ; elle a plutôt fait l'acquisition d'entreprises déjà établies dans ce domaine (p. ex., Canadair) qui possédaient chacune leur propre "potentiel stratégique technologique" que l'entreprise a pu par la suite édifier, valoriser et enrichir davantage par le biais du Groupe Bombardier Aéronautique, ainsi que par l'effet de synergie et de complémentarité entre ses diverses entités qui desservent des segments de marché différents dans l'industrie aéronautique (p. ex., l'aviation d'affaires ; l'aviation régionale).

1.4.8 Édification, actualisation et finalité désirée du potentiel stratégique

Mais pour pouvoir déployer son "potentiel stratégique technologique" vers un état futur quelconque, l'entreprise devra, au préalable, le constituer. Dans notre schéma d'analyse, il est notamment postulé que la base de ressources, de capacités, de compétences et de compétences dites "distinctives" d'une entreprise, constitue le socle sur lequel l'entreprise pourra édifier son propre "potentiel stratégique technologique". Si cet argument n'est pas suffisamment convaincant, prenons à ce moment-là le raisonnement inverse selon lequel une entreprise qui détiendrait à son actif aucune ressource, aucune capacité, ni aucune compétence détiendrait, en réalité, un "potentiel stratégique technologique" d'un ordre de grandeur sans doute équivalent, c'est-à-dire aucun potentiel. En somme, rien ne se perd, rien ne se crée : un potentiel stratégique n'est pas une création ex nihilo, c'est-à-dire une création à partir de rien ou du néant. En réalité, on ne crée pas un potentiel stratégique, on utilise plutôt certains éléments, en l'occurrence, des ressources, des capacités et des compétences, pour édifier un potentiel qui pourra ensuite être "révélé" dans des applications concrètes, en particulier des produits, ou encore, qui pourra s'exprimer dans des

activités qui sous-tendent lesdits produits ou toutes autres activités. Reste aussi qu'une entreprise peut, a priori, posséder un bon potentiel stratégique, mais mal l'utiliser ou le déployer de manière maladroite (p. ex., par une mauvaise gestion de ses ressources humaines ; de mauvaises décisions stratégiques ; des investissements timides ou insuffisants au niveau du renouvellement de son "stock d'actifs stratégiques" ; etc.). C'est donc à ce niveau-ci, c'est-à-dire au niveau de ses ressources, de ses capacités, de ses compétences et de ses compétences distinctives, aussi appelé "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise, que celle-ci va véritablement façonner le contenu ou donner la substance à son "potentiel stratégique technologique" dont la finalité désirée devrait, selon nous, se traduire pour l'entreprise en termes d'avantage concurrentiel et de performance. Un point important mérite ici d'être éclairci.

Précédemment, nous avons souligné à maintes reprises que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) qui sont offerts sur le marché, en particulier au niveau des caractéristiques desdits produits et du mix de celles-ci. Puis, nous avons souligné également que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise est aussi en partie "hérité" de ses produits antérieurs et de ses produits actuels. De plus, nous avons mentionné que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise peut aussi bien s'exprimer dans l'ensemble de ses activités "créatrices de valeur" qui concourent à ses produits, ainsi qu'à la vie de l'entreprise en général dans la société environnante. Nonobstant tout cela, les produits d'une entreprise et ses activités ne sont pas, dans notre schéma d'analyse, la finalité désirée, en bout de ligne, du "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise. Les produits et les activités ne sont en fait que des intermédiaires que l'entreprise utilise pour atteindre ses buts généraux et ses objectifs spécifiques, actualiser sa stratégie et enfin, réaliser sa mission[18] d'entreprise.

[18] Le tableau A.2 nous présente une représentation schématique de la hiérarchie des plans sur la chaîne fins-moyens de la gestion stratégique dans laquelle on y retrouve une brève définition de tous ces termes utilisés (p. ex., mission ; buts généraux ; objectifs spécifiques ; stratégie ; politique ; plan ; etc.).

Comme l'indique clairement le modèle conceptuel à la base de cette étude (voir figure 1.2), la finalité d'un tel modèle est pour l'entreprise la création et le maintien d'un avantage concurrentiel, puis la performance que l'entreprise obtient ; deux concepts fondamentaux en stratégie que nous allons définir plus loin. Rappelons-nous ici le credo de la Division Avions de transport régional de Bombardier Aéronautique que nous avons évoqué précédemment : « We make aircraft. We build business ». En clair, fabriquer des avions n'est pas la finalité ultime d'une entreprise comme Bombardier. Pour faire des affaires et pour bâtir une entreprise viable et rentable, il ne suffit pas simplement d'avoir des produits et de mettre en place les activités qui les sous-tendent ; encore faut-il que le tout permette à l'entreprise de développer et de maintenir un avantage concurrentiel ; puis de dégager un certain niveau de performance en fonction des buts généraux et des objectifs spécifiques que celle-ci se sera donnée au préalable (p. ex., au niveau de son taux de croissance ; de son niveau de rentabilité ; de son rendement aux actionnaires ; etc.). Entre, d'un côté, le contenu du "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise ; puis, de l'autre, le résultat final attendu en termes d'avantage concurrentiel et de performance, de nombreux facteurs d'ordre contextuel ou autre, entreront en ligne de compte pour modifier le contenu de ce potentiel. Puis, dans toute cette tourmente, l'entreprise tentera d'actualiser au mieux son "potentiel stratégique technologique" vers la poursuite de ses buts généraux et de ses objectifs spécifiques et ce, tout en réalisant sa mission.

La figure 1.7 de la page suivante trace un parallèle entre, d'une part, les trois éléments du triptyque contenu-processus-contexte (voir figure A.25) que nous utilisons dans la présente pour caractériser le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise ; et, d'autre part, les trois ensembles d'éléments de notre modèle conceptuel qui contribuent tout d'abord : (1) à l'édification comme telle du potentiel stratégique de l'entreprise ; ensuite (2) à son actualisation ; et enfin, qui contribuent (3) à la finalité désirée de son potentiel stratégique, dont la finalité ultime est la performance de l'entreprise.

Dans les trois prochaines sections, nous allons passer en revue tour à tour chacun de ces trois ensembles d'éléments de notre modèle conceptuel qui entre en ligne de compte, d'abord : (1) dans l'édification du potentiel stratégique d'une entreprise (section 1.5) ; puis ensuite (2) dans son

actualisation (section 1.6) ; et enfin, qui entre en ligne de compte (3) au niveau de la finalité désirée d'un tel "potentiel stratégique technologique" (section 1.7), comme le montre la figure 1.7 ci-après.

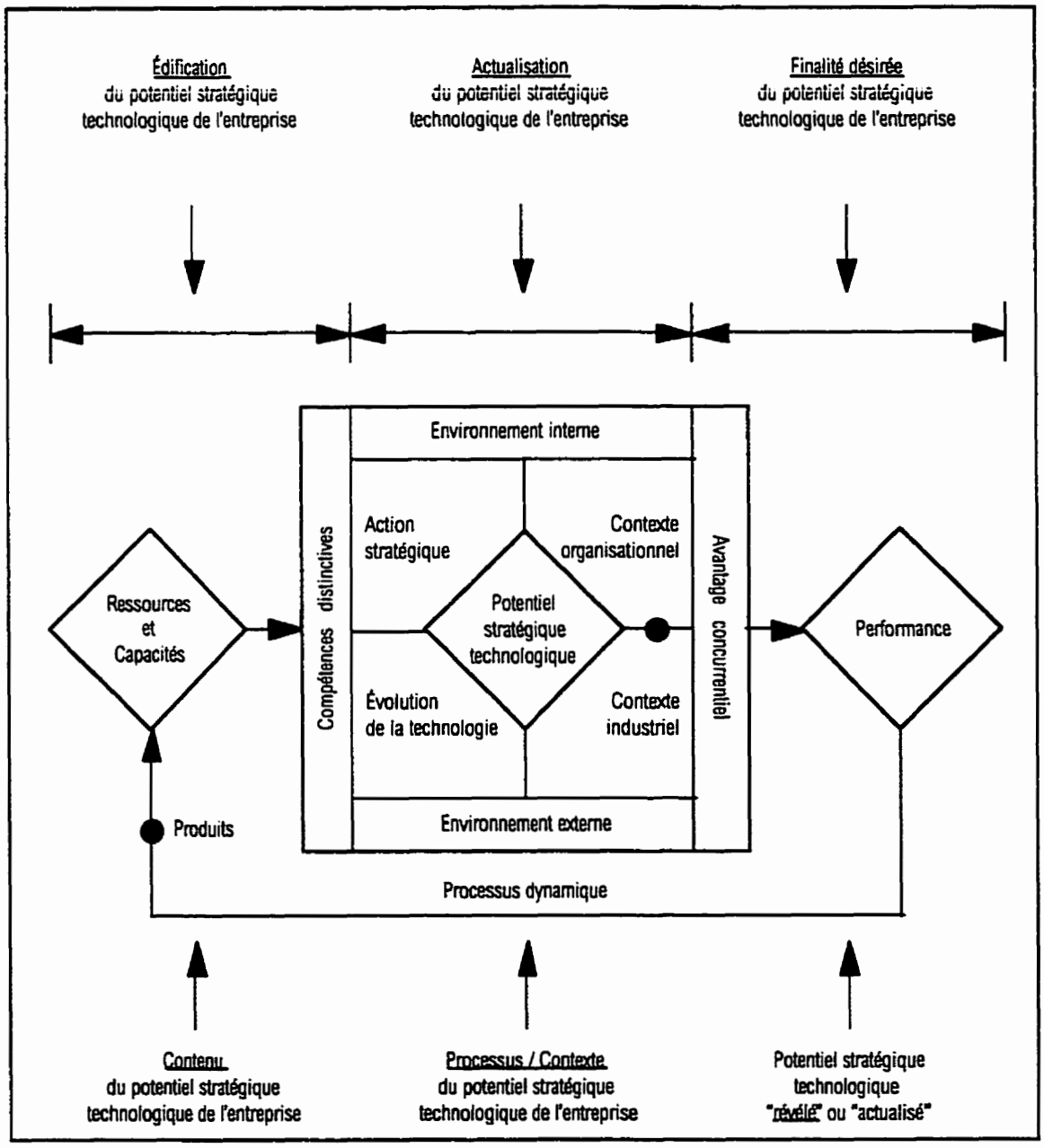


Figure 1.7 Édification, actualisation et finalité désirée du potentiel stratégique technologique.

1.5 Édification du potentiel stratégique technologique d'une entreprise

S'inspirant en partie du modèle de Burgelman et Rosenbloom (1989), il est suggéré, dans notre schéma d'analyse, que l'ensemble des ressources, des capacités, des compétences et des compétences dites "distinctives" d'une entreprise ; lequel ensemble est également appelé dans la présente "stock d'actifs stratégiques", constitue la base à partir de laquelle une entreprise pourra édifier son propre "potentiel stratégique technologique", c'est-à-dire façonner son contenu ou bien donner une substance à son potentiel. De prime abord, il convient de souligner que ces différents concepts ne sont pas nouveaux. D'ores et déjà à la fin des années '60 et au début des années '70, ceux-ci faisaient partie du vocabulaire couramment utilisé en stratégie, notamment à l'intérieur du modèle dit "traditionnel ou classique" en stratégie, soit le modèle de "stratégie corporative" de Kenneth Andrews que nous avons présenté dans les pages précédentes (voir figures 1.5 et 1.6).

Depuis, un véritable courant de pensée s'est inscrit derrière ces différents concepts dont les tenants et les sympathisants s'inscrivent, soit sous la rubrique[19] dite des "ressources de la firme" (RBV: The Resource-Based View of the Firm), soit sous différentes bannières[20] pouvant être associées au thème des compétences, en particulier depuis la publication de l'article séminal de Prahalad et Hamel (1990) intitulé "The Core Competence of the Corporation" qui fut suivi ensuite par leur première monographie intitulé Competing for the Future. Breakthrough Strategies for

---

[19] La littérature concède généralement à Birger Wernerfelt de la Sloan School of Management au « Massachusetts Institute of Technology (MIT) » l'utilisation première de cette rubrique « The Resource-Based View of the Firm (RBV) » (Wernerfelt, 1984, 1995). Toutefois, l'origine de cette perspective remonte en fait aux travaux de l'économiste Edith Penrose sur la croissance des firmes (Penrose, 1959). Parmi les auteurs les plus représentatifs ayant contribué à développer cette nouvelle perspective des ressources de la firme, citons entre autres : Jay B. Barney de l'Université de l'État d'Ohio ; Cynthia A. Montgomery de la Harvard Business School (épouse de Birger Wernerfelt) et son collègue David J. Collis de l'Université Yale ; Kathleen Conner de l'Université du Michigan ; auxquels s'ajoutent Robert Grant ; Raphael Amit et Paul Schoemaker ; Margaret Peteraf ; Richard Reed et Robert DeFillippi ; Richard Hall, etc. Enfin, d'autres noms sont également associés à ce courant d'idées, mais sans nécessairement que les personnes concernées s'affichent ouvertement à cette enseigne comme, par exemple, Richard Rumelt, Ingemar Dierickx et Karel Cool, tous les trois de l'INSEAD (l'Institut Européen d'Administration des Affaires). Pour un, Rumelt (1984) conçoit la firme comme un ensemble unique de ressources et de capacités (The firm as a unique bundle of idiosyncratic resources and capabilities).

[20] Les principaux porte-étendards de cette nouvelle perspective en stratégie sont Ron Sanchez et Aimé Heene qui ont entraîné avec eux de nombreux auteurs. Ce courant de pensée tire sa source d'inspiration des travaux de Gary Hamel de la London School of Business et de son collègue C. K. Prahalad de la Graduate School of Business Administration à l'Université du Michigan. Les figures A.4 ; A.5 et A.6 nous présentent les schémas classiques utilisés par ces auteurs.

Seizing Control of Your Industry and Creating the Markets of Tomorrow (Hamel et Prahalad, 1994) qui ont tous les deux ouvert la porte à toute une série de publications sur le thème des compétences. Citons les ouvrages suivants intitulés : Competence-Based Competition (Hamel et Heene, 1994) ; Dynamics of Competence-Based Competition (Sanchez, Heene et Thomas, 1996a) ; puis Towards a Competence Theory of the Firm (Foss et Knudsen, 1996) ; ainsi que Competence-Based Strategic Management (Heene et Sanchez, 1997) ; et Core Competency-Based Strategy (Campbell et Luchs, 1997), pour ne citer ici que quelques ouvrages collectifs récents auxquels ont participé plusieurs auteurs de renom dans la littérature portant sur le thème des compétences.

Dans ce même ordre d'idées, notons aussi que la perspective des "ressources de la firme" a elle aussi donné lieu à la publication de certaines monographies dignes de mention dont, entre autres, l'ouvrage récent intitulé Corporate Strategy : A Resource-Based Approach de Cynthia A. Montgomery de la Harvard Business School et son collègue David Collis de l'Université Yale (Collis et Montgomery, 1998). Puis, elle a donné lieu également à certains ouvrages de lecture dont celui intitulé Resources, Firms, and Strategies : A Reader in the Resource-Based Perspective édité par Nicholai J. Foss (1997) ; puis aussi certains ouvrages collectifs, dont celui intitulé Resource-Based and Evolutionary Theories of the Firm qui est édité par Cynthia A. Montgomery (1995), ainsi que l'ouvrage intitulé Resource-Based View of the Firm qui est paru dans la série Advances in Strategic Management qui est éditée par Shrivastava, Huff et Dutton (1994). Reste, par contre, que certains auteurs semblent plutôt vouloir se distinguer en s'incrirant à d'autres enseignes[21] comme, par exemple, l'approche dite des "capacités dynamiques de la firme" (A Dynamic Capabilities Approach to the Firm). Dans une telle approche, les capacités sont dites "dynamiques" car l'entreprise évolue dans un environnement qui, lui-même, est foncièrement dynamique (Teece, Pisano et Shuen, 1991, 1997). Soulignons en dernier lieu que certains auteurs cherchent à aller encore plus en amont et concevoir la firme non sous l'angle de ses ressources, de ses capacités ou de ses compétences, mais plutôt sous l'angle de ses connaissances (The Knowledge-Based View of the Firm[22]).

---

[21] Cette approche a surtout été défendue par l'économiste David J. Teece de l'Université de la Californie à Berkeley, de concert avec quelques collègues (Teece, Pisano et Shuen, 1991, 1997 ; Teece et Pisano, 1994). Voir figure A.11.

[22] Ce nouveau courant de pensée a fait l'objet d'un numéro spécial (Winter Special Issue) en 1996 de la part de la revue Strategic Management Journal (Schendel, 1996b ; Spender et Grant, 1996 ; Grant, 1996b).

Cette prolifération considérable des écrits autour des concepts des ressources, des capacités et des compétences, ne signifie pas pour autant qu'il existe une convergence de points de vue entre ces différents auteurs sur la définition de chacun de ces concepts et ce, malgré les efforts de certains d'entre eux de tenter de les définir, en particulier Sanchez et Heene (1996, 1997b). Aussi, en synthétisant quelque peu les efforts de ceux qui nous ont précédé pour en distiller les éléments les plus pertinents à notre propos, nous sommes à même de proposer les définitions suivantes de ce que nous entendons, dans notre schéma d'analyse, par les concepts de ressources, de capacités, de compétences et de compétences dites "distinctives". Ce faisant, nous espérons ainsi contribuer quelque peu à préciser la composition du contenu du "potentiel stratégique" d'une entreprise que Normandin et al. (1996) ont déjà entrepris grâce à l'instrument de mesure qu'est le "bilan technologique".

Évidemment, puisque, selon nous, il n'existe pas présentement de consensus dans la littérature sur la définition de ces différents concepts, loin de nous l'idée que les définitions ci-après proposées feront consensus ou bien l'unanimité. Aussi, afin de préciser encore mieux la définition de chaque concept, nous allons faire usage de nombreux exemples de ce qu'est, par exemple, une ressource versus une capacité, ou encore, une capacité versus une compétence, etc. Enfin, rappelons ici de nouveau afin de ne pas créer de fausses attentes, que tous nos efforts vont à la définition des termes utilisés et non à l'élaboration d'un instrument de mesure ou tout simplement à la mesure de chacun des concepts ci-après définis. Comme l'ont si bien exprimé Kaplan et Norton auxquels nous faisons souvent référence dans ce document : « ce qui est essentiel et stratégique pour une entreprise est souvent invisible à l'oeil ». Dès lors, affirment ces auteurs, si l'on tient compte uniquement de ce que l'on peut voir et mesurer ; on aura sans doute échappé tout ce qui est vraiment essentiel et réellement stratégique pour une entreprise. De plus, comme nous allons le voir d'ici peu, ce qui est invisible à l'oeil (p. ex., une réputation d'entreprise ; l'image de marque d'un produit ; une culture d'entreprise ; la fidelité de la clientèle d'une entreprise ; etc.) permet d'ériger des barrières "invisibles" à l'imitation qui permettent à une entreprise de créer d'abord, puis de maintenir ensuite un avantage concurrentiel durable.

1.5.1 Ressources

Ceci dit, à l'instar de nombreux auteurs[23], nous pouvons définir les ressources comme étant les actifs aussi bien tangibles qu'intangibles qui sont rattachés de manière semi-permanente à une entreprise. Pour un, les actifs tangibles d'une entreprise (p. ex., ses terrains ; ses bâtiments ; ses équipements ; ses inventaires ; etc.) s'appuient, en général, sur des droits légaux de propriété (p. ex., certificat de propriété pour un terrain ou un lot cadastré ; contrat d'achat d'un bâtiment, d'un équipement ; etc.). Les actifs tangibles sont en quelque sorte les actifs ou les immobilisations dites "corporelles"[24] d'une entreprise qui peuvent être capitalisées ou consignées à leurs états financiers, pour employer ici des termes comptables bien connus. Par exemple, les immobilisations d'une entreprise comme ses terrains, ses bâtiments, ses équipements, etc. sont des actifs tangibles clairement identifiables et quantifiables faisant l'objet de rubriques spécifiques dans les états financiers vérifiés d'une entreprise. Quant aux actifs intangibles d'une entreprise, ceux-ci sont de deux types différents (Hall, 1994 ; voir tableau A.4).

1.5.1.1 Actifs intangibles avec protection légale

D'une part, il y a un premier type d'actifs intangibles qui peuvent, eux aussi, s'appuyer sur des droits légaux de propriété ou bénéficier d'une certaine protection légale (p. ex., un brevet d'invention ; une marque de commerce déposée ou enregistrée ; une appellation commerciale ; un logo d'entreprise ou un logo de produit ; un dessin industriel, un croquis, un canevas, un plan, un devis, etc. ; des droits d'auteurs et tous autres droits de propriété intellectuelle et/ou industrielle.

---

[23] Citons, entre autres, les contributions de : Wernerfelt (1984 ; 1995) ; Barney (1991a ; 1991b ; 1995 ; 1996 ; 1997) ; Grant (1991 ; 1995) ; Hall (1991 ; 1992 ; 1993 ; 1994) ; Sanchez et Heene (1996 ; 1997a ; 1997b ; 1997c ; 1997d) ; et enfin, Sanchez, Heene et Thomas (1996a ; 1996b), pour n'en nommer ici que quelques-unes.

[24] Certains rapports annuels d'entreprises font de plus en plus état, dans leurs états financiers vérifiés, de la distinction entre, d'une part, les actifs matériels d'une entreprise ou ses immobilisations dites "corporelles" (p. ex., ses terrains ; bâtiments ; équipements ; etc.) ; et d'autre part, ses actifs dits "incorporels ou immatériels" (p. ex., son achalandage ; ses droits et titres de publications ; etc.) ; lesquels, fait à souligner, peuvent faire l'objet d'amortissement comptable au même titre que les actifs corporels ou matériels, selon les conventions comptables applicables.

À cela s'ajoutent les éléments suivants d'actifs intangibles qui peuvent, eux aussi, s'appuyer sur des droits légaux de propriété ou bénéficier d'une certaine protection légale, soit : un droit (ou permis) d'exploitation d'une ressource naturelle quelconque, tels des droits miniers, forestiers, pétroliers, gaziers, un droit de pêche, etc. ; une licence ou un permis de radiodiffusion émis par un organisme quelconque de régie ou de contrôle d'un secteur d'activité, tel le CRTC (Conseil de la Radiodiffusion et des Télécommunications Canadiennes) pour une nouvelle station de radio ou une nouvelle chaîne de télévision ; un droit exclusif de diffusion ou droit de télévision d'un événement particulier, tels les jeux Olympiques, etc. ; un droit exclusif d'exploitation d'une infrastructure quelconque (p. ex., droit d'exploitation du Pont[25] de la Confédération qui relie le Nouveau Brunswick et l'Île du Prince Édouard ; le droit d'exploitation d'une autoroute à péage appartenant au secteur privé comme on en retrouve présentement en Ontario et au Nouveau Brunswick) et tous autres droits d'exploitation de ce genre ; un contrat de vente, d'achat, de service, de location, de crédit-bail, de cession-bail ou de location-exploitation (leasing), de transfert technologique, d'octroi ou de cession d'une licence d'exploitation ou de commercialisation d'un logiciel, d'une technologie ou d'un procédé quelconque de fabrication, de transformation ou autre ; une entente de confidentialité ou bien de non-divulgation d'information ; une entente portant sur un secret industriel ; un accord d'exclusivité ou de non concurrence ; une convention d'actionnaires ; une convention collective ou convention de travail ; une entente de principes ; une lettre d'entente (MoU : Memorandum of Understanding) ; un protocole de collaboration, de coopération, de partenariat, de partage de risques, d'alliance stratégique, de maillage ou de réseautage d'entreprises ; ainsi que toutes autres formes d'entente, de contrat, d'accord ou de protocole de ce genre ; une base de données informatiques ; un code logiciel ou code source ; une topographie de circuits intégrés ; une méthode d'encryptage, de codification ou de décodification telle une méthode de reconnaissance de la voix ou de la parole), ainsi de suite. Enfin, bref, tout actif intangible qui peut à la limite se défendre de façon légale devant les tribunaux ou par voie d'arbitrage devant une tierce partie en cas de litige

---

[25] Notons ici que le Pont de la Confédération comme tel est un actif tangible (ressource physique) pour son propriétaire. Sauf qu'au préalable, celui-ci a dû obtenir des autorités concernées, soit le gouvernement fédéral, le droit de construire un tel pont, de même que le droit exclusif de s'approprier tous les revenus d'exploitation sur une certaine période ; après quoi la propriété du pont sera entièrement transférée au gouvernement fédéral. Il en est de même pour tous les autres types de droits d'exploitation (p. ex., droits forestiers ; droits miniers ; etc.), à l'exception, que les exploitants doivent parfois verser des redevances à l'État lorsqu'ils s'approprient ainsi une ressource naturelle qui est un bien collectif.

ou de contentieux entre les parties, ou encore, de bris de contrat ou du non respect des termes et des conditions d'une convention par l'une ou l'autre des parties concernées.

1.5.1.2 Actifs intangibles sans protection légale

D'autre part, l'entreprise a également en sa possession un second type d'actifs intangibles qui sont eux aussi d'importance stratégique, mais qui ne peuvent s'appuyer sur des droits légaux de propriété (p. ex., la réputation de la firme ; l'image de marque de ses produits (biens et services) ; la position relative historique de la firme sur le marché ; l'information qui est du domaine public à laquelle l'entreprise peut avoir accès, telles des études économiques ou technico-commerciales, des recherches pré-compétitives ; la fidélité de sa clientèle à son endroit ; la qualité, la loyauté ainsi que l'intégrité de son personnel ; ses relations industrielles et syndicales avec son personnel, sauf ce qui est déjà convenu explicitement dans une convention de travail ; le niveau de confiance des partenaires d'affaires de l'entreprise, de ses actionnaires, de ses administrateurs ou membres de son conseil d'administration, des investisseurs, des agences de crédit ou de cotation (p. ex., Moody ; Standard & Poor ; etc.) ; des analystes financiers ; des créanciers ou des bailleurs de fonds comme les banques, les Sociétés d'investissement en capital de risque ou en capital patient (p. ex., la Société Innovatech Grand Montréal ; la Banque de développement du Canada ; etc.), les organismes subventionnaires ou de soutien à l'économie ou à l'investissement ; son achalandage commercial ; son réseau de valeur avec sa clientèle, son réseau de relations, de contacts avec des agents extérieurs ; le climat de travail particulier qui règne dans une entreprise ; sa culture organisationnelle ; l'ensemble des valeurs, des normes, des croyances et des expectatives qui sont partagées en général par ses membres) ; et ainsi de suite.

Or, tous ces éléments constituent des éléments d'actifs stratégiques fort importants pour une entreprise, mais ceux-ci ne peuvent s'appuyer sur des droits légaux de propriété au même titre, par exemple, que ses actifs tangibles tels ses terrains, ses bâtiments, ses équipements, etc. et toutes autres formes de biens immobiliers ou d'actifs corporels capitalisables au sens comptable. Qui plus est, contrairement à certains types d'actifs tangibles (p. ex., ses terrains ; bâtiments ;

équipements ; etc.) qui ne requièrent pas nécessairement des investissements périodiques pour maintenir leur valeur ; les éléments d'actifs intangibles, en particulier ceux qui sont sans protection légale, vont souvent exiger de la part d'une entreprise, de ses dirigeants et de son personnel, des investissements continus en temps et parfois aussi en argent pour maintenir leur valeur. Pensons, par exemple, à des investissements en publicité pour diffuser et maintenir la réputation de la firme et l'image de marque de ses produits (biens et services) sur le marché ; des investissements en formation et en perfectionnement pour maintenir à jour les compétences de son personnel, puis aussi la clientèle de l'entreprise par l'entremise, par exemple, de groupes d'usagers (users group) qui sont très actifs dans le cas des entreprises de logiciels et de matériels informatiques ; les centres de formation et d'entraînement en aéronautique que les entreprises comme, par exemple, Bombardier Aéronautique met à la disposition de sa clientèle pour la formation et d'entraînement de leurs pilotes et membres d'équipage, ainsi que la formation de leur personnel d'entretien et de réparation des appareils de Bombardier (p. ex., les appareils Challenger ; Regional Jet de Canadair).

D'ailleurs, il arrive souvent que de tels investissements ne visent pas uniquement à combler les besoins spécifiques de la clientèle de l'entreprise en matière de formation et d'entraînement, mais visent également à fidéliser sa clientèle ; le postulat étant qu'une clientèle fidèle constitue un actif intangible très recherché, en contraste, par exemple, avec une clientèle peu fidèle ou volatile qui n'hésiterait pas à changer régulièrement de fournisseurs. Faut dire aussi que dans le secteur de l'aéronautique civile, il y a un fort rationnel économique à demeurer un certain temps avec le même fournisseur et à rechercher une flotte d'appareils homogènes ou en compatibilité (commonality) avec d'autres modèles ou séries d'appareils d'un même fournisseur, plutôt que de rechercher une flotte d'appareils hétérogènes provenant de différents fournisseurs. Pensons, par exemple, aux coûts de formation et d'entraînement des pilotes, aux coûts d'entreposage des pièces de rechange, puis aussi aux coûts de maintenance, d'entretien et de réparation des appareils si ceux-ci étaient tous des modèles provenant de fournisseurs différents. Mais il n'y pas que les constructeurs d'aéronefs qui cherchent à fidéliser leur clientèle dans le secteur de l'aviation régionale ou commerciale, pensons aussi aux transporteurs aériens qui offrent souvent des programme de fidélisation des

voyageurs qui prend la forme de primes-voyages ou de crédits milles (Air Miles), tel le programme Aéroplan d'Air Canada. Tout ceci vise donc à fidéliser la clientèle d'une entreprise.

1.5.2 Capacités

Alors que les ressources sont définies comme étant les actifs tangibles et intangibles qui sont rattachés de manière semi-permanente à une entreprise, ses capacités sont plutôt définies comme étant les habiletés[26] ou les aptitudes de celle-ci à pouvoir gérer, coordonner et déployer ses ressources de manière productive pour accomplir ses activités ou pour "rendre services", pour emprunter la terminologie de l'économiste Edith Penrose (1959). De telles habiletés résident, entre autres, dans les diverses routines organisationnelles de la firme, c'est-à-dire ses divers processus d'information, de gestion, de coordination et de contrôle, etc. Vues sous cet angle, les capacités d'une entreprise sont donc essentiellement de nature intangible (Hill et Jones, 1998) ; puis elles comportent également une forte proportion d'éléments tacites, c'est-à-dire difficilement articulables ou communicables, comme nous l'avons déjà expliqué auparavant.

De manière plus spécifique, les capacités doivent d'abord reposer sur une base quelconque de savoir et de savoir-faire ; puis, elles doivent prendre corps, soit dans des individus proprement dits qui, en réalité, sont les principaux acteurs et des dépositaires importants du savoir et du savoir-faire d'une entreprise, ou elles doivent prendre forme ou s'exprimer par le biais d'un médium quelconque de communication, de moyen d'action ou d'expression qui est utilisé, soit par les individus (p. ex., dans l'exercice de leur fonction ; de leur tâches ; etc.), soit par l'entreprise (p. ex., par le biais de ses divers systèmes d'information, de gestion, de contrôle, etc. ; par le biais de ses routines organisationnelles, de ses activités créatrices de valeur, et ainsi de suite).

---

[26] Dans le sens de "être capable de". Le concept de "capacités" est, en général, utilisé dans la littérature anglophone par le terme « capabilities » qui exprime bien le sens de "être capable de" ou le sens d'une aptitude ou d'une habileté. En contraste, le terme « capacity » est lui aussi utilisé dans la littérature anglophone, mais dans un tout autre sens comme, par exemple, la "capacité" de production d'un équipement, d'une usine, etc. Cette définition du concept de "capacités" s'inspire en grande partie des travaux d'Amit et Schoemaker (1993) et de ceux de Hill et Jones (1998) qui s'inspirent tous des travaux d'Edith Penrose (1959) qui faisait, elle aussi, une nette distinction entre les ressources d'une entreprise et ses capacités ; lesquelles capacités étaient définies comme étant les "services" que pouvaient rendre les ressources d'une entreprise.

En somme, pour Sanchez, Heene et Thomas (1996b), le savoir et le savoir-faire ou, en d'autres termes, les connaissances et les applications concrètes des connaissances, constituent la fondation sur laquelle s'appuient les capacités d'une entreprise et, par extension, nous pouvons ajouter que c'est aussi la fondation sur laquelle s'appuient ses compétences et ses compétences dites "distinctives", deux concepts que nous allons définir plus loin. Selon Dorothy Leonard, titulaire de la Chaire William J. Abernathy en administration des affaires à la Harvard Business School, l'ensemble des connaissances à partir duquel une entreprise va pouvoir développer ses capacités clés comprend quatre niveaux différents, soit : (1) au niveau des connaissances et des habiletés proprement dites qui font partie de cet ensemble ; ensuite (2) au niveau de ses divers systèmes techniques, ainsi qu'au niveau (3) des systèmes de gestion qui sont utilisés par l'entreprise ; et enfin (4) au niveau de l'ensemble des valeurs et des normes qui sont partagées en général par ses membres qui font partie eux aussi de l'ensemble des connaissances à partir duquel une entreprise va pouvoir développer ses capacités clés (Leonard-Barton, 1992, 1995). Qui plus est, souligne-t-elle davantage, les capacités clés (core capabilities) d'une entreprise peuvent parfois se transformer en rigidités clés (core rigidities) ; rejoignant ainsi, d'une certaine manière, ce que Danny Miller de l'École des Hautes Commerciales (HEC) de Montréal et de l'Université Columbia à New York appelle le "Paradoxe d'Icare" pour expliquer le paradoxe selon lequel le succès mène parfois à l'échec.

Ressources et capacités sont donc deux concepts différents, mais intimement liés. En réalité, les capacités tirent souvent leur source des ressources mêmes de l'entreprise (Grant, 1991). Les capacités de nature humaine, par exemple, ne peuvent être dissociées des ressources humaines dans lesquelles elles prennent corps, pour ainsi dire ; l'un ne va pas sans l'autre. Si le savoir et le savoir-faire constituent la fondation sur laquelle s'appuient les capacités d'une entreprise et, par extension, ses compétences et ses compétences distinctives, il existe néanmoins plusieurs sortes de savoir et de savoir-faire. Comme première distinction, il y a d'abord le savoir et le savoir-faire qui sont d'ordre public, tel ceux qui sont transmis par les établissements d'enseignement telles les universités ou qui sont transmis par les centres de recherche, tel le CNRC (Conseil national de recherches Canada). Puis, il y a ensuite le savoir et le savoir-faire qui sont d'ordre privé, tel ceux que l'on retrouve, par exemple, dans les entreprises privées ou chez les individus. Puis, comme

deuxième distinction, il y a un tout d'abord un type de savoir et de savoir-faire que l'on qualifie de "tacite ou implicite" ; puis il y a ensuite un autre type de savoir et de savoir-faire que l'on qualifie cette fois de "codifié ou d'explicite". Examinons brièvement cette distinction qui est fréquemment utilisée dans la littérature.

1.5.2.1 Savoir et savoir-faire tacites

Tout d'abord, il y a un premier type de savoir et de savoir-faire dits "tacites[27] ou implicites", car ils sont en général très difficiles à articuler ou à communiquer verbalement ou par écrit. En définitive, ce type de savoir et de savoir-faire se révèle souvent uniquement par ses applications concrètes (Grant, 1996b). De ce fait, il s'en suit que ce type de savoir et de savoir-faire est plus difficilement transférable d'une firme à l'autre (mobilité interfirme), d'une entité à l'autre, d'une unité d'affaires stratégique à l'autre (SBU : Strategic Business Unit) ou d'un centre d'affaires stratégique (CAS) à l'autre au sein d'une même entreprise (mobilité intrafirme) diversifiée ou structurée en divisions ou en filiales qui désirerait, par exemple, mettre en commun son savoir et son savoir-faire entre ses différentes entités ou unités d'affaires afin d'obtenir une meilleure synergie ou une plus grande complémentarité au niveau de ses activités ou de ses opérations. Le Groupe Bombardier Aéronautique, par exemple, regroupe les ressources, les capacités, les compétences et les compétences distinctives de quatre grands avionneurs : Canadair, de Havilland, Learjet et Shorts ; lesquels oeuvrent dans trois créneaux de marché distincts qui sont desservis par trois Divisions différentes au sein du Groupe pour la commercialisation de leurs produits respectifs, à savoir les Divisions : Avions d'affaires ; Avions de transport régional ; et Avions amphibies. Dès lors, nous pouvons facilement présumer que l'entreprise puisse, à l'occasion, mettre en commun son savoir et son savoir-faire dans le domaine de l'aéronautique afin d'obtenir une meilleure synergie et une plus grande complémentarité dans ce domaine d'activité, ne serait-ce, par exemple, que sur un aspect particulier de tout le savoir et savoir-faire maîtrisés par le Groupe Bombardier Aéronautique et ses

[27] La littérature concède généralement au philosophe Michael Polanyi l'origine de cette distinction entre le savoir et le savoir-faire tacites versus explicites ou codifiés que plusieurs auteurs reprendront par la suite, dont David Teece (1986).

diverses entités. Voici d'ailleurs la façon avec laquelle Bombardier Aéronautique explique la synergie entre ses différentes unités opérationnelles :

> « En tirant parti de la synergie entre ses unités, Bombardier Aéronautique travaille à développer des réseaux d'échanges, à créer des entreprises communes et à rechercher de nouvelles perspectives commerciales à l'échelle internationale. [...] Grâce au transfert de technologie et aux compétences des partenaires internationaux, l'expérience acquise lors de la conception du Global Express peut être mise à profit dans le programme Regional Jet 700 de Canadair, version allongée des populaires avions de ligne à 50 places Regional Jet 100 et 200 de Canadair. », (Bombardier, site Internet).

Par ailleurs, lorsque le savoir et le savoir-faire sont dits "tacites", dans le sens qu'il sont difficiles à articuler ou à communiquer, il s'en suit directement que le transfert de connaissances et d'habiletés d'une personne à l'autre, d'une firme à l'autre, ou d'une unité d'affaires ou opérationnelles à l'autre au sein d'une même entreprise, devient souvent une opération lente, coûteuse et incertaine quant au résultat final attendu. C'est d'ailleurs pourquoi il devient souvent nécessaire de transférer les personnes qui incarnent ce type de savoir et savoir-faire tacites pour que le transfert interfirme ou intrafirme soit une réussite comme, par exemple, lors d'un transfert technologique ou lors de l'octroi d'une licence d'exploitation d'une technologie ou d'un procédé de fabrication quelconque, etc. Bref, ce type de savoir et de savoir-faire affiche un fort degré d'immobilité ; ce qui, en fait, est l'un des attributs recherchés des ressources et des capacités d'une entreprise si celle-ci veut quelque peu préserver son caractère hétérogène avec ses concurrents, c'est-à-dire préserver les attributs qui la distinguent des autres firmes rivales ; puis si elle veut également conserver l'appropriation de ses actifs stratégiques, comme nous allons le voir d'ici peu. Par contre, comme nous venons juste de le spécifier, ce fort degré d'immobilité intrafirme pourrait désavantager l'entreprise diversifiée ou structurée en divisions ou en filiales lorsque celle-ci désirerait mettre en commun ses ressources, ses capacités et ses compétences comme, par exemple, une chaîne de restaurants, de magasins, d'épiceries, de franchisés ou bien un réseau quelconque de concessionnaires qui désirerait offrir à leur clientèle des produit (biens et services) de qualité constante ou uniforme d'un point de vente à l'autre ou d'un centre de service à l'autre. Parfois, il est nécessaire de transférer les personnes qui incarnent ce type de savoir et de savoir-faire tacites pour que le transfert intrafirme réussisse bien.

1.5.2.2 Savoir et savoir-faire explicites

En contrepartie, le savoir et le savoir-faire dits "explicites ou codifiés", contrairement au savoir et savoir-faire dits "tacites ou implicites", peuvent en général être articulés plus facilement ou être révélés au moyen d'un médium quelconque de communication (p. ex., documents internes ; manuels de formation, d'instructions, d'opérations, de maintenance, d'entretien, de réparations, de règles et procédures, etc.). Conséquemment, ce type de savoir et savoir-faire est plus facilement transférable d'une firme à l'autre (mobilité interfirme) ou d'une entité à l'autre au sein d'une même entreprise (mobilité intrafirme), que le type précédent de savoir et de savoir-faire. D'ailleurs, nous n'avons qu'à penser aux nombreux manuels de procédures qui sont utilisés dans le secteur de l'aviation civile pour comprendre l'importance d'un transfert codifié du savoir et du savoir-faire d'un individu à l'autre ou d'une firme à l'autre ; lequel transfert, pour des raisons de sécurité, ne peut être laissé à la discrétion des parties concernées. C'est pourquoi une grande partie du savoir et du savoir-faire qui sont nécessaires pour opérer avec sécurité ce genre d'appareil doivent être codifiés et approuvés par les autorités concernées, à savoir les agences officielles de réglementation (p. ex., Transports Canada ; la FAA aux États-Unis ; la JAA en Europe ; la CAA au Royaume-Uni ; etc.). Enfin, bref, il ne suffit pas tout simplement d'avoir des manuels de procédures, encore faut-il avoir les bonnes procédures à suivre. C'est d'ailleurs l'un des principes directeurs de l'assurance qualité.

Par contre, le fait que ce type de savoir et de savoir-faire soit plus facilement transférable (mobilité interfirme et mobilité intrafirme) pose alors de manière beaucoup plus directe l'épineux problème d'expropriation des connaissances et des habiletés d'une entreprise vers d'autres firmes rivales et, de manière plus générale, cela pose le problème d'appropriation des actifs stratégiques d'une entreprise qui sont fortement tributaires de son personnel (p. ex., capacités ; compétences). Effectivement, une entreprise "emploie" du personnel, c'est-à-dire des ressources et des capacités humaines, elle ne "possède" pas, pour ainsi dire, ce personnel et donc, leur savoir et leur savoir-faire. Elle peut cependant s'approprier les applications comme telles de leur savoir et de leur savoir-faire réalisées dans le cadre de leur emploi ; puis demander et parfois même exiger leur exclusivité et/ou leur confidentialité (p. ex., par le biais d'une entente contractuelle ; d'un contrat d'embauche ;

d'une entente de confidentialité, de non divulgation d'information ou de renseignements confidentiels ; etc.) et ce, pour une durée qui serait définie par les termes de l'entente ou du contrat d'embauche.

1.5.3 Catégories de ressources et de capacités

S'inspirant en partie des travaux de Robert Grant (1991, 1995) de l'Université Georgetown aux États-Unis, nous pouvons établir que les ressources et les capacités d'une entreprise peuvent, en général, être classées en six catégories différentes, soit les ressources et le capacités dites :

- physiques (p. ex., terrains ; bâtiments ; équipements ; inventaires ; etc.) ;

- financières (p. ex., les fonds autogénérés d'une entreprise ; son fonds de roulement ; l'encaisse ; ses comptes en banque ; sa marge de crédit ; l'avoir des actionnaires ; son capital-social ou capital-actions ; ses gains (ou pertes) sur disposition d'actifs ; ses revenus de placements provenant, par exemple, d'actions détenues dans d'autres entreprises, d'obligations, de bons du Trésor, de débentures, de billets à terme, etc. ; ses revenus de royautés ou de redevances provenant, par exemple, de la vente de ses droits de propriété intellectuelle et/ou industrielle, telle la vente d'un brevet d'invention, d'un transfert de technologie, de l'octroi ou d'une cession totale ou partielle d'une licence d'exploitation ou encore de commercialisation d'une technologie quelconque (de produit, de procédé, de processus) ; etc.

- humaines (p. ex., le personnel de direction de l'entreprise et, de façon générale, le personnel de production, de ventes, marketing, finance, ingénierie, conception-design, fabrication, etc.) ;

- technologiques (p. ex., les différentes technologies de produits (biens et services), de procédés ou de processus ; son savoir et savoir-faire en matière technologique et autres ; etc.) ;

- organisationnelles (p. ex., les différentes routines organisationnelles de l'entreprise ; ses divers systèmes d'information, de gestion, de coordination, de suivi et de contrôle dans l'entreprise ;

son système d'intelligence stratégique, de surveillance ou de vigie de son environnement, telle la veille technologique, concurrentielle, commerciale et tout autre type de veille active ; etc.) ;

- informationnelles (Itami, 1987) ou des ressources dites "de réputation" pour employer ici la terminologie de Grant (p. ex., la réputation de la firme ; l'image de marque de ses produits (biens et services) ; sa culture organisationnelle ; l'ensemble des valeurs et des normes qui sont en général partagées par ses membres ; son réseau de valeur avec sa clientèle (Rosenbloom et Christensen, 1994 ; Bower et Christensen, 1995) ; son réseau de relations ou de contacts avec des agents extérieurs, tels ses partenaires d'affaires, ses fournisseurs, ses clients, de même que les gouvernements, les laboratoires, les instituts, les centres de recherche universitaire, industrielle ou autre ; etc.).

Notons ici que cette catégorisation des ressources d'une entreprise est la même que celle utilisée par Normandin et al. (1996) à l'intérieur de leur "bilan technologique" de l'entreprise. Notons, par ailleurs, que les capacités d'une entreprise peuvent également être référées par leur domaine d'application spécifique comme, par exemple : la capacité d'apprentissage d'une entreprise (Teece, Pisano et Shuen, 1991, 1997) ; sa capacité innovative ou sa capacité d'innover (Burgelman, Kosnick et Van den Poel, 1988) ; sa capacité de transformation (Garud et Nayyar, 1994) ; sa capacité d'absorption de nouvelles informations (Cohen et Levinthal, 1990) ; sa capacité de rétention de nouvelles connaissances (Szulanski, 1996) ; sa capacité à combiner les connaissances actuelles (Kogut et Zander, 1992) ; sa capacité d'intégration des technologies (Iansiti, 1995, 1998) ; et enfin la capacité de changement de l'organisation (Hafsi et Demers, 1997 ; Hafsi et Fabi, 1997), pour ne citer ici que quelques exemples auxquels il est souvent fait référence dans la littérature.

1.5.4 Actifs spécifiques à l'entreprise et actifs accessibles à l'externe

À l'instar d'auteurs tels Sanchez et Heene (1996, 1997d), puis aussi Sanchez, Heene et Thomas (1996b), nous pouvons établir que les ressources et les capacités d'une entreprise proviennent de deux sources principales. Premièrement, il y a tout d'abord les ressources et les capacités, ou encore, les actifs qui sont dits "spécifiques" à l'entreprise (firm-specific assets), c'est-à-dire ceux que l'entreprise possède ou contrôle directement d'une manière ou de l'autre (p. ex., par des droits légaux de propriété ; des ententes contractuelles ; des accords commerciaux ; etc.) ; enfin, bref, les actifs de l'entreprise qui sont sa propriété exclusive (proprietary assets).

Puis, deuxièmement, il y a ensuite les actifs qui sont dits "accessibles" à l'externe (firm-addressable assets) que l'entreprise ne possède pas ou ne contrôle pas directement, mais pour lesquels celle-ci peut néanmoins accéder sur le marché ou dans ses autres entités ou unités d'affaires et utiliser pendant un certain temps dans le cadre de ses activités ou de ses opérations moyennant certains arrangements contractuels (p. ex., par le biais d'une entente de partenariat, de partage de risques, d'alliance stratégique, d'échange de personnel, de ressources, de transfert technologique, etc. ; par le biais d'un contrat de location à moyen ou à long terme d'un emplacement ou d'un site quelconque ; de location de bâtiments, d'équipements, d'installations ; par le biais d'un contrat de multipropriété ou d'achat partagé d'un bien de consommation, tels des avions d'affaires ; par le biais d'un contrat de location-exploitation ou de cession-bail pour des produits tels des avions de transport de passagers, de marchandises ; des véhicules commerciaux de service, de transport (de passagers, de cargo, etc.), de livraison (de marchandises, petits colis, messageries, etc.) ; par le biais de l'acquisition d'un droit d'exploitation d'une ressource naturelle quelconque (p. ex., bois ; gaz naturel ; pétrole ; minerai ; eau potable ; etc.) ainsi que toutes autres formes d'arrangements contractuels ayant, autant que possible, une portée légale et ce, afin que l'entreprise puisse faire valoir ses droits en cas de litige ou bien de contentieux si les termes et les conditions d'un contrat ou d'une convention passée entre les parties ne sont pas respectés.

Les ressources financières sont un bel exemple du genre de ressources qu'une entreprise peut accéder à l'externe. En effet, les marchés financiers et boursiers donnent souvent la possibilité à une entreprise d'avoir accès à des ressources financières qui lui permettent non seulement d'augmenter ses propres ressources financières, mais de tels marchés lui permettent également de transformer éventuellement lesdites ressources financières en d'autres catégories de ressources et de capacités (p. ex., physiques ; technologiques ; organisationnelles ; informationnelles). C'est pourquoi on dit que les ressources financières d'une entreprise affichent une très grande flexibilité, c'est-à-dire qu'elles peuvent être transformées en d'autres formes de ressources et de capacités. En plus de leur flexibilité, ce type de ressources affiche également un fort degré de mobilité (interfirme et intrafirme), dans le sens qu'elles peuvent être transférées d'un lieu à l'autre sans trop de difficultés (p. ex., un transfert de fonds électronique). Ce qui n'est pas le cas pour d'autres types de ressources et de capacités qui peuvent afficher un certain degré d'immobilité (p. ex., ressources et capacités physiques, organisationnelles) ou afficher une mobilité relative comme, par exemple, des ressources humaines qui peuvent être liées à leur employeur par une entente contractuelle d'exclusivité d'une durée limitée, ou encore, qui peuvent être liées par une entente de confidentialité et parfois aussi d'un engagement contractuel de non concurrence et ce, même après la terminaison de leur emploi, comme cela se fait couramment dans certains domaines d'activité.

Par contre, l'entreprise doit être sensibilisée au fait que si elle peut accéder à un certain nombre de ressources et de capacités à l'externe pour augmenter ou complémenter son "stock d'actifs stratégiques", il est fort à parier que ses concurrents pourront y accéder eux aussi ; d'où l'importance de la nature contractuelle des ententes ou des accords pour l'incorporation de tels actifs "accessibles" à l'externe dans le pool des ressources et des capacités internes à l'entreprise. Entre autres, une entreprise peut exiger de ses partenaires d'affaires une exclusivité, ainsi qu'une stricte confidentialité pour toutes informations et tous renseignements que les parties concernées s'échangeront dans le cadre de leurs activités conjointes. Cela est d'autant plus important dans le secteur de l'aviation régionale où les constructeurs aéronautiques comme, par exemple, Bombardier Aéronautique et ses diverses avionneries (p. ex., Canadair ; de Havilland ; Shorts ; Learjet) font souvent affaire avec un nombre important de partenaires à partage de risques, entre autres, lors du

développement d'un nouvel appareil, puis aussi lors de sa fabrication en série. Dès lors, il est impératif que ce genre de partenariat soit correctement encadré, autant que possible, dans un cadre juridique qui définit les rôles et les responsabilités de chaque partie de façon détaillée ; ne serait-ce, par exemple, que pour s'assurer que les divers partenaires d'affaires du constructeur aéronautique (p. ex., Bombardier Aéronautique) sur un projet particulier (p. ex., le développement du Regional Jet de Canadair de 70 places) soient recrutés par les firmes rivales pour développer un produit concurrent. Nous verrons d'ailleurs au chapitre 3, que certains partenaires d'affaires de longue date de Bombardier Aéronautique, notamment le motoriste GE Aircraft Engines (GEAE) des États-Unis, a développé une famille de turboréacteurs qui ont été utilisés en exclusivité pendant longtemps sur les appareils de Bombardier Aéronautique, notamment l'avion d'affaires Challenger de Canadair qui avait déjà été commandé à plus de 435 exemplaires en novembre 1998, au moment où Bombardier Aéronautique célébrait le 20e anniversaire du vol inaugural du premier Challenger 600 ; puis les avions de transport régional de 50 et 70 places Regional Jet de Canadair qui avaient été commandés à plus de 632 exemplaires en mars 1999, incluant 12 appareils Regional Jet de Canadair en version d'affaires ; ce qui, somme toute, n'est pas une si mauvaise affaires pour certains partenaires d'affaires de Bombardier Aéronautique, tel le motoriste GE Aircraft Engines (GEAE).

Parmi les ressources et les capacités nécessaires pour le bon déroulement des activités de l'entreprise, mais pour lesquelles elle n'est pas tenue forcément de les posséder ou de les contrôler directement, il y a notamment les actifs "complémentaires" ou "collatéraux" (Teece, 1986), tels que ceux en matière de technologies complémentaires, d'installations de fabrication, vente, marketing, distribution, service après-vente, support à la clientèle, soutien technique, et ainsi de suite. Aussi, plutôt que de posséder et de contrôler directement ce genre d'actifs qui peuvent parfois s'avérer très coûteux à acquérir ou à mettre en place (p. ex., un réseau de distribution ou de service après-vente), une entreprise peut très bien faire affaire avec un réseau externe de sous-traitants ou de partenaires comme c'est souvent le cas dans plusieurs secteurs d'activité comme, par exemple, l'aéronautique, l'aérospatiale, l'automobile, etc. Puis, l'entreprise peut aussi faire affaire avec un réseau quelconque de distributeurs ou de revendeurs pour la vente et la distribution de ses produits (biens et services), comme on en retrouve souvent dans le secteur des produits d'équipements

informatiques et des produits logiciels, des fournitures industrielles, des fournitures ou pièces d'automobiles, etc. Enfin, l'entreprise peut faire affaire avec un réseau de concessionnaires comme c'est souvent le cas dans le domaine du transport (p. ex., réseau de concessionnaires automobiles ; de véhicules utilitaires de service, de transport, de livraison ; réseau de concessionnaires de camionnettes, de fourgonnettes, de motocyclettes, de véhicules de plaisance ou de véhicules récréatifs, tels les bateaux, les motomarines ou tout autre produit marin, puis aussi les motoneiges, les véhicules tout terrain (VTT) ; de même que les véhicules de proximité ; les maisons motorisées ; les caravanes ; les roulottes ; etc.). En général, la mise en marché et la distribution de ce type de produits de consommation (individuelle ou industrielle) se font par l'entremise d'une tierce partie (p. ex., des distributeurs ; revendeurs ; etc.) ; ce qui allège, à ce moment-là, les actifs que les manufacturiers desdits produits doivent posséder directement.

Outre les actifs dits "complémentaires" ou "collatéraux", l'entreprise peut aussi avoir accès à des ressources et des capacités externes par le biais d'une forme quelconque de coopération, de collaboration ou de partenariat qui sont en vogue depuis quelque temps à l'exception, peut-être, des formes de coopération ou encore de collaboration qui sont sans doute un peu moins bien acceptées socialement et politiquement (p. ex., les collusions interfirmes, les cartels de prix ou toutes autres formes d'ententes licites ou illicites de ce genre, etc.). Puis, l'accès à des ressources et capacités externes peut tout aussi bien se faire par le biais d'une forme quelconque de fusion (p. ex., fusion des banques aux États-Unis ; fusion des constructeurs aéronautiques Boeing et McDonnell Douglas aux États-Unis ; puis la fusion des constructeurs automobiles Daimler-Benz et Chrysler ; etc.) ; d'une intégration verticale (p. ex., d'un fournisseur (intégration en amont), tel l'achat du fabricant de moteurs de motoneige Rotax d'Autriche par la Société Bombardier Inc. (Bombardier-Rotax GmbH) ; l'achat d'un distributeur (intégration en aval), etc.) ; par le biais de l'acquisition totale ou partielle d'une autre entreprise ou d'une partie de ses actifs (p. ex., une prise de participation majoritaire ou minoritaire dans l'équité d'une entreprise au moyen d'un placement privé ou d'une offre publique d'achat (opa) d'actions ; rachat d'une entreprise publique cotée en bourse financé par l'endettement (LBO : Leverage Buy-Out) et ce, afin d'en faire à nouveau une entreprise privée ; la création d'une coentreprise ; l'acquisition d'un brevet d'invention, d'une licence d'exploitation, de commercialisation

d'un logiciel, d'un produit, d'une technologie ou d'un procédé de fabrication, de transformation ou de tout autre procédé industriel ou artisanal) ; etc.

D'ailleurs à ce sujet, le cas de la Société Bombardier Inc. est ici très instructif. En effet, comme nous l'avons déjà évoqué, à l'origine, Bombardier n'a pas développé elle-même le potentiel stratégique qu'elle détient aujourd'hui dans le domaine de l'aéronautique civile en transférant, par exemple, l'expertise qu'elle avait acquise antérieurement dans ses autres domaines d'activité, tel celui du transport (p. ex., les véhicules de transport passagers sur rail ; voitures de métro), celui des produits récréatifs (p. ex., la motoneige) ou encore tout autre domaine d'activité dans lequel elle oeuvrait avant 1986 (p. ex., les services). Dans les faits, la Société Bombardier Inc. a effectué, plus souvent qu'autrement, l'acquisition d'entreprises déjà établies dans le domaine de l'aéronautique civile (p. ex., les avionneries Canadair ; Short Brothers ; de Havilland ; Learjet) ; entreprises qu'elle a pu ensuite modeler en fonction de ses propres besoins et façons de faire particulières. D'ailleurs, dans certains cas, la Haute Direction de Bombardier a dû effectuer un redressement d'entreprise qui avait du "plomb dans l'aile", pour ainsi dire et ce, en orientant le potentiel stratégique des firmes ainsi acquises vers de nouveaux domaines d'activité (p. ex., du secteur d'activité lié aux avions d'affaires au secteur d'activité lié aux avions régionaux dans le cas de Canadair) ou en orientant tout simplement la firme ainsi acquise vers une nouvelle mission d'entreprise, comme cela a été le cas chez Short Brothers plc d'Irlande du Nord.

En effet, au cours de son histoire, Short Brothers a déjà été un fabricant d'aéronefs (p. ex., les appareils Shorts 330 et Shorts 360), mais a depuis abandonné cette activité pour devenir dorénavant un fabricant de pièces et de composants d'aéronefs (p. ex., des nacelles de moteurs). Soulignons, par ailleurs, que Short Brothers est aussi engagée dans le domaine de l'aéronautique militaire en étant, entre autres, un fabricant de composants de systèmes de missiles téléguidés (Bombardier Inc. Notice annuelle 1998, p. 8). En fait, même si Bombardier Inc. a fait l'acquisition de l'avionnerie Short Brothers pour la somme de 58 millions $ (Tremblay, 1994), il importe de souligner que celle-ci a investi par la suite quelque 1,7 milliard $ dans l'entreprise pour la transformer.

En plus d'être un important fabricant de pièces et de composants d'aéronefs pour d'autres entités du Groupe Bombardier Aéronautique (p. ex., Canadair ; de Havilland), Short Brothers, aussi appelée "Shorts", est aussi un important sous-traitant pour d'autres constructeurs aéronautiques (p. ex., Boeing des États-Unis ; Fokker Aircraft des Pays-Bas et ce, avant sa faillite en mars 1996 ; laquelle faillite avait d'ailleurs entraîné la perte de 900 emplois chez Short Brothers à Belfast) ; puis il est aussi un important fabricant de composants de nacelles ou de nacelles complètes de moteurs d'aéronefs pour plusieurs motoristes (p. ex., les moteurs General Electric (GE) qui équipent tous les appareils Challenger 604 de Canadair et Regional Jet de Canadair ; les moteurs BMW Rolls-Royce qui équipent le nouvel avion d'affaires très long courrier Global Express de Bombardier ; etc.). Le cas de la Société Bombardier Inc. illustre bien le point que nous voulons souligner en ce moment à l'effet que l'acquisition d'entreprises et le recours à l'externe à des actifs, à des ressources ainsi qu'à des capacités, sont des avenues qui peuvent très bien être empruntées par une entreprise pour constituer son "stock d'actifs stratégiques" et, ce faisant, édifier son propre "potentiel stratégique technologique" qui découle en bonne partie de ce "stock d'actifs stratégiques".

En fait, dans la réalité du monde des affaires, les constructeurs aéronautiques n'ont souvent d'autre choix que de s'associer avec des partenaires d'affaires et d'avoir recours à des ressources et des capacités externes, en raison notamment des efforts d'investissements considérables et des risques non assurables que ceux-ci doivent encourir pour le développement d'un nouvel appareil de vol. À titre d'exemple illustratif, le Groupe Bombardier Aéronautique compte en ce moment plus d'une trentaine de fournisseurs et de partenaires d'affaires pour le développement de son nouveau biréacteur Regional Jet de Canadair de 70 places (CRJ-700) dont le coût de développement est estimé à 640 millions $ (478 millions $US). D'ailleurs, en guise de témoignage de l'importance des fournisseurs et des partenaires d'affaires de Bombardier Aéronautique dans le développement du CRJ-700, la phase de définition conjointe du programme (JDP : Joint Definition Phase) réunissait, en mai 1997, plus de 300 ingénieurs et autres professionnels de Bombardier, auxquels se sont ajoutés 200 autres participants (Regional Update, June/July 1997, p. 6). Parmi les divers fournisseurs et partenaires de Bombardier Aéronautique dans ce projet de développement, citons entre autres : le motoriste GE Aircraft Engines (GEAE) pour la fourniture des turboréacteurs (CF34-8C1) ; ainsi que

le motoriste AlliedSignal pour la fourniture du système auxiliaire de puissance (APU : Auxiliary Power Unit) ; la firme Mitsubishi Heavy Industries (MHI) du Japon pour la fabrication d'une partie du fuselage (tronçon arrière) ; la firme canadienne Menasco Aerospace pour le train d'atterrissage ; la firme française Liebherr Aerospace pour le système d'aération ; la firme Intertechnique pour le système de carburant ; ainsi que la firme Parker/Abex pour le système hydraulique ; pour ne citer ici que quelques-uns des fournisseurs et des partenaires de Bombardier dans ce projet. Aussi, ces divers fournisseurs et partenaires se partageront une partie des efforts d'investissements dans ce projet, alors que la partie la plus importante des efforts, soit 440 millions $, sera assumée par les diverses entités de Bombardier Aéronautique, dont sa filiale irlandaise Shorts qui est chargée de fournir les nacelles, les inverseurs de poussée et les sections avant et central du fuselage ; puis Canadair qui est responsable de la conception et de la fabrication de la voilure, du cockpit de l'appareil et du montage final du nouvel appareil CRJ-700 (Regional Update, Jan./Feb. 1998, p. 7).

D'ailleurs, il convient de souligner qu'à quelques exceptions près, la plupart des partenaires et des fournisseurs du Regional Jet de Canadair de série 700 à 70 places, sont les mêmes que ceux du nouvel appareil Dash 8Q de série 400 de 70 places de l'avionnerie de Havilland qui a effectué son vol inaugural le 31 janvier 1998 et qui poursuit depuis son programme d'essais en vol en vue de son homologation prévue pour le premier trimestre de 1999. En fait, ce qu'il faut bien comprendre ici, c'est que ces divers partenaires d'affaires de Bombardier Aéronautique dans le développement de ses nouveaux appareils ne sont pas de simples fournisseurs de pièces et de composants d'aéronefs, car dans plusieurs cas le maître d'oeuvre du projet, c'est-à-dire Bombardier Aéronautique, demande à ses divers fournisseurs spécialisés et à ses partenaires d'affaires non pas la technologie qui est présentement disponible sur le marché, mais plutôt la prochaine génération de technologie, afin d'être toujours à l'affût et à l'avant-garde des nouvelles technologies dans ce domaine.

C'est le cas notamment du nouveau turbopropulseur PW150A que la firme Pratt & Whitney Canada (P&WC) de Longueuil a développé et mis au point au coût de plusieurs centaines de millions de dollars pour équiper le tout nouvel appareil Dash 8Q de série 400 de 70 places de l'avionnerie de Havilland. Puis, c'est le cas aussi du motoriste GE Aircraft Engines (GEAE) qui a lui aussi développé

et mis au point un nouveau moteur pour le Regional Jet de Canadair de 70 places (CRJ-700), soit le turboréacteur GE, modèle CF34 de série 8C1 qui sera plus performant, aux dires de son fabricant, sur le plan de la consommation spécifique de carburant (sfc : specific fuel consumption) que les séries 3A1 et 3B1 du modèle CF34 qui équipent présentement les appareils CRJ-100 et CRJ-200, respectivement (Regional Update, May/June 1996, p. 5).

En tant que partenaires, cela signifie également que ceux-ci partagent les risques financiers avec le maître d'oeuvre du projet, dans le sens qu'ils seront payés pour leurs produits (biens et services) une fois que le constructeur aéronautique (Bombardier) aura lui-même été payé par son client, soit le transporteur régional (Baghai et al., 1997, p. 12). Ce qui n'est pas peu leur demander, si l'on tient compte du fait que les montants d'achat s'élèvent souvent à plusieurs millions de dollars. Pour plus de précisions, voici la façon avec laquelle Bombardier Aéronautique a conclu ses ententes avec ses divers partenaires d'affaires dans le cas spécifique de son nouvel avion de ligne régionale à turbopropulsion de 70 places Dash 8Q de série 400 de de Havilland : « Au cours de l'exercice, Bombardier a signé des ententes à partage de risques avec 11 partenaires qui assument la responsabilité financière et technique du développement, de l'homologation et de la fabrication de leurs composants respectifs. », (Bombardier Inc. Rapport annuel. Exercice clos le 31 janvier 1996, p. 23). D'ailleurs, à ce sujet, nous verrons au chapitre 3 que Bombardier Aéronautique vient d'être primé par le Conseil international des sciences de l'aéronautique pour sa réussite de partenariat international dans le cadre de son programme Global Express qui est son tout nouvel avion d'affaires à très long courrier (Bombardier, site Internet).

En plus des fournisseurs, qui deviennent ainsi des partenaires d'affaires dans un tel projet, les futurs clients potentiels d'un nouvel appareil de vol doivent eux aussi être impliqués à un certain moment dans le processus de développement d'un nouvel appareil de vol, notamment le client de lancement du nouvel appareil qui joue un rôle structurant très important. En associant ainsi ses futurs clients au projet de développement d'un nouvel avion, le constructeur aéronautique ainsi que ses partenaires d'affaires et fournisseurs sont, en quelque sorte, liés à une obligation de résultats, c'est-à-dire une obligation à livrer les caractéristiques du nouvel appareil qui ont été acceptées, au

préalable, sur papier, par les premiers clients de ce nouvel appareil ou d'une nouvelle série d'un modèle d'appareil déjà existant (p. ex., la nouvelle série 700 du Regional Jet de Canadair : CRJ-700).

Une entreprise a donc à sa disposition de nombreux moyens d'accès à des ressources et à des capacités externes, même si celle-ci ne les possède pas ou ne les contrôle pas directement. Mais comme dans toutes choses, par contre, il y a des avantages, mais aussi des désavantages à faire affaire avec des ressources et des capacités externes, parmi lesquels figurent (1) les questions de dépendance à l'endroit de ses partenaires d'affaires ou de ses sous-traitants, ainsi que (2) les questions d'expropriation du savoir et du savoir-faire de l'entreprise, en particulier vers des firmes rivales. Puis, il y a aussi le fait (3) qu'une entreprise qui confie une partie importante de ses activités (p. ex., de R-D, de conception-design, de fabrication, d'assemblage, de finition, etc.) à des sous-traitants externes ou à des partenaires d'affaires, n'internalise pas, par le fait même, lesdits savoir et savoir-faire qui sous-tendent de telles activités. Autrement dit, il n'y a pas d'apprentissage de savoir et de savoir-faire en faisant faire par quelqu'un d'autre les activités que l'entreprise aurait pu faire elle-même à l'interne. Sauf qu'il y a un rationnel économique qui est souvent évoqué pour justifier ainsi le recours à la sous-traitance, à l'impartition ou à l'achat externe de biens et de services, notamment l'argument basé sur des économies de coûts de transaction ; d'où le fameux dilemme « Make or Buy ». Voilà pour la définition des concepts des ressources et des capacités.

1.5.5 Compétences et compétences distinctives

Quant à la définition des compétences et des compétences dites "distinctives", c'est aux auteurs Charles Hill de l'Université de Washington et à son collègue Gareth Jones de l'Université Texas A&M, que nous empruntons le raisonnement selon lequel les compétences distinctives d'une entreprise sont développées à partir de deux sources complémentaires : les ressources d'une entreprise, d'une part ; et ses capacités, d'autre part. Selon Hill et Jones (1998) : « A distinctive competency is a unique strength that allows a company to achieve superior efficiency, quality, innovation, or customer responsiveness and thereby to create superior value and attain a competitive advantage. », (p. 123 ; voir figure A.1). Alors que les ressources représentent les

actifs tangibles et intangibles qui sont rattachés de manière semi-permanente à une entreprise, puis que ses capacités représentent ses habiletés à pouvoir gérer, coordonner et déployer ses ressources de manière productive ou pour rendre services ; les compétences d'une entreprise représentent, en quelque sorte, l'aboutissement de tous ses efforts d'apprentissage, d'organisation, d'intégration, de coordination et de déploiement cohérent de ses ressources et de ses capacités et ce, vers la poursuite de ses buts généraux et de ses objectifs spécifiques (Sanchez et Heene, 1996, 1997b, 1997d).

La main-d'oeuvre qu'utilise une entreprise va nous permettre de mieux saisir la nuance parfois subtile entre les concepts de ressources, de capacités et de compétences. En général, une entreprise a accès à un réservoir extérieur de main-d'oeuvre générale et de main-d'oeuvre qualifiée dans lequel elle peut puiser au besoin, pour ainsi dire, afin de se procurer les ressources humaines requises pour le bon déroulement de ses activités. Sur papier, chacune de ces ressources humaines affiche des capacités particulières et ce, en fonction notamment de leur formation respective, leur expérience pertinente dans le domaine d'activité (p. ex., l'aéronautique civile) dans lequel oeuvre l'entreprise, ainsi que leur expérience en général sur le marché du travail. Par contre, afficher sur papier des ressources et des capacités est une chose ; démontrer dans les faits des compétences particulières est une toute autre chose. Bref, il ne suffit pas tout simplement de mettre ensemble des gens, c'est-à-dire des ressources et des capacités humaines, aussi talentueux soient-ils, pour obtenir une entreprise performante ; celle-ci doit également veiller à développer des compétences particulières ou des compétences distinctives pour pouvoir actualiser sa stratégie ou déployer son "potentiel stratégique technologique" vers la poursuite de ses buts généraux et de ses objectifs spécifiques et ce, tout en réalisant également sa mission d'entreprise (voir tableau A.2).

En résumé, trois éléments caractérisent les compétences d'une entreprise. Premièrement, il y a les deux sources principales à partir desquelles lesdites compétences sont issues, à savoir : les ressources de l'entreprise d'une part ; et ses capacités d'autre part. Puis, deuxièmement, il y a la façon avec laquelle l'entreprise s'organise à l'interne pour effectuer l'apprentissage, l'intégration et le déploiement cohérent de ses ressources et de ses capacités et ce, non pas n'importe comment

ou dans n'importe quelle direction, mais bien ; troisièmement, en arrimage avec la poursuite de ses buts généraux et de ses objectifs spécifiques préétablis comme, par exemple, ses objectifs en matière de croissance et de rentabilité qui sont souvent deux objectifs fondamentaux pour la plupart des entreprises à but lucratif, auxquels s'ajoutent d'autres buts généraux et objectifs spécifiques comme, par exemple, la pérennité de l'entreprise à moyen et à long termes, la diversification de ses activités, le développement et la mise en marché de nouveaux produits, ainsi que le développement de nouveaux procédés, de nouveaux marchés ou de nouveaux domaines d'activité, et ainsi de suite.

Par ailleurs, avec le temps, l'expérience et les efforts appropriés, il est possible également qu'une entreprise en arrive un jour à développer certaines compétences dites "distinctives", c'est-à-dire des compétences qui vont vraiment la démarquer de la concurrence, la rendre distincte, unique ou différente des firmes rivales qui sont elles aussi présentes dans son secteur d'activité. Citons, à cet égard, les compétences distinctives (ou compétences clés) connues et reconnues mondialement de la firme japonaise Honda en matière de moteurs à combustion interne ; puis les compétences distinctives de la firme japonaise Sony en matière de miniaturisation et de développement de nouveaux produits,[28] ainsi que les compétences distinctives de la firme japonaise Sharp en matière d'écran plat d'affichage, etc. (Hamel et Prahalad, 1994).

Les compétences distinctives ou les compétences clés font souvent référence au domaine d'excellence qu'une entreprise a développé au fil des ans (p. ex., les moteurs à combustion interne dans le cas de la firme Honda). D'ailleurs, comme nous allons le voir plus loin au chapitre 3, Bombardier Aéronautique définit le rôle et les responsabilités de ses diverses entités (p. ex., Canadair ; de Havilland ; Shorts ; Learjet) en fonction de leur domaine d'excellence respectif (p. ex., l'avionnerie Canadair est définie comme étant le centre d'excellence de Bombardier dans l'usinage de grosses structures d'avion et dans la formation au pilotage).

---

[28] Schlender (1992) affirme que la firme Sony introduit sur le marché quelque 1 000 nouveaux produits chaque année. Certains auteurs qualifient ce phénomène par la notion de "flux continu d'innovations" (Tushman, Anderson et O'Reilly, 1997 ; Tushman et O'Reilly, 1997) ou la notion de "flux de nouveaux produits" (Meyer, Terzakian et Utterback, 1997).

1.5.5.1 Qualificatifs

Dans la littérature portant sur le concept des compétences, une pléthore de qualificatifs sont utilisés pour décrire les compétences d'une entreprise comme, par exemple, les compétences distinctives d'une entreprise (Andrews, 1987) ou ses compétences clés (Prahalad et Hamel, 1990) qui sont les qualificatifs sans doute les plus populaires ; auxquels s'ajoutent de nombreux autres qualificatifs (p. ex., compétences stratégiques ; critiques ; motrices ; fondamentales ; centrales ; noyau de compétences ; coeur de compétences ; pôle de compétences ; etc.). Ceci dit, dans cette étude, notre choix s'est arrêté sur le concept de compétences dites "distinctives" d'une entreprise. Plusieurs motifs militent en faveur de ce choix discrétionnaire.

D'abord, parce qu'il s'agit ici d'un concept établi depuis longtemps en stratégie. En effet, ce concept fut élaboré à l'origine par Selznick (1957) dans ses travaux portant sur le leadership dans les organisations ; puis il fut récupéré par la suite par Andrews (1987) dans son modèle classique de "stratégie corporative" comme nous l'avons vu précédemment (voir figure 1.5) et par plusieurs autres auteurs en stratégie, dont Hill et Jones (1998 ; voir figure A.1). Selon Andrews (1987) : « The distinctive competence of an organization is more than what it can do ; it is what it can do particularly well. », (p. 47). Donc, une compétence distinctive, c'est beaucoup plus que ce qu'une entreprise peut faire ; c'est ce qu'elle peut faire de particulièrement bien. Mais, encore-là, force est de reconnaître que cette définition est quelque peu générale.

1.5.5.2 Critères d'évaluation

Aussi, afin de définir avec plus de précisions le concept de compétences distinctives d'une entreprise, rapportons-nous à Gary Hamel de la London Business School en Angleterre et président de la société-conseil Strategos, et à son collègue Coimbatore K. Prahalad, titulaire de la Chaire Harvey C. Fruehauf en administration des affaires à la Graduate School of Business Administration à

l'Université du Michigan qui ont développé, il y a quelques années, le concept de compétences clés[29] (core competences) d'une entreprise que nous utilisons d'ailleurs, dans la présente, de manière interchangeable avec le concept de compétences distinctives. Selon Prahalad et Hamel (1990), trois critères permettent de jauger si les compétences d'une entreprise sont réellement clés. Ainsi, les compétences clés d'une entreprise doivent premièrement être valorisées par les clients et non par l'entreprise elle-même. En d'autres termes, c'est le marché qui cautionne ou sanctionne si une compétence est véritablement clé ou non. D'ailleurs, comme l'ont si bien exprimé David J. Collis de l'Université Yale et sa collègue Cynthia A. Montgomery de la Harvard Business School au sujet de l'exercice comme tel d'identification des compétences d'une entreprise :

> « Core competence has too often become a "feel good" exercise that no one fails. Every company can identify one activity that it does relatively better than other activities and claim that as its core competence. Unfortunately, core competence should not be an internal assessment of which activity, of all its activities, the company performs best. It should be a harsh external assessment of what it does better than competitors, of which the term distinctive competence is more appropriate. », (Collis et Montgomery, 1995, p. 123).

Deuxièmement, pour Prahalad et Hamel, les compétences clés d'une entreprise doivent lui donner la possibilité d'accéder à plusieurs marchés, c'est-à-dire servir de passerelles d'accès vers d'autres marchés potentiels ; ce à quoi nous agréons volontiers car, de façon plus générale, nous affirmons dans la présente que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise devrait, entre autres choses, servir à cette fin, c'est-à-dire servir de passerelles d'accès ou de leviers pour accéder à d'autres marchés. Au nombre des différents moyens qu'une entreprise a à sa disposition pour accéder à de nouveaux marchés, citons entre autres, le développement de nouveaux produits et la diversification de ses activités qui, selon Ansoff, (1988), sont deux vecteurs de croissance pour l'entreprise.

---

[29] Notons, par ailleurs, que pour ces deux auteurs, la distinction entre les concepts de capacités et de compétences est purement sémantique et conséquemment, ils les utilisent donc de manière interchangeable (Hamel et Prahalad, 1992). La conception de ces auteurs au sujet du concept des "compétences clés" d'une entreprise se retrouvent dans Prahalad et Hamel (1990) ; Prahalad (1993) ; Hamel (1994) ; Hamel et Prahalad (1994). Un autre concept populaire qui a été développé par ces auteurs est celui de l'intention stratégique (Strategic Intent). Voir Hamel et Prahalad (1989).

À ces deux vecteurs de croissance s'ajoutent l'intégration verticale (p. ex., d'un fournisseur de l'entreprise ou d'un distributeur), l'acquisition d'entreprises, c'est-à-dire une croissance externe par voie d'acquisition d'un volume d'affaires déjà existant et d'une capacité de production déjà établie, ainsi que les différentes formes de collaboration interfirme ou de partenariat auxquelles nous avons souvent fait référence dans les pages précédentes (p. ex., les alliances stratégiques) qui, normalement, favorisent le développement des affaires et donc, la croissance de l'entreprise. D'ailleurs, à ce sujet, le cas de la firme japonaise Honda est ici un bel exemple de l'effet de levier[30] (competence leverage) qu'une entreprise peut réaliser grâce à ses compétences actuelles. En effet, après avoir développer des compétences distinctives en matière de moteurs à combustion interne pour les motocyclettes, la firme Honda a réussi par la suite à créer un effet de levier important avec ses compétences pour s'immiscer dans plusieurs autres secteurs d'activité (voir figure A.7), dont celui de l'automobile dans lequel Honda n'est plus un simple joueur marginal ; puis aussi les moteurs de bateaux hors bord, ainsi que les appareils domestiques tels les rotoculteurs, les tondeuses à gazon, les souffleuses à neige ; et enfin, ce qui fut très en demande à un certain moment au Québec lors de la crise du verglas, à savoir des génératrices d'électricité.

Troisièmement, affirment Hamel et Prahalad (1994), les compétences clés d'une entreprise ne doivent pas être imitées trop facilement par ses concurrents ; prescription à laquelle la plupart des dirigeants d'entreprise vont sûrement agréer sans trop de difficultés. En plus de ces quelques précisions au sujet des compétences clés ou fondamentales d'une entreprise, Hamel et Prahalad (1994) nous proposent, dans leur première monographie intitulée Competing for the Future, cinq axes au moyen desquels une entreprise peut effectuer une meilleure exploitation de ses ressources et de ses compétences actuelles, soit les axes : d'accumulation ; de concentration ; d'association

---

[30] D'ailleurs, à ce sujet, soulignons que Gary Hamel et C. K. Prahalad conçoivent la stratégie en tant que dépassement et d'effet de levier (Strategy as Stretch and Leverage) ; rompant ainsi avec le courant de pensée en stratégie qui défend l'idée d'un bon alignement (match / fit) entre les ressources, les capacités et les compétences distinctives de la firme et sa stratégie. Voir, à cet égard, Hamel et Prahalad (1993, 1994) ; puis Andrews (1987). Par la suite, Sanchez et Heene (1996, 1997b, 1997d) poursuivront les travaux de Prahalad et Hamel et proposeront, entre autres, une distinction entre, d'une part, le concept de « competence leverage » qui vise l'exploitation des compétences actuelles de l'entreprise ; et, d'autre part, le concept de « competence building » qui vise le développement de nouvelles compétences et l'exploration de nouvelles avenues.

complémentaire ; de conservation ; et enfin, de récupération (voir figure A.6). En guise de synthèse au sujet de la définition des compétences clés ou distinctives d'une entreprise, voici la façon avec laquelle Sanchez, Heene et Thomas (1996b) nous relatent, dans leur ouvrage intitulé Dynamics of Competence-Based Competition, le point de vue de Rumelt (1994), puis aussi celui de Prahalad et Hamel (1990) à ce sujet :

> « Rumelt (1994 : xv-xvi) identifies four key elements of the concept of core competence :
> (1) Core competences are competences that "span" across businesses and products within a corporation. They support several products or businesses.
> (2) Competences have "temporal dominance" over products in that they evolve more slowly than the products they make possible.
> (3) Competences arise through the "collective learning" of the firm, especially through coordinating diverse production skills and integrating multiple streams of technologies. Such competences are enhanced through use.
> (4) The "competitive locus" of competence-based competition is a contest for acquisition of skills. Competition in product markets is "merely a superficial expression" of the underlying competition over competencies. », (p. 3).

1.5.5.3 Caractère distinct ou unique d'une firme

Ceci nous conduit à un autre motif qui milite en faveur du choix du concept de compétences dites "distinctives" d'une entreprise, à savoir le fait que celui-ci met en lumière, à notre avis, l'un des principes sans doute les plus importants en stratégie, à savoir le principe d'unicité, c'est-à-dire le fait qu'une entreprise se dote de stratégie et de moyens d'action qui la rendent vraiment unique ou distincte par rapport aux firmes concurrentes qui sont présentes dans son secteur d'activité. L'importance de ce caractère distinct ou unique des firmes et de leur stratégie en général, a été soulignée par Andrews (1987) dans son ouvrage classique, mais elle a aussi été bien soulignée par Aharoni (1993) lorsqu'il affirme : « Competitive advantage can be achieved if a firm is able to be different. Success is based on using a unique strategy. Success is defined as the ability to gain abnormal profits, not simply to stay alive in a competitive industry. The ability to protect the uniqueness against imitators ensures continued success. », (p. 31). Enfin, un autre appui non négligeable à ce propos est celui de Michael E. Porter (1996a) qui, dans son article intitulé " What Is

Strategy ? " publié dans la revue HBR (Harvard Business Review) insiste lui aussi sur le fait que l'essence même de la stratégie consiste à être différent des autres, et cette différence, précise-t-il davantage, commence d'abord par un choix délibéré d'activités uniques : « Strategy rests on unique activities. Competitive strategy is about being different. It means deliberately choosing a different set of activities to deliver a unique mix of value. », (p. 64). Nous verrons ultérieurement à la section 1.7 de ce document, l'importance que revêt pour cet auteur les activités d'une entreprise.

1.5.5.4 Compétences spécifiques à l'entreprise et compétences d'appoint

Alors que les ressources et les capacités peuvent être soit "spécifiques" à l'entreprise, soit "accessibles" à l'externe, ses compétences et, a fortiori, ses compétences dites "distinctives" afficheront, quant à elles, une très forte spécificité à l'entreprise. En fait, comme la plupart des éléments d'actifs intangibles qui sont d'une importance stratégique pour une entreprise (p. ex., sa réputation ; l'image de marque de ses produits (biens et services) ; sa culture organisationnelle ; l'ensemble de ses valeurs, de ses normes ; etc.), celle-ci devra normalement développer à l'interne ses propres compétences et ses compétences dites "distinctives". C'est qu'en définitive, une entreprise pourrait difficilement acquérir sur le marché des éléments d'actifs de nature intangible comme, par exemple, une réputation, une image de marque pour ses produits, ou encore, acheter la fidélité de sa clientèle ou la confiance de ses investisseurs, de ses bailleurs de fonds, etc. Elle devra, normalement, développer elle-même à l'interne ce type d'actifs intangibles hautement prisés ou valorisés sur le marché ; ce qui lui demandera beaucoup de temps, certes ; sauf que ses concurrents devront en faire autant s'ils veulent eux aussi bénéficier des avantages concurrentiels associés à ce type d'actifs stratégiques de nature intangible. C'est pourquoi les actifs intangibles d'une entreprise représentent ce que plusieurs auteurs appellent des barrières dites "invisibles" à l'imitation. Nous reviendrons sur ce sujet un peu plus loin.

En fait, même si l'entreprise peut faire l'acquisition d'une autre firme qui bénéficie déjà d'une solide réputation et hériter ainsi de produits qui bénéficient déjà sur le marché d'une certaine image de marque, il n'est pas acquis d'avance que la réputation même de l'entreprise ou l'image de ses

propres produits vont se retrouver en meilleure posture le lendemain d'une telle transaction. Par contre, au fil des ans, une entreprise qui bénéficie déjà d'une bonne réputation ainsi que des produits qui bénéficient déjà sur le marché d'une certaine image de marque, pourrait possiblement étendre son rayonnement aux autres firmes dont elle pourrait par la suite faire l'acquisition. C'est ainsi, par exemple, que la plupart des observateurs vont s'entendre pour dire que la réputation et l'image des produits de Canadair Limitée ont été passablement revampées suite à l'acquisition de l'avionnerie en 1986 par Bombardier Inc. et ce, d'autant plus que la Société Bombardier Inc. semblait bénéficier déjà à cette époque, et encore aujourd'hui d'ailleurs, d'une grande notoriété et de respect dans les milieux d'affaires et financiers.

En guise de témoignage, soulignons simplement quelques faits marquants. Citons, entre autres, le fait que durant deux années consécutives, soit 1996 et 1997, la Société Bombardier Inc. a été proclamée "Entreprise la plus respectée au Canada" (Canada's Most Respected Corporation) par la revue d'affaires anglophone The Globe and Mail Report on Business Magazine (April 1997), alors que son président du Conseil, monsieur Laurent Beaudoin, était proclamé "Personnalité de l'année dans le domaine de l'aéronautique" en 1994 par la revue britannique Flight International lors du gala inaugural Flight International Aerospace Awards '94 (Flight, March 9, 1994, p. 32) ; puis proclamé aussi "Personnalité de l'année 1997" par le quotidien La Presse lors de son Gala Excellence 1997. Et tout cela, c'est sans compter ses nombreux doctorats honoriques, ainsi que ses nombreuses autres distinctions[31] qui sont, bien entendu, une marque de reconnaissance ; en plus d'avoir fait la "une" ou la page frontispice et l'objet d'une attention médiatique de la part de plusieurs magazines ou revues d'affaires aussi bien francophones qu'anglophones. Citons, entre autres, les revues suivantes : Revue Commerce (Cousineau, 1996 ; Vézina, 1998a) ; L'actualité (Nadeau, 1997a) ; The Globe and Mail Report on Business Magazine (Kidd, 1996 ; Livesey, 1997) ; Maclean's (Came, 1997) ; The McKinsey Quarterly (Baghai et al., 1997) ; en plus d'avoir fait l'objet d'une monographie intitulée Le Sang Jaune de Bombardier. La Gestion de Laurent Beaudoin publiée dans la collection "Les Grands Gestionnaires et leurs oeuvres" (Tremblay, 1994). Enfin, pour

[31] Citons, entre autres, les distinctions honorifiques suivantes : Compagnon de l'Ordre du Canada (C.C.) ; Officier de l'Ordre national du Québec (O.Q.) ; Fellow comptable agréé (FCA).

couronner le tout, d'autres grands honneurs se sont ajoutés depuis à cette liste déjà impressionnante, dont le titre de — l'entreprise du siècle — qui a été décerné en décembre 1998 à la Société Bombardier Inc. par la Revue Commerce (Vézina, 1998a).

Ceci étant dit, même si en général une entreprise doit développer elle même à l'interne ses propres compétences et, a fortiori, ses propres compétences dites "distinctives", cela ne l'empêche pas, à l'occasion, d'avoir recours à l'externe à des compétences d'appoint au moyen, par exemple, de l'embauche temporaire de spécialistes, de consultants ou d'universitaires chevronnés. Sauf qu'il y a, encore-là, de nombreux avantages, mais aussi des désavantages pour l'entreprise à faire affaire avec de tels agents externes pour pallier à ses lacunes (p. ex., problèmes de confidentialité ; d'expropriation du savoir et du savoir-faire de l'entreprise ; fuite d'information stratégique ou de renseignements confidentiels ou privilégiés ; etc.). En réalité, lorsque l'entreprise va ainsi chercher à l'externe les compétences d'appoint dont elle a besoin pour suppléer, par exemple, à une lacune interne, ce n'est pas en fait le mandat, c'est-à-dire l'entreprise elle-même qui détient lesdites compétences, mais plutôt ses mandataires, c'est-à-dire ses sous-traitants, consultants, experts, universitaires, partenaires d'affaires, etc.

Par contre, cela n'exclue pas le fait qu'une telle entreprise puisse détenir certaines compétences en coordination tant interne qu'externe pour veiller à toute la logistique entourant le recours à l'externe à de telles ressources, à de telles capacités et, à l'occasion aussi, à de telles compétences d'appoint. Pensons, par exemple, au cas de la NASA (National Aeronautics and Space Administration) ou à celui du Département de la Défense (DoD : Department of Defense) aux États-Unis ou ailleurs dans le monde qui, en général, ne sont pas engagés dans la fabrication per se des produits spécialisés dont ils ont besoins, mais ils ont plutôt recours à l'externe pour l'achat ou la fourniture de la plupart de leurs produits (biens et services) ; ce qui nécessitent parfois certaines compétences particulières en coordination pour veiller à la logistique entourant un tel recours à l'externe pour des approvisionnements en biens et services très spécialisés. Mais l'entreprise n'est pas tenue non plus d'avoir une lacune en matière de compétences pour recourir à des compétences d'appoint à l'externe. En effet, suite à la tempête du verglas qui a frappé le Québec en janvier 1998,

en particulier la région de la Montérégie, Hydro-Québec a dû avoir recours à des ressources et à des capacités externes pour suppléer à ses besoins, notamment des ressources et des capacités humaines et physiques (p. ex., personnel et équipements spécialisés) pour procéder, entre autres, à l'élagage des arbres et au nettoyage des dégâts, etc. Puis, elle a dû également avoir recours à des compétences d'appoint en provenance notamment des États-Unis et d'ailleurs, pour remettre en état de bon fonctionnement son réseau de transport et de distribution d'électricité dans les zones affectées par le verglas. Bref, Hydro-Québec n'avait pas vraiment de lacunes en matière de compétences qui étaient nécessaires, à ce moment-là, pour remettre les choses à la normalité ; les compétences d'appoint qu'apportaient avec elles les diverses équipes de spécialistes externes à Hydro-Québec étaient un ajout d'effectifs et de compétences d'appoint pour suffir à la tâche et ce, à l'intérieur des délais exigés par l'urgence de la situation.

1.5.6 Attributs recherchés des ressources et des capacités

Jay B. Barney du Fisher College of Business à l'Université de l'État d'Ohio figure au nombre des auteurs de la première heure à avoir adhéré à la nouvelle perspective dite des "ressources de la firme" et à avoir contribué par la suite à la développer davantage en analysant notamment la relation entre, d'une part, les attributs recherchés des ressources et des capacités[32] d'une entreprise et, d'autre part, l'avantage concurrentiel durable que celles-ci pourraient possiblement lui conférer, comme le montre à cet effet la figure 1.8 de la page suivante. Dans un tel schéma, le "potentiel", écrit Barney, des ressources et des capacités d'une entreprise à pouvoir lui conférer un avantage concurrentiel durable est lié, premièrement, au postulat selon lequel les firmes soient d'abord hétérogènes entre elles quant aux ressources et aux capacités qu'elles détiennent chacune respectivement ; puis il est lié aussi au postulat voulant que lesdites ressources et capacités soient immobiles dans le temps et dans l'espace ou de mobilité imparfaite d'une firme à l'autre ; ce qui, du

---

[32] Comme plusieurs autres auteurs, Jay Barney ne se formalise pas lui non plus de la distinction entre les ressources et les capacités d'une entreprise. Bref, pour cet auteur, les capacités font partie des ressources d'une entreprise. De plus, les ressources sont définies comme étant du capital, notamment du capital financier, du capital physique, du capital humain et enfin, du capital organisationnel (Barney, 1991a, 1997). D'autres auteurs, par contre, nuanceront ce point de vue en soulignant que les capacités tirent en fait leur source des ressources mêmes d'une entreprise, mais qu'il s'agit là de deux concepts très différents ; ce à quoi nous agréons entièrement.

même coup, crée un effet de renforcement sur le postulat de l'hétérogénéité, car plus les ressources et les capacités d'une entreprise sont contraintes en terme de mobilité, plus celle-ci va pouvoir préserver plus longtemps son caractère hétérogène qui la rend différente des autres.

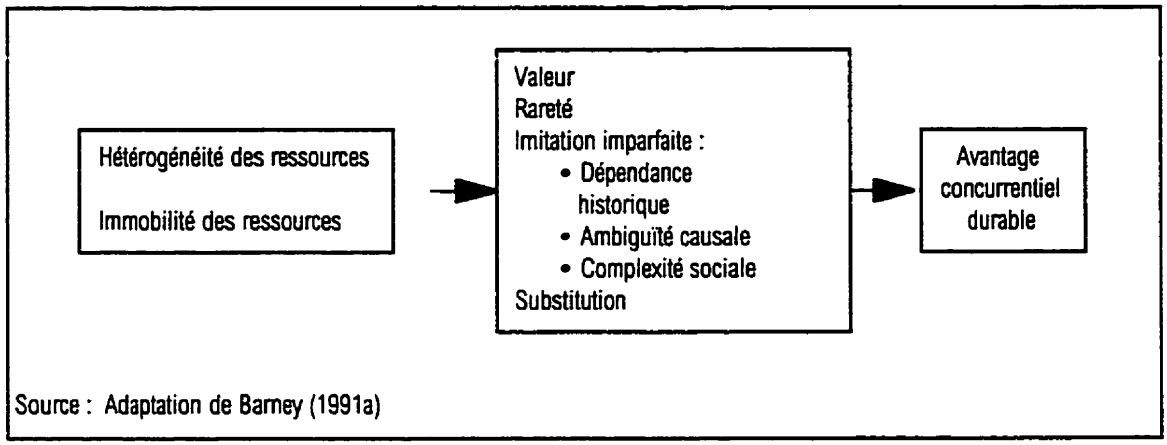


Figure 1.8 Relations entre les attributs recherchés des ressources et des capacités d'une entreprise et le concept de l'avantage concurrentiel durable.

Puis, deuxièmement, de telles ressources et capacités doivent aussi posséder certains attributs particuliers pour pouvoir conférer à l'entreprise un avantage concurrentiel durable. Selon Barney (1991a), les quatre principaux indicateurs du "potentiel" des ressources et des capacités d'une entreprise à pouvoir lui conférer un avantage concurrentiel durable sont : (1) leur valeur ; (2) leur rareté ; (3) leur imitation imparfaite ; et enfin, (4) leur substitution qui, bien entendu, doit être limitée. Au sujet de leur imitation, trois facteurs vont notamment contribuer à rendre imparfaite l'imitation des ressources et des capacités d'une entreprise. Comme le montre à cet effet la figure 1.8, nous avons d'abord : (1) le cheminement historique que l'entreprise a suivi au fil des ans pour acquérir de pareilles ressources et développer de telles capacités, de sorte que le passé détermine en partie le présent ; puis (2) l'ambiguïté causale entourant la relation de cause à effet entre d'une part l'effet recherché, c'est-à-dire un avantage concurrentiel durable et d'autre part, la cause sous-jacente, à savoir les ressources et les capacités de l'entreprise qui concourent à un tel avantage concurrentiel ; et enfin (3) la complexité sociale entourant l'organisation interne d'une entreprise,

ou encore, des ressources et des capacités dites "socialement complexes", pour employer une autre terminologie qui est utilisée par Jay Barney (1995). À l'instar de Jay Barney, de nombreux autres auteurs[33] emboîteront le pas dans cette voie de conceptualisation ; ce qui, finalement, se soldera par une liste impressionnante de caractéristiques dites "désirées" des ressources et des capacités d'une entreprise.

En guise de synthèse, la figure 1.9 de la page suivante schématise les principaux points soulevés jusqu'à présent dans ce premier chapitre théorique en ce qui concerne notamment la définition des concepts des ressources, des capacités, des compétences et des compétences dites "distinctives" d'une entreprise ; ce que nous appelons aussi le "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise. En effet, cette figure fait état, entre autres, de la définition des ressources d'une entreprise, soit des actifs tangibles et des actifs intangibles (avec ou sans protection légale) ; de la définition des capacités, dont la fondation repose sur la base du savoir et du savoir-faire d'une entreprise ; de la définition des compétences dites "distinctives" qui sont issues de deux sources complémentaires : les ressources d'une entreprise, d'une part ; et ses capacités, d'autre part.

Puis, en sus, cette figure fait état de quelques-unes des caractéristiques dites "désirées" des ressources et des capacités d'une entreprise, de même que le genre de ressources et de capacités dites "accessibles" à l'externe que l'entreprise peut incorporer dans ses activités, mais sans pour autant les posséder ou les contrôler directement, tels des actifs dits "complémentaires" ou "collatéraux", ou encore, les diverses formes de coopération, de collaboration, de partenariat ou de modes d'accès à des ressources, à des capacités, à des compétences, etc. que nous avons discutés à maintes reprises dans les pages précédentes.

---

[33] Citons, entre autres, les contributions de : Dierickx et Cool (1989, 1994) ; Reed et DeFillippi (1990) ; Conner (1991) ; Grant (1991, 1995) ; Mahoney et Pandian (1992) ; Amit et Schoemaker (1993) ; Peteraf (1993) ; Black et Boal (1994) ; Chi (1994) ; Doz (1994) ; Markides et Williamson (1994, 1996) ; Schoemaker et Amit (1994, 1997) ; Arrègle (1995, 1996) ; Collis et Montgomery (1995, 1998) ; pour ne citer ici que quelques auteurs représentatifs. Rappelons aussi que l'annexe A présente quelques modèles conceptuels qu'utilisent certains de ces auteurs pour faire valoir leur point de vue. Voir, entre autres, les figures A.2 ; A.8 ; et A.9.

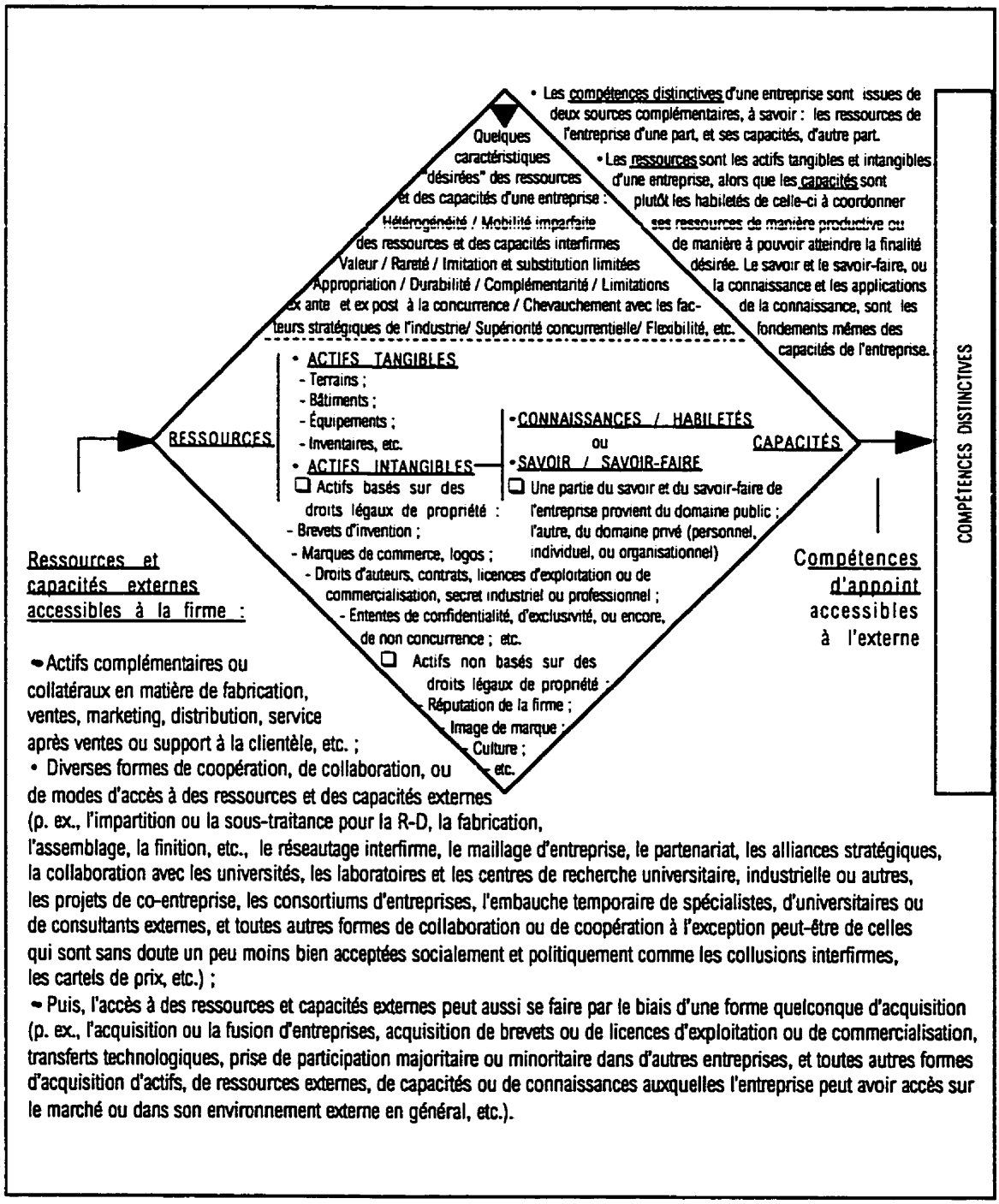


Figure 1.9 Caractérisation du stock de ressources, de capacités et de compétences distinctives.

1.5.6.1 Problème opérationnel

Cette voie de conceptualisation par le biais des attributs recherchés des ressources et des capacités d'une entreprise peut sembler séduisante, d'un point de vue théorique, mais d'un point de vue plus pratico-pratique, un problème de taille se pose pour rendre opérationnel certains attributs recherchés. Michael E. Porter, de la Harvard Business School, est sans doute celui qui jeta le plus grand doute sur la validité de ce type d'approche. En effet, demande-t-il candidement au sujet, entre autres, de la valeur et de la rareté d'une ressource : « But what is a unique resource ? What makes it valuable ? ». C'est qu'en définitive, pour Michael Porter (1991) :

> « Resources are not valuable in and of themselves, but because they allow firms to perform activities that create advantages in a particular markets. Resources are only meaningful in the context of performing certain activities to achieve certain competitive advantages. [...] Resources and activities are, in a sense, duals of each other. Resources, then, are intermediate between activities and advantage. », (pp. 108-109).

Donc, pour cet auteur, les ressources ne sont que des intermédiaires dans une entreprise entre d'une part ses activités et, d'autre part, son avantage concurrentiel. En effet, comme nous allons le voir à la section 1.7, dans le schéma d'analyse de cet auteur, l'avantage concurrentiel d'une entreprise repose essentiellement sur ses activités dites "créatrices de valeur" (Porter, 1985) et non sur ses ressources per se, comme certains tenants de la perspective des ressources tentent de le faire valoir à grand renfort d'arguments. Ce qui nous oblige à clarifier notre propre point de vue sur ce sujet. Dans notre schéma d'analyse, les ressources, les capacités, les compétences et les compétences distinctives d'une entreprise ne sont pas la source de l'avantage concurrentiel d'une entreprise. Elles représentent plutôt la base à partir de laquelle l'entreprise va pouvoir édifier son potentiel stratégique ; puis, par le biais de son actualisation, l'entreprise pourra créer d'abord, puis soutenir ensuite un avantage concurrentiel le plus durable possible ; lequel avantage pourra, par la suite, être traduit en terme de performance pour l'entreprise. Ce qui est très différent que de dire que celles-ci sont la source de son avantage concurrentiel et de sa performance. Cette nuance est fondamentale. Mais là où le bât blesse le plus en ce qui concerne les critiques précédentes de

Michael Porter (1991), c'est lorsque celui-ci émet le commentaire à l'effet que certains arguments des tenants de cette perspective des ressources de la firme tournent parfois en rond :

> « At its worst, the resource-based view is circular. Successful firms are successful because they have unique resources. They should nurture these resources to be successful. But what is a unique resource ? What makes it valuable ? Why was a firm able to create or acquire it ? Why does the original owner or current holder of the resource not bid the value away ? What allows a resource to retain its value in the future ? There is once again a chain of causality, that this literature is just beginning to unravel. », (p. 108).

On s'en doute bien, ce reproche de Michael Porter à l'endroit de cette nouvelle perspective n'est pas passé comme une simple lettre à la poste. De nombreux tenants et sympathisants de la perspective des ressources ont dû par la suite réajuster leur tir et revoir leur position. D'ailleurs, Jay Barney a jugé bon lui-même de clarifier ce qu'il entendait plus précisément par "valeur" d'une ressource, en plus de préciser son point de vue sur la question de la "rareté" (Barney, 1995, 1997).

Nonobstant l'opinion de Michael Porter et de ses supporteurs au sujet de la perspective des ressources, Dan E. Schendel, l'éditeur en chef de la prestigieuse revue Strategic Management Journal (SMJ) depuis de nombreuses années, a quelque peu remis les pendules à l'heure de ceux qui cherchent à dénigrer trop rapidement la perspective des ressources de la firme pour différentes raisons, notamment les tenants et sympathisants de la théorie rivale, c'est-à-dire ceux qui sont convaincus que la performance d'une entreprise découle de sa position relative et de son pouvoir sur le marché (Market Power). Voici comment Schendel (1996b) émet son point de vue là-dessus :

> « Simple appeal to simple assets easily imitated is not the foundation of the resource based view as many critics are quick to cite. Complex assets, hard to describe and measure objectivily, may be what gives this stream of research more potential to explain performance outcomes than its primary theory rival : relative position and market power. If the resource-based view is a better explanation of rents, then it also directly leads to a richer role for managers than that allowed by competitive market structure theorists. », (p. 4).

1.5.6.2 Avenue de solution : les compétences démontrées

Récemment, les interrogations soulevées par Michael Porter (1991) ont refait surface dans la littérature. C'est ainsi, par exemple, que deux autres auteurs, nommément Elaine Mosakowski et Bill McKelvey, se sont penchés sur ce problème de tautologie ou de circularité concernant certains arguments des tenants de la perspective des ressources de la firme auquel Porter faisait référence dans son article de 1991 ; puis nous proposent en sus une solution concrète à ce problème. Compte tenu du fait, affirment-ils, que les actifs stratégiques d'une entreprise sont souvent difficiles à évaluer directement d'un point de vue de leur valeur et de leur rareté, il nous faut donc trouver une mesure indirecte de ces éléments et ce, par le biais des caractéristiques des produits d'une firme qui traduisent, selon eux, la façon même dont l'entreprise cherche à satisfaire les besoins de ses clients (voir figure A.10). À cet égard, Mosakowski et McKelvey (1997) nous expliquent de la façon suivante la solution qu'ils entrevoient à ce problème : « Perhaps the most salient demonstration of a firm's competences might be in the characteristics of the products the firm produces, including the cost of the product - especially as these product characteristics translate into the satisfaction of customer needs. », (pp. 72-73).

Or, c'est précisément une démarche semblable que nous utilisons dans cette étude pour illustrer le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise en misant sur la notion de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est "révélé" au niveau de ses produits offerts sur le marché, en particulier au niveau des caractéristiques desdits produits et du mix de celles-ci ; rejoignant ainsi, d'une certaine façon, ce que Mosakowski et McKelvey (1997) appellent les compétences dites "démontrées" d'une entreprise ; ce qui met, à ce moment-là, un peu plus d'accent sur la dimension "réalisation" sur laquelle nous tenons nous aussi à mettre une emphase dans la présente lorsque l'on réfère au "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) et de leurs caractéristiques. Par ailleurs, même si certains attributs recherchés des ressources et des capacités d'une entreprise posent certaines difficultés d'un point de vue opérationnel, leur importance d'un point de vue conceptuel ne fait pas l'ombre d'un doute dans notre esprit, en particulier les attributs qui

pourraient contribuer à l'érosion ou bien à la dépréciation prématurée du "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise. C'est le cas notamment de la mobilité des ressources et des capacités d'une entreprise vers des firmes concurrentes (mobilité interfirme) ; puis c'est aussi le cas de la menace d'imitation et de substitution, de même que le problème lié à l'appropriation des ressources et des capacités d'une entreprise. C'est ce qui nous conduit à discuter de la façon avec laquelle l'entreprise actualise son "potentiel stratégique technologique" et de la façon avec laquelle celle-ci veille à le protéger, à le renouveler et à le régénérer pour éviter, autant que possible, son érosion ou sa dépréciation prématurée. C'est ce dont nous propose la prochaine section 1.6.

1.6 Actualisation du potentiel stratégique technologique d'une entreprise

À l'intérieur du modèle conceptuel qui est à la base de cette étude, plusieurs forces dites "évolutionnistes" ou "évolutives", aussi appelés "déterminants de la stratégie technologique" par Burgelman et al. (1996), viendront influencer la façon avec laquelle l'entreprise tente d'actualiser sa stratégie et, par extension, d'actualiser son "potentiel stratégique technologique" vers la finalité désirée qui devrait, selon nous, se traduire pour l'entreprise en termes d'avantage concurrentiel et de performance. Ces forces évolutionnistes proviennent aussi bien de l'environnement interne de l'entreprise, que de son environnement externe. C'est ce que nous allons examiner brièvement.

1.6.1 Environnement interne

L'environnement interne d'une entreprise lui offre certes de nombreuses opportunités qui lui permettront de créer de nouveaux créneaux de marché ou de pénétrer davantage les marchés existants au moyen de ses différentes actions stratégiques (p. ex., par ses efforts de R-D ; par des projets structurants biens ciblés ; par des projets d'innovation ou de développement de nouveaux produits ou de nouveaux procédés ; etc.) ; mais il est avant tout le lieu où résident les forces et les faiblesses de l'entreprise (voir les figures 1.5 et A.28). Puis, l'environnement interne d'une entreprise est également le lieu où elle pourra développer davantage son "potentiel stratégique technologique", l'actualiser, le déployer, l'exploiter, le valoriser, l'enrichir et le modifier si nécessaire ; puis aussi

veiller à le protéger, à le renouveler et à le régénérer pour éviter autant que possible son érosion ou sa dépréciation prématurée. Outre les actions stratégiques que l'entreprise entame dans ses faits et gestes quotidiens, le contexte organisationnel d'une entreprise viendra teinter l'actualisation de son potentiel stratégique. Pensons, par exemple, à sa culture organisationnelle, au climat de travail qui prévaut dans l'entreprise, aux valeurs et aux normes qui sont partagées par ses membres, etc. Bref, il n'est pas difficile d'imaginer que de telles considérations internes peuvent facilement miner les actions stratégiques d'une firme (p. ex., un climat de travail malsain ; un conflit de travail ; etc.).

1.6.2 Environnement externe

En contrepartie, l'environnement externe de l'entreprise est souvent le lieu où résident les principales sources d'opportunités, mais aussi de menaces qui pourraient possiblement affecter son "potentiel stratégique technologique" et ce, aussi bien de manière favorable que défavorable. Les sources d'opportunités et de menaces sont évidemment très nombreuses parmi lesquelles figurent, entre autres, tout changement d'ordre :

- technologique[34] (p. ex., changement technologique en continu ou de maintien de l'ordre établi versus un changement technologique qui interrompt ou qui perturbe l'ordre établi (Sustaining vs Disruptive Technological Change) ; une discontinuité technologique ; l'innovation (produit et procédé), qu'elle soit qualifiée de révolutionnaire ou de radicale ; de régulière, d'incrémentielle ou de graduelle ; d'architecturale ; de modulaire ; d'innovation dite "créatrice de créneaux" ; d'innovation stratégique ou tout autre typologie de l'innovation ; ou encore, qu'il s'agisse de

[34] À cet égard, il existe une longue tradition de recherche sur le changement technologique et l'innovation. La liste de références non exhaustive fournie à la fin de ce document nous donne un aperçu des auteurs qui ont contribué à cette tradition. Outre les grands classiques de la littérature qui s'inscrivent dans la tradition schumpétérienne, citons parmi les ouvrages les plus récents les monographies suivantes de : Utterback (1994) ; Christensen (1997a) ; Tushman et O'Reilly (1997) ; Iansiti (1998). Puis, citons aussi les collections d'articles et les ouvrages collectifs suivants de : Burgelman, Maidique et Wheelwright (1996) ; Tushman et Anderson (1997) ; auxquels s'ajoutent les six volumes actuels de la série Research on Technological Innovation, Management and Policy qui est éditée par Robert Burgelman et Richard Rosenbloom à laquelle nous avons déjà fait référence au début de ce document et ce, c'est sans compter les nombreux articles classiques qui ont marqué cette tradition de recherche portant sur le changement technologique et l'innovation. L'annexe A présente certains modèles conceptuels classiques ou dominants en management de la technologie. Voir, entre autres, les figures A.16 ; A.17 ; A.18 ; A.19 ; et A.33 ; ainsi que le tableau A.6.

percée technologique ; de réinnovation ; de fusion technologique ; d'intégration technologique ; enfin, bref, tout changement technologique et ce, peu importe le nom qu'on lui donne) ; etc.

- économique (p. ex., tout changement qui survient au niveau des goûts ou des préférences des consommateurs (individuels ou industriels), de leur comportement d'achat ; tout changement au niveau des règles du jeu de la concurrence et du commerce national et international, telle l'apparition de certains blocs d'échange commerciaux comme le "Marché commun européen" ; des accords commerciaux comme l'ALENA (l'Accord de Libre Échange Nord-Américain) entre les États-Unis, le Canada et le Mexique ; puis aussi le bloc du Mercosur qui inclue l'Argentine et le Brésil ; la libéralisation des marchés et l'élimination de certaines barrières tarifaires et douanières avec des accords de réciprocité comme l'Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce (GATT : General Agreement on Tarifs and Trade) ou des accords régis par des organismes internationaux, comme l'Organisation Mondiale du Commerce (WTO : World Trade Organization), tel l'Accord SMC sur les subventions et les mesures compensatoires auquel la Société canadienne Bombardier Inc. et le gouvernement du Canada ont fait appel pour régler leurs différends avec la Société brésilienne Embraer et le gouvernement du Brésil ; ou tout autre organisme international, comme l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) ; la valeur du dollar canadien par rapport aux devises étrangères, en particulier le dollar américain, aura pour effet de favoriser les firmes canadiennes au niveau de leurs exportations, mais par contre de les défavoriser au niveau de leurs importations, car les transactions d'affaires sur les marchés internationaux se font souvent en devises américaines ($ US) ; l'entrée en scène de nouvelles économies de marché comme la Russie, puis aussi l'Asie, notamment les pays de l'Anneau du Pacifique, l'Indonésie, la Malaisie, la Chine, etc. ;

- industriel, concurrentiel ou réglementaire (p. ex., la libéralisation ou la déréglementation d'un secteur d'activité, tels les secteurs : de l'aviation civile ; des services financiers ; de la câblodistribution ; du camionnage ; de la téléphonie interurbaine et bientôt de la téléphonie locale, etc. ; l'arrivée d'un nouveau concurrent ; puis la fusion des concurrents existants ; l'introduction d'un produit substitut ou de remplacement ; l'entrée en vigueur d'une nouvelle

législation, d'un nouveau règlement ou encore d'une nouvelle législation ; d'une nouvelle norme industrielle, environnementale, de santé, de sécurité, de travail, de transport ; etc.) ;

- démographique, sociologique, politique ou autres (p. ex., le vieillissement de la population ; le désengagement des gouvernements de certains programmes sociaux et la privatisation de certains services jadis assumés par l'État ; les départs volontaires ou incitatifs à la retraite ; le partage du travail ; le niveau de chômage chez les jeunes ; le décrochage scolaire ; un plus grand souci pour la protection de l'environnement ; etc.). En général, les problèmes non résolus représentent des sources importantes d'opportunités ou des nouvelles occasions d'affaires pour les entreprises comme, par exemple, de nouveaux médicaments, de nouvelles formes d'énergie (p. ex., des véhicules électriques ; des voitures hybrides) ; et ainsi de suite.

À l'intérieur du modèle conceptuel qui est à la base de cette étude, le contexte industriel dans lequel évolue l'entreprise et l'évolution de la technologie constituent les deux principaux déterminants ou forces évolutionnistes émanant de l'environnement externe de l'entreprise qui viendront influencer son potentiel stratégique technologique et influer sur son avantage concurrentiel et sa performance. Examinons brièvement chacun de ces déterminants.

1.6.2.1 Contexte industriel

Dans la littérature en économie, notamment en économie industrielle ou en économie de l'organisation industrielle, il existe une longue tradition de recherche sur l'influence entre autres de l'environnement externe sur la conduite (ou la stratégie) des firmes et sur leur performance. Cette tradition s'est d'abord cristallisée autour du paradigme Bain/Mason[35] ; puis elle s'est par la suite orientée autour des travaux de l'économiste industriel Michael E. Porter, titulaire de la Chaire C. Roland Christensen en administration des affaires à la Harvard Business School et cofondateur de la société-conseil Monitor Company qui a d'ailleurs des bureaux ici même au Canada. Par ses travaux

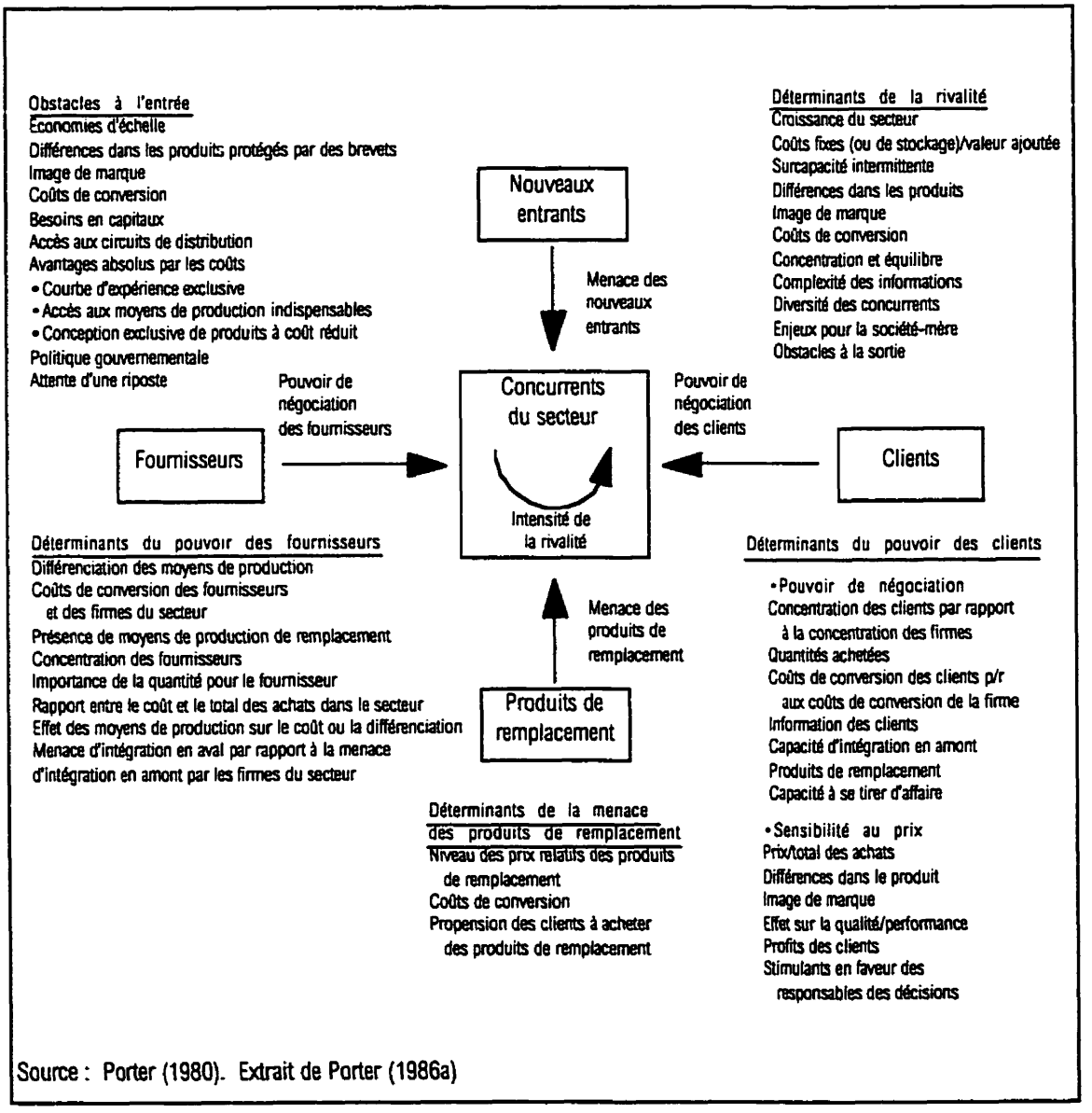
[35] Ce paradigme a été développé dans les années '30 et '40 par Edward Mason qui était, à ce moment-là, à l'Université Harvard au Massachusetts ; et, plus récemment, par Joe Bain de l'Université de la Californie qui est située à Berkeley.

et ses publications, cet auteur est devenu au fil des ans une référence incontournable sur ce sujet et sur la stratégie compétitive en général. Le paradigme Bain/Mason est schématisé par le triptyque « Structure-Conduct-Performance ». Celui-ci postule qu'il existe un certain déterminisme de l'environnement externe, notamment les caractéristiques structurelles d'une industrie, sur la conduite (ou la stratégie) des firmes à l'intérieur d'un secteur industriel d'activité et sur leur performance. Cette logique de raisonnement a longtemps inspiré les politiques anti-monopoles de certains gouvernements pour contrôler quelque peu les imperfections du marché en modifiant, par exemple, les barrières à l'entrée dans un secteur d'activité (p. ex., en limitant le nombre de firmes).

Or, c'est justement en inversant cette logique en faveur des firmes que Michael Porter fera usage de ce paradigme pour développer sa nouvelle approche théorique à la stratégie compétitive qui est synthétisée dans son premier ouvrage majeur intitulé Competitive Strategy dans lequel il nous présente son modèle conceptuel d'analyse des industries et de la concurrence qui a fait sa renommée, puis aussi sa fortune. La figure 1.10 ci-dessus présente ce premier modèle conceptuel de Porter (1980) que nous avons puisé, précisons-le, dans son second ouvrage majeur, car en sus de faire état des cinq forces de la concurrence, cette figure a aussi le mérite de nous présenter les principaux déterminants structuraux de l'intensité de la concurrence au sein d'un secteur d'activité et ce, pour chacune des cinq forces qui, ensemble, déterminent l'intensité de la concurrence au sein d'un secteur d'activité, de même que le potentiel de rentabilité du secteur ; puis, d'une certaine manière, ces cinq forces influent quelque peu sur le potentiel de rentabilité des firmes en présence dans ce secteur d'activité.

Que notre lecteur soit rassuré, nous n'allons pas passer en revue tous les tenants et aboutissants qui sont rattachés à chacun des éléments qui apparaît dans cette figure 1.10. Le point à souligner, en marge de notre propos, est que le contexte industriel dans lequel évolue une entreprise joue un rôle important dans l'actualisation de son potentiel stratégique. Par "contexte industriel", rappelons que, dans notre schéma d'analyse, nous entendons non seulement le contexte industriel immédiat dans lequel la firme évolue, c'est-à-dire son secteur d'activité, mais nous entendons également les divers contextes : local, régional, national et international, commercial,

concurrentiel, institutionnel, organisationnel, culturel, réglementaire, économique, politique, stratégique, technologique, ou tout autre contexte dans lequel l'entreprise doit aussi évoluer.



Source : Porter (1980). Extrait de Porter (1986a)

Figure 1.10 Modèle d'analyse des industries et de la concurrence de Michael Porter.

Pensons, par exemple, au cas de la Société canadienne Bombardier Inc. qui est une grande entreprise transnationale qui exerce des activités dans plusieurs pays différents qui ont tous un environnement distinct en termes, par exemple, de contextes : local, régional, national, culturel, institutionnel, politique, économique, etc. Qu'il suffise simplement de penser au contexte particulier qui entoure ses activités à son avionnerie Short Brothers qui est située en Irlande du Nord où les Catholiques et les Protestants Orangistes s'affrontent depuis plusieurs générations.

1.6.2.2 Évolution de la technologie

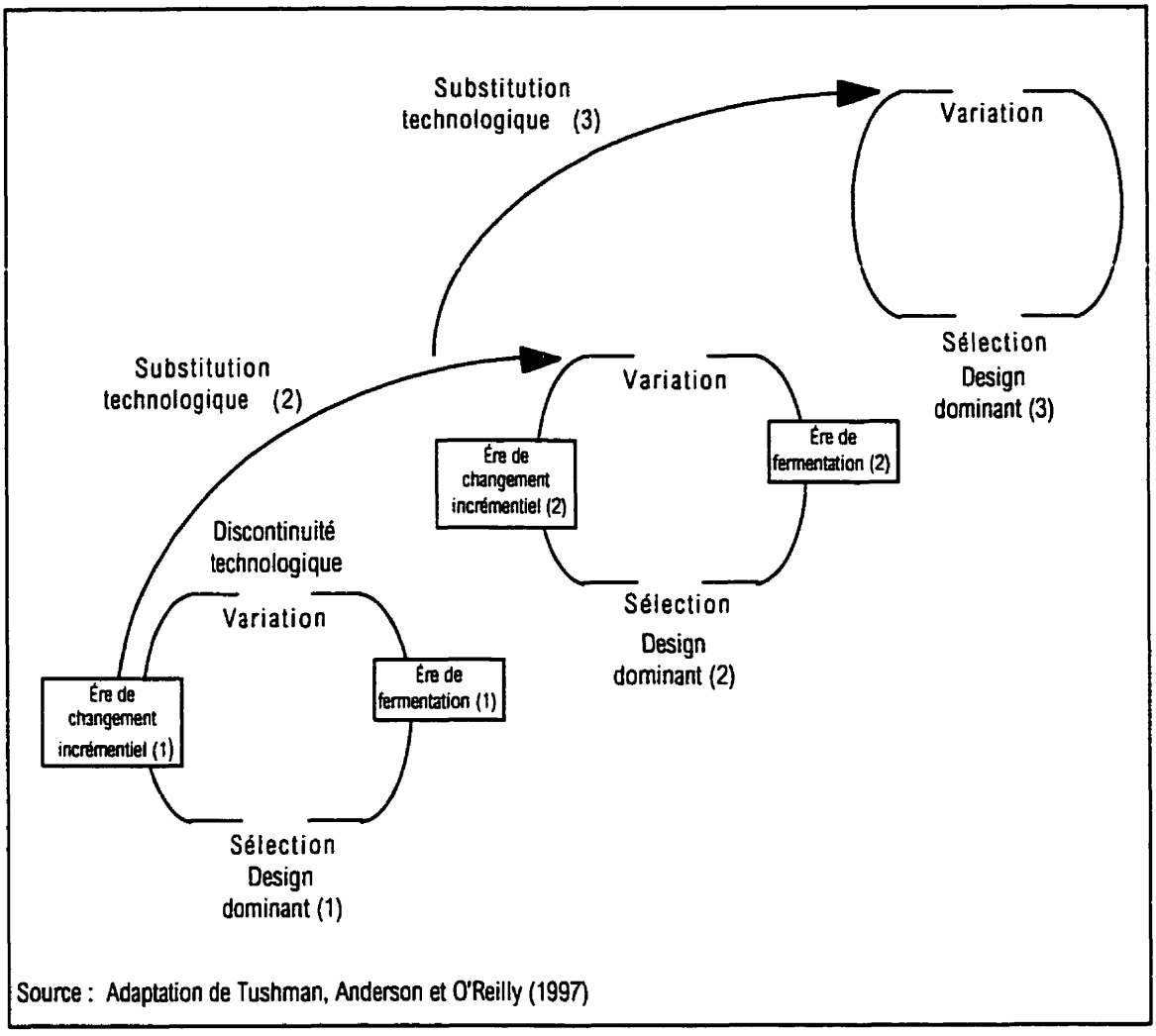
La littérature en management de la technologie s'est enrichie ces derniers années d'ouvrages qui, à notre avis, soulignent enfin l'importance de la dimension "stratégique" de la technologie dans une entreprise ou la dimension "technologique" de la stratégie d'une entreprise (Porter, 1983), selon le point de vue où l'on se situe. L'évolution de la technologie est très bien synthétisée par le paradigme dit de " l'équilibre ponctué" que de plus en plus d'auteurs[36] évoquent dans leurs écrits, ou encore, par la "théorie évolutionniste du changement technologique", dite aussi "économie du changement technologique" autour de laquelle d'autres auteurs[37] préfèrent adhérer. Le paradigme de l'équilibre ponctué est d'ailleurs très bien schématisé par le "modèle[38] cyclique de la technologie" proposé par Tushman, Anderson et O'Reilly (1997) dans leur ouvrage collectif, aussi appelé "modèle des cycles de la technologie" qui est reproduit à la figure 1.11 de la page suivante. En résumé, ce modèle cyclique de la technologie suggère le pattern suivant de l'évolution de la technologie : le changement technologique procède d'abord, durant une certaine période de temps, de manière évolutive ou graduelle ; il s'agit, à ce moment-là, d'évolution technologique ou de changement technologique en continu.

---

[36] Voir, entre autres, Meyer, Brooks et Goes (1990) ; Gersick (1991) ; ainsi que Tushman et O'Reilly (1997).

[37] Voir, entre autres, Nelson et Winter (1982) ; DeBresson (1991) ; Kirat (1991) ; Larue de Tournemine (1991) ; Saviotti (1995a, 1996) ; Metcalfe et Boden (1992). Rappelons que l'annexe B de ce document présente un exposé d'une cinquantaine de pages sur la "perspective évolutionniste" que nous retrouvons aujourd'hui dans de nombreux domaines d'étude, dont le management de la technologie, l'économie, la stratégie, l'étude des organisations et enfin, la biologie.

[38] Les premières versions de ce modèle des cycles de la technologie ont cependant été présentées par Anderson et Tushman (1990, 1991) ; puis il fut développé par la suite par Tushman et Rosenkopf (1992), ainsi que par Tushman et O'Reilly (1997), pour finalement aboutir à la version actuelle que nous proposent Tushman, Anderson et O'Reilly (1997). La figure A.19 présente la version développée antérieurement par Tushman et Rosenkopf (1992).



Source : Adaptation de Tushman, Anderson et O'Reilly (1997)

Figure 1.11 Modèle des cycles de la technologie.

Cette période évolutive ou graduelle est "ponctuée" à l'occasion par une brève période de révolution qui, plus souvent qu'autrement, est provoquée par une discontinuité technologique (événement) qui est suivie par la suite d'une substitution technologique (phénomène ou processus) qui entraîne souvent dans son sillon de grands bouleversements technologiques, mais aussi de grands bouleversements concurrentiels industriels, organisationnels, institutionnels, culturels etc. Après quoi, le cycle de la technologie poursuit son cours évolutif jusqu'à la prochaine période de révolution qui sera enclenchée à nouveau par un événement marquant, à savoir une discontinuité

technologique qui sera suivie ensuite d'un processus de substitution technologique qui entraînera à nouveau dans son sillon d'autres grands bouleversements technologiques, industriels, concurrentiels organisationnels, institutionnels, culturels, etc. ; puis le cycle recommence à nouveau, et ainsi de suite. Prenons un exemple concret pour illustrer ce modèle des cycles de la technologie.

L'industrie du disque audio, par exemple, a connu au cours des dernières décennies plusieurs discontinuités et substitutions technologiques majeures. En effet, du disque rigide de 78 tours/min du début du siècle, la technologie dominante est passée par la suite aux disques de vinyle de 33 et de 45 tours/min, pour finalement connaître, ces dernières années, une autre substitution technologique importante avec l'arrivée sur le marché du disque compact audionumérique, communément appelé "disque CD" (Compact Disk) ; substitution qui s'est d'ailleurs faite en moins de dix ans seulement. Or, de telles discontinuités et substitutions technologiques n'ont pas uniquement affectées les produits en cause, c'est-à-dire les disques rigides d'abord, puis les disques de vinyle ensuite ; les technologies complémentaires (p. ex., tourne-disque ; lecteur de disque compact ; etc.) ont connu elles aussi de grands bouleversements pour s'adapter à ces nouveaux produits. De telles discontinuités et substitutions technologiques ont donc entraîné dans leur sillon de grands bouleversements au niveau des fournisseurs de disques et d'équipements, puis aussi au niveau des distributeurs, des points de vente et de services, ainsi qu'au niveau des consommateurs qui ont vu peu à peu leur tourne-disque conventionnel et leur collection de disques de vinyle de 33 et de 45 tours/min faire désormais partie d'un passé révolu.

Autre point à souligner au sujet du modèle conceptuel des cycles de la technologie vu ci-haut à la figure 1.11, l'évolution de la technologie est marquée par deux événements marquants qui enclenchent deux ères distinctes d'évolution, soit : (1) l'apparition d'une discontinuité technologique, qui enclenche alors une ère dite de "fermentation" qui sera marquée, entre autres, par la variété de produits et de firmes, puis aussi d'incertitude quant à l'avenir de tous ces produits et de toutes ces firmes. Cette ère de fermentation se terminera avec l'arrivée d'un second événement déterminant, à savoir (2) l'apparition d'un design dominant qui enclenche, à son tour, une nouvelle ère dite de "changement incrémentiel" qui est surtout marquée non pas sous le signe de la variété (de produits

et de firmes), mais plutôt sous le signe d'une convergence autour de cette conception dominante. Cette ère de changement de type incrémentiel se poursuivra jusqu'à ce qu'une autre discontinuité technologique vienne perturber l'ordre établi ; puis le cycle recommence de nouveau, ainsi de suite.

1.6.2.3 Dilemme des innovateurs

Ce pattern d'évolution de la technologie (alternance d'évolution et de révolution) est connu depuis longtemps. Un fait nouveau vient cependant bouleverser l'idée selon laquelle la dynamique d'évolution serait fortement dirigée d'abord (1) par des questions relatives à la performance des technologies ou à des produits qui incorporent ces technologies, notamment des augmentations de performance lors de l'ère de fermentation, pour employer la terminologie précédente ; puis l'idée selon laquelle cette dynamique d'évolution serait dirigée ensuite (2) par des questions de coûts, en particulier des diminutions de coûts lors de l'ère de changement incrémentiel. Cette idée maîtresse est d'ailleurs très bien synthétisée par le modèle dynamique d'innovation d'Abernathy et Utterback (1978) qui figure depuis de nombreuses années dans la littérature en management de la technologie et en innovation, lequel modèle fut repris par James Utterback (1994) dans son plus récent ouvrage.

Toutefois, dans son premier ouvrage intitulé The Innovator's Dilemma : When Technologies Cause Great Firms to Fail, Clayton Christensen de la Harvard Business School vient quelque peu ébranler, à notre avis, certaines idées qui sont souvent véhiculées dans la littérature dont, entre autres, le préjugé favorable à l'effet que des augmentations de performance ne peuvent être que bénéfiques aux firmes ou, à tout le moins, ne peuvent leur causer préjudices. Or, c'est bien ce qui s'est passé dans certains secteurs d'activité dont, entre autres, celui des lecteurs de disque dur (ou rigide) informatique (Hard Disk Drive) que Christensen a analysé[39] plus attentivement, d'abord dans sa thèse de doctorat à l'Université Harvard, puis ensuite dans ses publications subséquentes sur le sujet en collaboration, à l'occasion, avec certains collègues de la HBS (Harvard Business School) dont, entre autres, Richard Rosenbloom et Joseph Bower.

---

[39] Voir, entre autres : Christensen (1992c, 1997a) ; Rosenbloom et Christensen (1994) ; Christensen et Rosenbloom (1995) ; Bower et Christensen (1995) ; et enfin, Christensen et Bower (1996).

En bref, la technologie des lecteurs de disque dur informatique a connu plusieurs innovations architecturales au cours des dernières années. C'est ainsi que, de la technologie du disque amovible Winchester de la firme IBM (International Business Machine) qui fut longtemps le design dominant dans l'industrie, soit de 1962 à 1978, la technologie des lecteurs de disque dur informatique est passée ensuite à des dimensions de plus en plus réduites pour pouvoir accommoder des disques de plus en plus petits en diamètre (p. ex., du disque amovible Winchester de 14 po de diamètre, au disque de 8 po ; puis ensuite au disque de 5,25 po ; pour finalement culminer aujourd'hui avec un disque (ou disquette) de 3,5 po de diamètre qui est maintenant le design dominant sur la plupart des ordinateurs personnels et micro-ordinateurs). Phénomène intéressant, certains micro-ordinateurs (p. ex., le Macintosh Performa d'Apple Computer) intègrent à la fois la technologie dominante, c'est-à-dire le lecteur de disquette de 3,5 po pour effectuer, entre autres, la sauvegarde des fichiers informatiques ; puis ils intègrent en plus un lecteur de disque compact (CD), car de plus en plus de logiciels sont maintenant fournis par ce type de média (p. ex., logiciel multimédia). Bref, il y a donc une coévolution de deux technologies concurrentes de lecteurs de disque sur une même plate-forme informatique. Par contre, en lançant sur le marché en 1998 son micro-ordinateur de nouvelle génération iMac, la firme Apple Computer et l'un de ses cofondateurs, nommément Steve Jobs qui est maintenant de retour dans l'entreprise qu'il a fondée en compagnie de Steve Wozniak, viennent de faire un pari audacieux en incorporant uniquement un lecteur de disque compact (CD) sur leur nouvelle plate-forme informatique au look révolutionaire ; le lecteur de disquette conventionnelle de 3,5 po ne faisant plus partie du nouveau micro-ordinateur iMac d'Apple Computer.

Par ailleurs, ces nombreuses innovations architecturales ne se sont pas faites sans heurts, ni douleurs pour les firmes déjà établies dans ce secteur d'activité. Dans ses travaux, Christensen en arrive au constat que certaines firmes qui étaient déjà établies depuis un certain temps dans ce secteur d'activité ont été déclassées de leur position concurrentielle dominante parce que leur produit comportait, affirme-t-il, une "suroffre de performance" par rapport à la demande sur le marché. Dès lors, une firme rivale n'avait qu'à offrir un nouveau mix des mêmes caractéristiques du produit en demande, mais avec un niveau de performance plus conforme à la réalité du marché, laissant ainsi pour compte les firmes établies aux prises avec leurs produits sur-performants et aux

prises également avec leur structure de coûts correspondante, car la poursuite d'une telle stratégie de produits aux performances toujours supérieures ne se fait pas sans frais. Christensen a également observé que la dynamique concurrentielle, ou encore, la base de la concurrence s'est modifiée au fil des ans dans le secteur d'activité lié aux lecteurs de disque dur informatique. C'est ainsi, qu'au tout début, les produits et les firmes se livraient concurrence sur la base de la capacité d'emmagasinage d'information d'un disque dur informatique qui était alors une caractéristique fort importante. Puis, peu à peu, la base de la concurrence s'est tournée vers d'autres caractéristiques dominantes, soit : la taille du lecteur de disque ; puis ensuite, sa fiabilité ; et enfin, son prix qui fut un facteur déterminant uniquement en dernier lieu (Christensen, 1997a).

C'est d'ailleurs en grande partie en raison des travaux de Christensen que nous avons pris en considération, dans notre schéma d'analyse, le fait que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) offerts sur le marché et ce, non seulement au niveau des caractéristiques comme telles desdits produits, mais également au niveau du mix de ces caractéristiques, c'est-à-dire la façon avec laquelle celles-ci sont configurées ou agencées dans chacun desdits produits de l'entreprise. Comme nous allons le voir plus loin, la performance des produits technologiques d'une entreprise se mesure en fonction de ses caractéristiques. Dès lors, lorsqu'une entreprise se retrouve aux prises avec une "suroffre de performance" par rapport à la demande ou à la réalité du marché, c'est souvent parce qu'elle accorde une trop grande importance à certaines caractéristiques par rapport à d'autres, le mix des caractéristiques ne correspondant plus, à ce moment-là, à la réalité du marché (p. ex., des micro-ordinateurs de plus en plus petits, plus puissants et moins coûteux ; l'arrivée de logiciels multimédia qui nécessitent un substrat pouvant emmagasiner une plus grande quantité d'information ; etc.).

1.6.3 Modification et protection du potentiel stratégique d'une entreprise

Outre les forces évolutionnistes de l'environnement aussi bien interne qu'externe qui viendront influencer de manière favorable ou défavorable le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise, un fait demeure, une fois constitué avec les ingrédients nécessaires en termes de

ressources, de capacités, de compétences et de compétences dites "distinctives", ce potentiel ne restera vraisemblablement pas à son état initial en permanence, il sera en tout temps influencé par de nombreux facteurs qui, tantôt auront pour effet d'augmenter le "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise, tantôt pour effet de le diminuer. Pour analyser plus en profondeur ce point particulier, nous allons nous référer aux auteurs Ingemar Dierickx et Karel Cool de l'INSEAD, soit l'Institut Européen d'Administration des Affaires qui est situé à Fontainebleau en France, qui ont développé, il y a quelques années, la notion de "stock d'actifs stratégiques" que nous avons évoquée à maintes reprises dans les pages précédentes pour désigner la base de ressources, de capacités, de compétences et compétences distinctives d'une entreprise qui représente, rappelons-le, le socle sur lequel celle-ci pourra édifier son propre "potentiel stratégique technologique". Dans leur schéma d'analyse, ces auteurs proposent tout d'abord une distinction entre le "stock" comme tel des actifs d'une entreprise et le "flux" avec lequel ce stock pourrait être modifié : le postulat étant que le stock d'une entreprise varie plus lentement que le flux avec lequel ce stock pourrait être ajusté ou modifié. Pour étayer leur argument, Dierickx et Cool (1989) utilisent la métaphore de la baignoire qu'ils énoncent comme suit : « A crucial point illustrated by the bathtub metaphor is that while flows can be adjusted instantaneously, stocks cannot. It takes a consistent pattern of resource flows to accumulate a desired change in strategic asset stocks. », (p. 1506).

S'inspirant en partie des travaux de Dierickx et Cool (1989, 1994), nous sommes à même de proposer le modèle simple qui apparaît à la figure 1.12 de la page suivante qui nous permet de schématiser la distinction entre, d'une part, la notion de "stock d'actifs stratégiques" que ces auteurs tentent de faire valoir ; et d'autre part, les notions de "flux intrant" et de "flux extrant" avec lesquels ce stock pourrait être modifié et ce, soit par les actions volontaristes des dirigeants de l'entreprise, soit par les actions opportunistes des concurrents du secteur d'activité dans lequel oeuvre l'entreprise ; puis qui pourrait aussi être modifié par un changement quelconque qui pourrait survenir dans l'environnement dans lequel évolue l'entreprise.

Dans tous les cas, l'entreprise devra se doter de moyens appropriés (p. ex., barrières légales ; barrières industrielles à l'entrée, à la sortie, à la mobilité ; barrières institutionnelles ; barrières à l'imitation ; mécanismes d'isolation) pour protéger son "stock d'actifs stratégiques" et protéger son "potentiel stratégique technologique". Examinons les divers éléments de ce modèle.

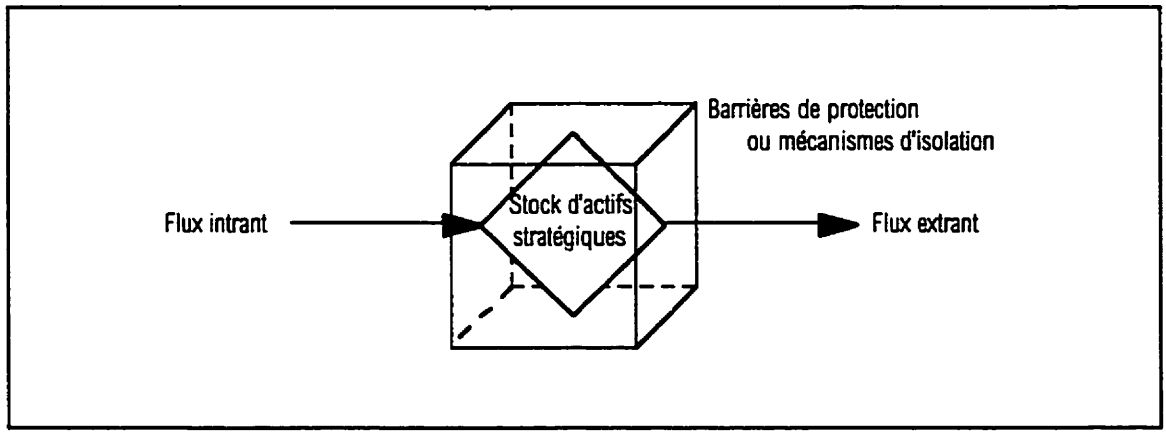


Figure 1.12 Modification et protection du stock d'actifs stratégiques d'une entreprise.

1.6.3.1 Flux intrant

D'une part, une entreprise pourrait voir son "stock d'actifs stratégiques" augmenter au moyen notamment d'investissements aussi bien (1) en formation et en perfectionnement, en ce qui concerne plus particulièrement ses ressources humaines ; que d'investissements (2) en acquisition, en ce qui concerne les autres catégories de ressources et de capacités qui sont aussi utilisées par l'entreprise (p. ex., physiques ; technologiques ; organisationelles ; informationnelles) et ce, soit dans le but (1) d'entretenir ses ressources, ses capacités, ainsi que ses compétences actuelles pour éviter, entre autres, leur obsolescence ou leur désuétude (p. ex., par des investissements en formation et en perfectionnement), soit dans le but (2) d'acquérir de nouvelles ressources et de nouvelles capacités (p. ex., par des investissements en acquisition).

Enfin, d'autres buts visés seraient de développer de nouvelles compétences, de régénérer ou de rafraîchir ses compétences existantes (p. ex., par des investissements en formation et en perfectionnement ; par l'embauche de nouveau personnel ; etc.). La figure A.6 fournie en annexe A de ce document nous montre les cinq axes au moyen desquels une entreprise peut effectuer une meilleure exploitation de ses ressources et de ses compétences actuelles, selon Hamel et Prahalad (1995). Par ailleurs, comme l'indique la boucle de rétroaction qui figure à l'intérieur de notre modèle conceptuel (voir figure 1.2), la performance comme telle d'une entreprise pourrait avoir un effet de renforcement positif sur la base de ressources, de capacités et de compétences de l'entreprise et donc, sur son potentiel stratégique. Comme le dit si bien l'expression populaire : « success breeds success ». Dès lors, une entreprise qui afficherait, par exemple, une performance financière favorable qui lui générerait des liquidités additionnelles pourrait très bien les réinvestir dans sa base de ressources, de capacités et de compétences afin, par exemple, d'augmenter son "stock d'actifs stratégiques", ou encore, d'enrichir, de parfaire ou d'affiner certains éléments particuliers, telles ses compétences. Par ailleurs, avec le temps, les efforts appropriés et l'expérience dans le métier, lesdites compétences pourraient elles aussi s'enrichir ou s'affiner davantage ; contribuant par le fait même à augmenter en qualité le "stock d'actifs stratégiques" de l'entreprise. La firme japonaise Sony, par exemple, n'a pas développé du jour au lendemain ses compétences connues et reconnues mondialement en matière de miniaturisation et de développement de nouveaux produits. Pour développer de telles compétences, il lui a sans doute fallu beaucoup de temps et d'efforts.

Un autre aspect non négligeable au sujet de l'effet de renforcement positif de la performance d'une entreprise sur sa base de ressources, de capacités et de compétences ; une entreprise qui afficherait, par exemple, régulièrement une performance positive et, peut-être même aussi, une performance exceptionnelle, pourrait possiblement voir sa "juste valeur marchande" ou la valeur de ses actions augmenter sur les marchés financiers ou boursiers ; contribuant, par le fait même, à augmenter son stock d'actifs stratégiques, en particulier au niveau de ses ressources et de ses capacités financières par une appréciation de ses actions, dans le cas d'une entreprise publique, ou par une augmentation de sa juste valeur marchande dans le cas d'une entreprise privée.

En effet, sans qu'il soit vraiment nécessaire de discuter longuement de la question de la "création de valeur économique" d'une entreprise, soulignons simplement le fait que la "juste valeur marchande" d'une entreprise (publique ou privée), ou la valeur de ses actions cotées en bourse, dans le cas spécifique d'une entreprise publique, sont souvent des facteurs tout aussi importants que ses bénéfices d'exploitation ou ses dividendes qui sont versés aux actionnaires. D'ailleurs, il arrive parfois que certaines Sociétés d'investissement en capital de risques ou en capital patient exigent des dirigeants d'une entreprise en démarrage ou d'une entreprise en redressement, par exemple, dans lesquelles elles investissent de ne pas verser de dividendes pendant un certain temps, mais plutôt de réinvestir en partie ou en totalité les bénéfices dans l'entreprise ; ce qui a pour effet d'augmenter le "stock d'actifs stratégiques" de l'entreprise, puis aussi d'augmenter, voire enrichir son "potentiel stratégique technologique" en raison de tels investissements.

Donc, en résumé, une entreprise pourrait voir son "stock d'actifs stratégiques" augmenter tant par des investissements en formation et en perfectionnement, que par des investissements en acquisition. Puis, l'entreprise pourrait voir également son "stock d'actifs stratégiques" augmenter grâce à l'effet de renforcement positif de sa performance (boucle de rétroaction dans notre modèle conceptuel) sur sa base de ressources, de capacités et de compétences ; puis augmenter grâce à l'effet de synergie et de complémentarité entre les diverses entités ou unités opérationnelles dans le cas, par exemple, des grandes entreprises structurées en divisions ou en filiales, comme nous l'avons vu dans les pages précédentes avec le cas de la Société Bombardier Inc. qui mise sur l'effet de synergie entre ses différentes entités au sein du Groupe Bombardier Aéronautique. Enfin, pour clore sur ce sujet, soulignons qu'il existe d'autres façons pour une entreprise d'augmenter son "stock d'actifs stratégiques", notamment par le biais d'actifs dits "accessibles à l'externe" (p. ex., par le biais de partenariat, de la coopération, de la collaboration interfirme, d'alliances stratégiques ; par le biais du réseautage ou du maillage d'entreprises ; etc.), ou encore, par le biais d'actifs dits "complémentaires" ou "collatéraux" (p. ex., un réseau de distribution et de mise en marché ; un réseau de support à la clientèle ou de service après-vente ; etc.).

1.6.3.2 Flux extrant

D'autre part, l'entreprise pourrait également voir son "stock d'actifs stratégiques" diminuer pour plusieurs raisons. D'abord, il pourrait tout simplement s'agir d'une décision d'affaires (p. ex., une décision de désinvestissement ou de retranchement d'une ligne d'affaires ou de produits, ou encore, d'un secteur d'activité devenu moins attrayant d'un point de vue de la croissance ou de la rentabilité ou parce que la position relative de la firme dans ce secteur, telle sa part de marché, est elle-même devenue moins attrayante sous ces points de vue ; etc.). Dès lors, l'entreprise pourrait décider de se retirer de ce secteur d'activité ou d'abandonner une ligne d'affaires ou de produits en délestant, par exemple, certains éléments d'actifs ou en liquidant ses actifs en partie ou en totalité (p. ex., la vente de ses droits d'exploitation ou de commercialisation ; la vente de l'entreprise ou d'une partie de l'entreprise comme une filiale, une division, une société affiliée, etc.). Pensons, par exemple, à la décision du constructeur aéronautique suédois Saab Aircraft AB qui a annoncé qu'il se retirait définitivement de la fabrication d'avions régionaux à la mi-1999 ; puis, pensons aussi à la décision de l'ex-consortium Aero International (Regional) d'abandonner sa ligne complète d'avions régionaux à turbopropulsion qui était, à ce moment-là, fabriquée au Royaume-Uni ; ce qui a entraîné la fermeture définitive des installations du constructeur aéronautique écossais Jetstream Aircraft Ltd et, conséquemment, la radiation dans les livres de la compagnie qui en était propriétaire (British Aerospace plc) de tous les actifs de sa filiale ; ce qui, bien entendu, constitue une perte nette, ainsi qu'une diminution substantielle du "stock d'actifs stratégiques" de l'entreprise (BAe).

Mise à part une décision d'affaires, une entreprise pourrait également voir son "stock d'actifs stratégiques" diminuer en raison d'une mauvaise gestion de ce stock. C'est ainsi, par exemple, qu'une entreprise qui ne prête pas suffisamment d'attention au renouvellement de son "stock d'actifs stratégiques", notamment le renouvellement de ses compétences, pourrait un jour se retrouver avec des compétences devenues obsolètes ou en "dissonance stratégique" avec la base de l'avantage concurrentiel de l'industrie ou du secteur d'activité dans lequel oeuvre cette entreprise, pour employer ici la terminologie de Burgelman et Grove (1996b) que nous avons utilisée auparavant (voir figure A.14). De plus, l'entreprise pourrait voir également son "stock d'actifs

stratégiques" diminuer en raison d'une surexploitation ou d'une mauvaise gestion de ses ressources existantes comme, par exemple, ses ressources humaines ; ce qui pourrait alors avoir pour effet, entre autres, d'entraîner l'exode de ses meilleurs talents vers ses concurrents ou d'autres firmes, ou encore, avoir pour effet de provoquer des départs forcés ou volontaires de son personnel ou d'occasionner l'épuisement personnel ou professionnel (burn-out) de ses ressources humaines. Outre les ressources humaines, d'autres types de ressources peuvent également faire les frais d'une mauvaise gestion au sein d'une entreprise. C'est ainsi, par exemple, que l'absence ou encore le manque d'entretien préventif ou correctif au niveau des équipements et des bâtiments d'une entreprise pourrait possiblement précipiter leur érosion ou engendrer une certaine dépréciation prématurée de ce type d'actifs qui pourrait, en plus, engendrer une certaine baisse de productivité ou de compétitivité dans l'entreprise. Puis, il pourrait arriver aussi que des mauvaises décisions d'investissements prises par le passé (p. ex., mauvais choix technologiques) aient eu pour effet de gaspiller une partie du "stock d'actifs stratégiques" qu'une entreprise détenait, à ce moment-là ; lequel stock pourrait par la suite prendre un certain temps à se régénérer. Ceci est d'autant plus vrai s'il s'agit d'éléments d'actifs de nature intangible comme sa culture, sa réputation, l'image de marque de ses produits (biens et services) ou de ses compétences qui sont tous des éléments d'actifs qui prennent généralement un certain temps à se développer ou à changer lorsque cela devient nécessaire comme, par exemple, lorsqu'une culture d'entreprise devient trop monolithique ou lorsque l'image de marque de ses produits devient ternie pour une raison ou pour une autre.

Enfin, l'entreprise pourrait voir son "stock d'actifs stratégiques" diminuer pour plusieurs autres raisons. Entre autres, si l'entreprise s'est enlisée sur une trajectoire de déclin (Miller, 1990, 1991) ; on pourrait dire sans trop d'exagération que son "potentiel stratégique technologique" se retrouve désormais sur une tangente descendante, si cela a pour effet, en bout de ligne, d'entraîner la chute comme telle de l'entreprise, comme l'a si bien illustré Danny Miller de l'École des Hautes Études Commerciales (HEC) de Montréal et de l'Université Columbia à New York dans ses travaux sur cette question qu'il a appelle le "Paradoxe d'Icare", en référence au personnage (Icare) de la mythologie grecque pour qui le succès avait entraîné sa perte. Puis, il se pourrait aussi que ses capacités clés (core capabilities) se soient mutées en rigidités clés (core rigidities), pour employer

la terminologie de Leonard-Barton (1992) ou bien que l'entreprise soit tombée dans un piège de compétence (competency trap) pour employer, cette fois-ci, la terminologie de Levitt et March (1988). D'ailleurs, au sujet du phénomène d'érosion ou de dépréciation des actifs stratégiques d'une entreprise, Arrègle nous propose une représentation intéressante de ce phénomène, comme le montre à cet effet la figure 1.13 ci-après.

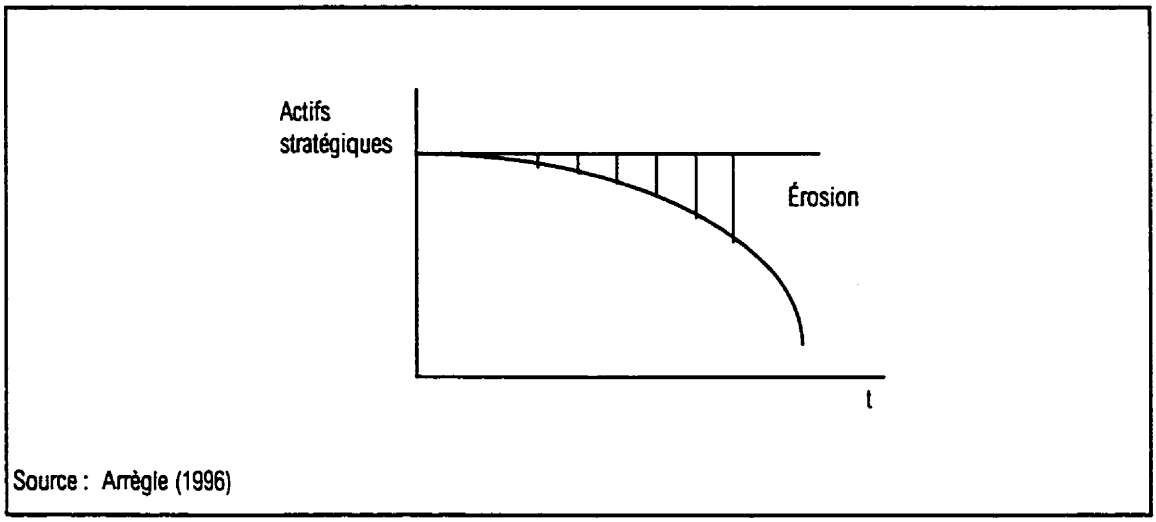


Figure 1.13 Dépréciation des actifs stratégiques d'une entreprise.

La forme que prend l'usure des actifs stratégiques d'une entreprise est importante, car elle est fréquemment exponentielle, comme nous l'explique ici Jean-Luc Arrègle (1996) : « Cela a pour conséquence une très faible érosion des actifs dans les premières années puis cette érosion s'amplifie pour prendre une dimension catastrophique pour l'entreprise. », (p. 30). De fait, il n'est pas rare de voir des firmes jadis dominantes dans leur secteur d'activité être éclipsées de leur position concurrentielle en quelques années seulement lorsque leurs atouts stratégiques d'antan commencent tout à coup à s'éroder très rapidement lorsque survient, par exemple, un changement important quelconque dans son environnement aussi bien interne qu'externe (p. ex., le départ de certaines personnes clés ; une discontinuité technologique ; l'arrivée d'un nouveau concurrent dans le secteur ; etc.).

Par contre, il y a d'autres situations où le "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise pourrait diminuer pour des raisons qui pourraient être en dehors du contrôle des dirigeants. C'est le cas notamment du phénomène d'érosion naturelle due tout simplement au passage normal du temps comme, par exemple : la durée de vie normale du personnel de l'entreprise (ressources humaines) ; la durée de vie normale prévue des bâtiments et des équipements d'une entreprise (ressources physiques et technologiques) ; la durée maximale de protection conférée à un brevet d'invention ; la durée d'utilisation maximale d'une licence (p. ex., une licence d'exploitation ou de commercialisation d'une technologie de produit ou d'un procédé) ; la durée d'un droit d'exploitation d'une ressource naturelle quelconque (p. ex., droit minier, droit forestier, droit de pêche, etc.) ou du fait que ladite ressource est complètement épuisée ou doit être protégée comme c'est le cas, par exemple, pour les entreprises qui tirent leur subsistance d'une ressource naturelle quelconque (p. ex., quotas de pêche ; de coupe de bois ; etc.). Enfin, bref, une entreprise forestière (p. ex., une scierie ; une usine de panneaux de contre-plaqués) qui n'a plus d'approvisionnements en bois ou une entreprise minière qui n'a plus de minerai à exploiter sont chacune dans une position qui n'a rien pour enrichir leur "stock d'actifs stratégiques", en particulier au niveau de leurs matières premières qui est l'un des intrants essentiels de toutes entreprises manufacturières ou de transformation.

Outre le phénomène d'érosion naturelle que les dirigeants d'entreprises ne contrôlent pas, le "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise pourrait également diminuer en raison d'une érosion due aux forces de la concurrence au sein du secteur d'activité dans lequel oeuvre l'entreprise dont, entre autres, la menace de produits substituts ou de remplacement, la menace de nouveaux entrants ou de nouveaux arrivants dans le secteur, le pouvoir des fournisseurs et celui des clients, l'intensité de la concurrence au sein du secteur d'activité, comme nous l'avons vu précédemment dans le premier modèle conceptuel de Michael Porter (1980), soit le modèle d'analyse des industries et de la concurrence (voir figure 1.10). Le "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise pourrait également diminuer en raison d'un changement quelconque qui survient dans les règles du jeu de la concurrence et du commerce international (p. ex., le phénomène de la globalisation des marchés et de la concurrence ; la libéralisation ou la déréglementation de certains secteurs d'activité, telle la téléphonie, la câblodistribution, le transport aérien, les services financiers, le camionnage, etc.).

La déréglementation du secteur de la téléphonie interurbaine au Canada a eu pour effet de mettre fin au monopole de Bell qui a vu alors ses parts de marché s'effriter rapidement. Cela obligea l'entreprise à réduire ses effectifs de façon importante ; ce qui signifie, à ce moment-là, une diminution de ses actifs stratégiques en matière de ressources et de capacités humaines, puis de compétences. Fait à souligner, alors qu'une augmentation de la concurrence entraîne en général des diminutions de prix en faveur des clients, la déréglementation de la téléphonie interurbaine au Canada a eu tout l'effet contraire sur la téléphonie locale, soit une augmentation du tarif de base.

Enfin, le "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise pourrait aussi diminuer en raison d'un changement quelconque dans l'environnement externe de l'entreprise. Du côté de la demande, par exemple, il pourrait s'agir d'un changement qui survient au niveau des goûts ou des préférences des consommateurs, qu'ils soient individuels ou industriels. Par exemple, comme nous allons le voir au chapitre 3, la « Jet Mania » qui secoue depuis quelque temps le secteur de l'aviation régionale a grandement bénéficié aux manufacturiers d'avions régionaux à réaction tel Bombardier Aéronautique qui a su innover et mettre sur le marché au bon moment son Regional Jet de Canadair de 50 places qui allait s'avérer, en rétrospective, répondre aux nouveaux goûts des consommateurs et à leurs nouvelles préférences pour des avions régionaux plus rapides et ayant une plus grande autonomie de vol qui leur permettent ainsi d'éviter les plaques-tournantes et les aéroports très achalandés, en particulier aux États-Unis. Le nouvel appareil Regional Jet de Canadair allait donc répondre à ces nouveaux besoins du marché avec les résultats que l'on connaît aujourd'hui, c'est-à-dire plus de 632 appareils commandés du Regional Jet de Canadair de 50 et 70 places, en mars 1999. Notons qu'au tout début, le Regional Jet de Canadair fut accueilli avec beaucoup de scepticisme par les gens de l'industrie, comme nous allons le voir plus loin au chapitre 3 (Air Transport World, Feb. 1998, p. 41).

Du côté de l'offre, il pourrait s'agir d'un changement technologique qui pourrait avoir pour effet d'affecter le "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise, telle l'apparition d'une discontinuité technologique majeure qui pourrait alors être suivie par une substitution technologique, comme nous l'avons vu dans les pages précédentes dans le modèle des cycles de la technologie (voir figure 1.11), ou il pourrait s'agir de l'introduction d'une innovation de type radical, révolutionnaire, modulaire ou

architecturale qui aurait pour effet d'affecter de manière défavorable le "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise en rendant, par exemple, ses compétences désuètes ou obsolètes (voir figure A.26 et tableau A.2). Par ailleurs, il pourrait aussi s'agir d'un changement au niveau de la normalisation ou de la standardisation[40] d'un produit ou d'une technologie ; ce qui aurait alors pour effet de réduire la variété technologique au niveau de l'offre, puis de forcer en quelque sorte la compatibilité entre les divers produits concurrents ou les divers produits connexes offerts sur le marché (p. ex., logiciels compatibles pour micro-ordinateurs Apple et IBM qui utilisent leur propre système d'exploitation). Tous ces changements d'ordre contextuel ont potentiellement le pouvoir d'éroder ou de déprécier le "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise ; ce qui, par la même occasion, pourrait affecter son "potentiel stratégique technologique" car celui-ci tire sa source ou sa substance du stock même de ressources, de capacités, de compétences et de compétences distinctives de l'entreprise.

Enfin, l'entreprise pourrait voir son "stock d'actifs stratégiques" diminuer en raison d'une mauvaise performance répétée comme, par exemple : des pertes financières cumulatives ; une baisse régulière de la valeur du titre ou de l'action de l'entreprise sur les marchés boursiers ; une dévaluation de la "juste valeur marchande" de l'entreprise, même si sa valeur comptable (valeur aux livres) demeure inchangée à court terme ; ce qui aurait pour effet, à ce moment-là, d'engendrer un effet de renforcement négatif sur le "stock d'actifs de l'entreprise" dans le cas, par exemple, où les dirigeants n'auraient d'autres choix que de rationaliser leurs opérations pour tenter de retrouver le chemin de rentabilité (p. ex., par des mises-à-pied massives de leur personnel ; des fermetures de certaines lignes d'affaires ou de produits devenues moins rentables, ou encore, des fermetures de départements, de bureaux de ventes, de divisions, de filiales, voire la fermeture d'une usine au complet ou la mise en vente des actifs de l'entreprise en partie ou en totalité, etc.). Enfin, à toutes les fois qu'une entreprise liquide une partie de ses actifs, il s'en suit directement que le contenu de son "potentiel stratégique technologique" s'en trouve affecté à un degré ou à un autre.

---

[40] Plusieurs auteurs ont contribué à l'étude de la normalisation et de la standardisation d'un produit ou d'une technologie. Citons, entre autres, les contributions de Dominique Foray de l'Université Paris Dauphine, ainsi que Paul David (Foray, 1989, 1990, 1993, 1994, 1996 ; David, 1985, 1987 ; David et Greenstein, 1990).

Outre la juste valeur marchande de l'entreprise, une dévaluation de ses placements pourrait également se produire. Par exemple, dans le cadre d'un règlement au sujet d'une réclamation de le projet Eurotunnel auquel la Société Bombardier Inc. avait participé, celle-ci a reçu, en 1994, quelque 25 millions d'actions d'Eurotunnel d'une valeur en date du règlement de 9,70 $ par unité d'actions. À cela s'ajoutent environ 5 millions d'actions additionnelles que Bombardier Inc. a acquises par la suite à une valeur nominale de 5,91 $ par d'unité d'actions. Or, il se trouve qu'à la fin de son exercice clos le 31 janvier 1996, la valeur du titre d'Eurotunnel est tombée à 1,68 $ par unité d'actions ; ce qui a entraîné une dévaluation du placement en question, tant et si bien que la Société Bombardier Inc a dû comptabiliser une moins-value de quelque 231,4 millions $ dans ses états financiers consolidés de cet exercice, soit 155 millions $ après impôts sur le revenu ; ce qui a eu pour effet de réduire le bénéfice net à 153,8 millions $ (Bombardier Inc. Rapport annuel. Exercice clos le 31 janvier 1996).

En résumé, plusieurs facteurs peuvent agir sur le "flux intrant" pour augmenter le "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise ou agir sur le "flux extrant" pour le faire diminuer, que ces facteurs soient (1) d'ordre organisationnel, comme ceux qui sont sous le contrôle des dirigeants de l'entreprise (p. ex., une décision d'investissement, de désinvestissement ou de retranchement d'un secteur d'activité) ; (2) d'ordre contextuel (p. ex., un changement quelconque qui survient dans l'environnement de l'entreprise) ; (3) d'ordre institutionnel (p. ex., la déréglementation d'un secteur d'activité, la normalisation) ; et enfin (4) d'ordre circonstanciel comme, par exemple, une décision ou un choix stratégique qui s'avère, ex post facto, être un mauvais choix (p. ex., le lancement d'un nouveau produit qui n'obtient pas le succès espéré ; l'ouverture d'un bureau de vente à l'étranger ; l'introduction d'un nouveau procédé de fabrication ; etc.). Or, ce qu'il faut bien comprendre ici, c'est que lorsque le "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise se retrouve affecté d'une manière ou de l'autre, aussi bien en quantité qu'en qualité, le "potentiel stratégique technologique" de l'entreprise se retrouve lui aussi affecté, puisque ce dernier tire justement sa substance ou sa force même du stock de ressources, de capacités, de compétences et de compétences distinctives de l'entreprise.

1.6.4 Gestion et protection du stock d'actifs stratégiques d'une entreprise

Le "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise peut donc subir une érosion, ou encore, une dépréciation sous l'influence d'une multitude de facteurs ; qu'ils soient d'ordre organisationnel, contextuel, institutionnel, circonstanciel ou de tout autre ordre. Même si plusieurs de ces facteurs demeurent en dehors du contrôle des dirigeants de l'entreprise (p. ex, l'érosion naturelle due au passage normal du temps), ceux-ci ont tout de même à leur disposition une panoplie de moyens et disposent souvent de toute la latitude nécessaire pour éviter que survienne une érosion accélérée ou une dépréciation prématurée du "stock d'actifs stratégiques" de leur entreprise. Parmi ces différents moyens, il y a d'abord ceux qui concernent (1) les méthodes de gestion de son "stock d'actifs stratégiques" ; puis il y a ensuite ceux qui concernent (2) les méthodes ou les mécanismes de protection de son "stock d'actifs stratégiques". À cet égard, plusieurs techniques et outils de gestion existent déjà, tel le système MRT (Management des ressources technologiques) qui a été proposé, il y a quelques années, par l'ingénieur Jacques Morin de France, en collaboration avec son collègue Richard Seurat (Morin, 1985 ; Morin et Seurat, 1989).

Même si cette méthode de gestion s'adresse aux ressources technologiques d'une entreprise, plusieurs de ses principes directeurs s'appliquent aussi bien aux autres catégories de ressources d'une entreprise. Brièvement, soulignons que le système MRT gravite autour de six fonctions clés du management des ressources technologiques d'une entreprise, à savoir : trois fonctions dites "actives", soit les fonctions : optimiser, enrichir et sauvegarder ; auxquelles s'ajoutent trois fonctions dites "de soutien", soit les fonctions : inventorier, évaluer et surveiller (voir figure A.12). Outre les moyens liés à la gestion, les dirigeants ont aussi à leur disposition différents moyens de protection du "stock d'actifs stratégiques" de leur entreprise parmi lesquels figurent les mécanismes d'isolation, les barrières à l'imitation et plusieurs autres formes de barrières ou de mécanismes d'isolation ou de protection que l'entreprise peut utiliser pour protéger son "stock d'actifs stratégiques". Examinons brièvement ces différents moyens de protection.

1.6.4.1 Barrières légales

Évidemment, l'un des premiers mécanismes de protection qui nous vient en tête concerne les barrières légales de protection qui peuvent être conférées par certaines agences officielles ou accréditées de réglementation ou de coordination (p. ex., OPIC : Office de la Propriété Intellectuelle du Canada ; OMPI : Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle) à certains éléments du "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise (p. ex., à des brevets d'invention ; à des marques de commerce déposées ; à des appellations commerciales ; à des droits d'auteurs et à tous autres droits de propriété industrielle et/ou intellectuelle ; à des dessins industriels, plans, devis, logos ; à des topographies de circuits imprimés ; à des secrets industriels ; etc.). Dès lors, une entreprise qui se voit tout à coup lésée au niveau de ses droits de propriété intellectuelle (p. ex., la violation d'un de ses brevets d'invention ou de ses droits d'auteurs) a un recours légal même si, dans les faits, l'exercice d'un tel droit ne se fait pas sans frais. Pensons ici au litige qui a opposé aux États-Unis, il y a quelques années, la firme Polaroid qui détenait les brevets d'invention de la technologie de la photographie instantanée à la firme Eastman Kodak qui avait tenté, à ce moment-là, de s'approprier indûment les bénéfices de cette invention lorsque Polaroid fit appel à ses services en tant que sous-traitants.

Après dix années de bataille juridique devant les tribunaux et 10 millions $US plus tard en frais judiciaires pour Polaroid, la firme Kodak fut finalement reconnue coupable par un tribunal américain d'avoir copié illégalement la technologie de la photographie instantanée mise au point par la firme Polaroid et dont elle avait pris soin de protéger au moyen d'un "bouclier de brevets", comme on dit communément. Dès lors, du jour au lendemain, 6 millions de consommateurs se sont donc retrouvés avec un produit orphelin, puisque le tribunal avait émis une injonction pour faire cesser la fabrication et la commercialisation des produits de Kodak qui enfreignaient les brevets d'invention de Polaroid en matière de photographie instantanée ; ce qui n'était pas sans conséquences, puisque la firme Kodak avait investi 230 millions $US pour construire une usine moderne de fabrication de la technologie qu'elle voulait ainsi copier et qui employait, à ce moment-là, quelque 800 salariés.

Enfin, en 1990, cette saga pris fin lorsqu'une entente hors cour fut conclue entre les deux béligérants qui prévoyait que la firme Eastman Kodak verse un montant de 925 millions $US en dommages et intérêts à la firme Polaroid ; ce qui est considérable, certes, mais tout de même inférieur au montant de 10 milliards $US que lui réclamait la firme Polaroid en dommages et intérêts (Schnaars, 1994, p. 237 ; voir tableaux A.8 et A.9). Cet exemple illustre bien l'importance des barrières légales de protection et ce, même si la protection accordée à certains types de propriété intellectuelle, tels les brevets d'invention ou les droits d'auteur dans le cas des logiciels, est plus ou moins efficace. Par ailleurs, l'entreprise peut se doter elle-même d'instruments de protection qui auront une portée légale en cas de litige (p. ex., par le biais d'ententes de confidentialité, de non divulgation d'information, d'exclusivité ou de non concurrence ; par le biais du secret industriel et/ou professionnel ; d'accords commerciaux ; des contrats de vente, d'achat, de location, de location-exploitation ou de cession-bail ; de cession d'une licence d'exploitation, de commercialisation ; d'une entente de transfert technologique ; d'un protocole de coopération, de collaboration, de partenariat, d'une alliance stratégique ; etc.).

1.6.4.2 Barrières industrielles

Une autre forme bien connue de protection qui fut popularisée, entre autres, par Michael E. Porter de la Harvard Business School, concerne les barrières à l'entrée et à la sortie d'un secteur d'activité (p. ex., les actifs spécialisés), ainsi que les barrières à la mobilité d'un secteur industriel à l'autre ou bien d'une industrie à l'autre (Porter, 1980). Parmi les principales barrières à l'entrée que doivent surmonter les nouveaux arrivants pour s'immiscer dans un secteur d'activité, citons entre autres : les économies d'échelle ; l'image de marque des produits déjà existants sur le marché et les coûts souvent irrécouvrables (sunk costs) qui sont nécessaires pour rivaliser avec une telle image de marque (p. ex., coûts en publicité, marketing, promotion, etc.) ; les capitaux nécessaires pour pénétrer un secteur d'activité qui est à forte intensité en capitaux (p. ex., l'industrie aérospatiale, l'industrie aéronautique, l'industrie automobile, etc.) ; un accès privilégié à certaines ressources (p. ex., accès privilégié aux matières premières, aux canaux de distribution, à certains fournisseurs ou clients particuliers dans la courbe de diffusion comme les clients innovateurs et les

adopteurs précoces (early adopters) ; etc.) ; un avantage absolu au niveau des coûts dont peuvent bénéficier certaines entreprises déjà bien établies dans un secteur d'activité en raison, par exemple, de leur courbe d'expérience exclusive ou de leur courbe d'apprentissage ; les coûts de transfert, de conversion, de substitution que doivent encourir les clients d'une entreprise s'ils veulent changer de fournisseur ; et enfin, l'attente d'une riposte de la part des firmes établies dans un secteur d'activité est souvent un argument dissuasif suffisant pour tenir au large les futurs entrants potentiels qui voudraient s'immiscer dans ce secteur d'activité (voir figure 1.10).

1.6.4.3 Barrières institutionnelles

Aux barrières industrielles à l'entrée, à la sortie et à la mobilité, peuvent également s'ajouter des barrières institutionnelles comme, par exemple, certaines politiques gouvernementales visant à limiter ou à restreindre le nombre de firmes au sein d'un secteur d'activité en particulier (p. ex., le secteur de la production et de la distribution de l'électricité au Québec et dans plusieurs autres provinces) ou, à l'inverse, à augmenter le nombre de firmes (p. ex., la déréglementation des secteurs d'activité liés au transport aérien ; au camionnage ; à la câblodistribution ; à la téléphonie interurbaine ; aux services financiers ; etc.). Dès lors, si une entreprise bénéficie de certaines barrières de protection industrielles et/ou institutionnelles, son "stock d'actifs stratégiques" est, par le fait, même quelque peu protégé par ces différentes barrières et, ce faisant, son "potentiel stratégique technologique" est lui aussi protégé, puisque l'un découle en partie de l'autre, comme nous l'avons expliqué à maintes reprises auparavant.

1.6.4.4 Barrières à l'imitation

Une autre forme efficace de barrières de protection du "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise a trait à la nature même de certains de ses éléments d'actifs qui peuvent, en soi, être difficilement imitables. C'est le cas notamment de la réputation d'une entreprise, de l'image de marque de ses produits (biens et services), de sa culture organisationnelle ou du climat de travail exceptionnel qui prévaut dans une entreprise, de l'ensemble des valeurs et des normes qui sont

partagées par ses membres, etc. À cela s'ajoutent des ressources humaines qui peuvent parfois être uniques comme, par exemple, le président et chef de direction d'une entreprise qui, avec son style de gestion et de leadership particuliers, peuvent en faire un personnage souvent unique et difficile à imiter par les concurrents de la firme. Pensons, par exemple, à certains personnages qui ont véritablement marqué l'histoire comme Henry Ford dans l'industrie automobile nord-américaine, ou encore, Bill Gates dans l'industrie des logiciels qui est lui aussi un personnage unique qui est en train de passer à l'histoire (en temps réel). Or, il n'est pas nécessaire que de tels éléments d'actifs soient de nature intangible (p. ex., réputation, image de marque, style de gestion, leadership, etc.) pour que ceux-ci soient difficilement imitables, certains facteurs comme, par exemple, la nouveauté et la complexité des technologies (Iansiti, 1998), de même que la complexité sociale entourant l'organisation interne d'une entreprise (Barney, 1991a), peuvent eux aussi contribuer à ériger des barrières dites "invisibles" à l'imitation.

Par ailleurs, même si pour certaines firmes rompues aux techniques d'imitation, la route risque d'être longue et difficile pour imiter les ingrédients du succès d'une autre entreprise, cela ne leur est pas impossible. Certains auteurs ont même publié des articles et des ouvrages complets sur les stratégies d'imitation. Pour un, Steven Schnaars (1994) commence son ouvrage intitulé Managing Imitation Strategies en paraphrasant Theodore Levitt (1966) qui, il y a de cela plusieurs années, affirmait rien de moins que : « Imitation is not only more abundant than innovation, it is actually a much more prevalent road to business growth and profits. », (p. 1). D'ailleurs, pour étayer ses arguments, Schnaars a recensé quelque 28 cas types d'imitation réussie parmi lesquels figurent certains cas célèbres comme, par exemple, celui de la firme Kodak qui a tenté d'imiter la technologie de photographie instantanée de Polaroid que nous venons tout juste de discuter ; puis il y a aussi le cas non moins célèbre du premier avion commercial à réaction à être utilisé par des compagnies aériennes où la firme britannique The de Havilland Company s'est littéralement faite damer le pion par le constructeur aéronautique américain The Boeing Company suite aux problèmes techniques que de Havilland encourait, à ce moment-là, avec son modèle Comet 1 qui a finalement été cloué au sol par le gouvernement du Royaume-Uni jusqu'à ce que le problème soit définitivement résolu (voir tableau A.9).

Ces exemples s'ajoutent à ceux de Teece (1986) qui affirme qu'il arrive, à l'occasion, que les bénéfices d'une innovation n'aillent pas toujours à l'innovateur, comme celui-ci serait en droit de s'y attendre en récompenses de ses efforts (voir figure A.33 et tableau A.8). Évidemment, il y a certains types d'imitation qui peuvent être entièrement répréhensibles en Amérique du Nord, mais très difficiles à contrôler dans certains pays aux us et coutumes différentes des nôtres (p. ex., la contrefaçon d'un produit de marque réputée, comme les montres Cartier ou Rolex, les souliers de sport Nike ou Reebock, les sacs à main Gucci, les crayons de marque Mont-Blanc, etc. ; la fabrication de faux et de produits contrefaits, comme des copies pirates ou illégales de logiciels informatiques, de vidéocassettes, de disques compacts et ainsi de suite qui, dans certains pays, sont quasi devenues une industrie). C'est d'ailleurs l'un des problèmes majeurs auxquels doit faire face régulièrement l'OMPI (l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle) qui est située à Genève en Suisse et qui est un organisme accrédité de l'ONU (l'Organisation des Nations Unies).

Par ailleurs, même la complexité comme telle des technologies n'est pas nécessairement une barrière à l'imitation à toutes épreuves. C'est ainsi, par exemple, qu'une des technologies sans doute les plus complexes actuellement sur la planète, à savoir la navette spatiale américaine, a été imitée, en quelques années seulement, par l'ex-Union Soviétique, maintenant appelée la Russie. Faut cependant préciser que la navette spatiale soviétique n'a effectué qu'un seul vol dans l'espace et ce, de manière entièrement contrôlée par ordinateur, c'est-à-dire sans astronautes à bord, avant d'être définitivement mis au rancart, semble-t-il, pour des raisons budgétaires. Or, dans la dure réalité du monde des affaires, c'est souvent ce qui est économiquement soutenable qui prend le dessus sur ce qui est techniquement souhaitable ou réalisable. Dès lors, même s'il arrive parfois que la complexité des ressources technologiques ne soit pas en soi un véritable frein à l'imitation, il reste que la plupart des entreprises ne disposent de ressources financières et autres en quantité illimitée pour mettre à exécution tout leur savoir et savoir-faire en matière d'imitation ; la logique économique prenant souvent le dessus sur leurs ambitions et leurs actions en matière d'imitation.

1.6.4.5 Ambiguïté causale

L'un des mécanismes d'isolation ou de protection qui a fait l'objet d'une large couverture dans la littérature est celui lié à la notion d'ambiguïté causale qui fut élaborée à l'origine par Richard Rumelt de l'INSEAD et son collègue Stephen Lippman (Lippman et Rumelt, 1982 ; Rumelt, 1984, 1987 ; voir tableau A.3) ; puis, celui-ci fut récupérée par la suite par de nombreux auteurs.[41] En termes simples, la notion d'ambiguïté causale fait référence à l'ambiguïté entourant les relations de cause à effet (p. ex., les causes sous-jacentes du succès d'une entreprise (effet), de son avantage concurrentiel, etc.). Parmi les différents facteurs qui pourraient potentiellement occasionner une certaine ambiguïté causale, il y a l'incertitude souvent irréductible ainsi que l'asymétrie d'information et de connaissances qui séparent une entreprise de ses rivaux, dans le sens qu'une entreprise détient généralement des informations sur ses activités et sur son "stock d'actifs stratégiques" qui sont normalement et, fort heureusement, non disponibles aux firmes rivales qui sont elles aussi présentes dans son secteur d'activité (p. ex., des informations sur ses technologies de procédés, de processus ; sur ses coûts de R-D, de conception-design, de production, de distribution et de mise en marché ; sur la marge bénéficiaire ou la contribution marginale de ses différentes lignes de produits (biens et services) ; sur le niveau de rentabilité de ses opérations ; sur son niveau de productivité et sur sa compétitivité, etc.).

Or, une entreprise ne cherchera sans doute pas à diffuser ce genre d'information et de renseignements privilégiés à ses concurrents ou bien à une tierce partie qui pourrait possiblement informer ses concurrents, mais va plutôt tenter de protéger le mieux possible ce genre de ressources de nature informationnelle au moyen des différentes mesures préventives que nous avons évoquées à maintes reprises auparavant (p. ex., par des ententes de confidentialité, de non-divulgation d'information ; des accords d'exclusivité ou de non concurrence ; et ainsi de suite).

---

[41] Citons, entre autres : Reed et DeFillippi (1990) ; Chi (1994) ; Arrègle (1995, 1996) ; Sanchez et Heene (1996, 1997b, 1997d) ; et enfin, Sanchez, Heene et Thomas (1996b), pour n'en nommer que quelques-uns.

D'autre part, l'importance des petites décisions (Barney, 1995) et des petits événements qui surviennent quotidiennement dans la vie d'une entreprise et qui forgent peu à peu la base de son succès et de son avantage concurrentiel, sont deux autres facteurs qui peuvent potentiellement rendre leur interprétation difficile par les concurrents de l'entreprise. Ainsi, ne sachant trop quels ingrédients contribuent exactement au succès d'une entreprise et dans quelle mesure chacun d'eux contribue à ce succès ; ses principaux rivaux se retrouvent aux prises avec une certaine ambiguïté causale qui est occasionnée par cette incertitude irréductible et cette asymétrie d'information et de connaissances qui les empêchent ainsi d'imiter parfaitement les facteurs clés de réussite de cette entreprise à succès. Par contre, il s'agit d'une arme à double tranchant, car il arrive parfois que les dirigeants d'une entreprise ne connaissent pas eux-mêmes la composition exacte des ingrédients du succès de leur entreprise ou les éléments de base de son avantage concurrentiel ; faisant dire à certains auteurs, tels Sanchez et Heene (1996), que l'ambiguïté causale n'est pas seulement un mécanisme d'isolation ou de protection, mais qu'elle est également un mécanisme interne qui peut obscurcir ou affaiblir les capacités cognitives de ses dirigeants.

Dès lors, lorsque les dirigeants d'une telle entreprise ne connaissent pas eux-mêmes les relations exactes de cause à effet du succès de leur entreprise ; il leur est, à ce moment-là, très difficile de rééditer à nouveau le succès de leur entreprise lorsque les conditions changent ou lorsque certains éléments de leur stock d'actifs jadis stratégiques deviennent tout à coup problématiques (p. ex., une culture d'entreprise devenue monolithique ; une mentalité de type "tour d'ivoire" (Think Tank) qui se développe ; une réputation d'entreprise qui s'effrite ; l'image de marque des produits (biens et services) d'une entreprise qui se détériore ; la confiance de ses clients qui n'y est plus, ou encore, celle de ses investisseurs, de ses bailleurs de fonds, voire même la confiance du personnel comme tel de l'entreprise ; etc.). Aussi, ne sachant trop sur quel levier exact les dirigeants d'une telle entreprise devrait agir pour revamper l'image de ses produits, changer les mentalités de certaines personnes, redorer la réputation de l'entreprise ou redonner un souffle de confiance à ceux qui l'ont perdue ; il arrive que certaines entreprises ne peuvent tout simplement pas surmonter d'elles mêmes ce genre de difficultés passagères.

En fait, il y a souvent une bonne dose de chance et de circonstances fortuites dans la réussite de certaines entreprises ; chance qui ne les favorise pas toujours lorsque les circonstances viennent à changer, rendant ainsi la réédition de leur succès un peu plus difficile, sinon impossible, compte tenu des nouvelles règles du jeu de la concurrence et d'une nouvelle donnée sur le marché.

1.6.5 Caractéristiques du processus d'accumulation des actifs stratégiques

Tel que souligné précédemment, Dierickx et Cool soutiennent que le processus comme tel d'accumulation du "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise possède certaines caractéristiques qui peuvent restreindre, en quelque sorte, l'imitation de certains de ses éléments d'actifs par les firmes rivales. C'est le cas notamment (1) des déséconomies liées à la compression du temps, à savoir qu'une entreprise pourrait possiblement obtenir des rendements décroissants si jamais elle tentait, par exemple, d'accumuler certains éléments d'actifs plus rapidement que le temps normal l'exigerait (p. ex., le temps minimum de formation ou d'acquisition d'expérience qui ne peut souvent être comprimé pour sauver du temps). Puis, c'est le cas aussi (2) des avantages qui peuvent être associés à la possession d'une masse critique de certains éléments d'actifs ; puis ensuite (3) des interconnexions entre les divers éléments d'actifs d'une entreprise ; (4) du phénomène d'érosion des actifs d'une entreprise, ainsi que (5) de la notion d'ambiguïté causale que nous avons discutées précédemment. Par ailleurs, il existe une autre caractéristique du processus d'accumulation du "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise qui n'a pas été discutée par Dierickx et Cool (1989) et qui est, à notre avis, d'une grande importance, à savoir l'effet de verrouillage (lock-in) qu'entraîne souvent avec elle la possession comme telle d'un certain "stock d'actifs stratégiques".

1.6.5.1 Effet de verrouillage

C'est en fait à Pankaj Ghemawat de la Harvard Business School que nous empruntons le raisonnement selon lequel une entreprise devient en quelque sorte verrouillée par ses engagements antérieurs dont, entre autres, ses investissements dans des actifs (ou facteurs) dits « sticky », c'est-à-dire durables, spécialisés et non échangeables. Ghemawat (1991) réfère à ce phénomène

par le concept de « commitment », dont l'une des causes sous-jacentes est l'effet de verrouillage (lock-in/lock-out) qui oblige, en quelque sorte, les entreprises à poursuivre dans la même voie au niveau de leurs stratégies et de leurs actions qu'elles ont déjà entamées. L'exemple suivant utilisé par Ghemawat (1991) illustre bien de quoi il est question, d'autant plus qu'il s'agit d'un cas tiré du secteur de l'aéronautique civile :

> « One reason an organization might persist with its initial strategy over time is that it may have been locked into that strategy by its actions in the interim. The case of the Boeing 747 will illustrate this cause of commitment. By the time it had spent well over a billion dollars to develop the 747's wide-bodied airframe, Boeing had reason to be committed to a "747 strategy", to persist with its efforts to assemble and sell the plane. [...] Lockout, as a cause of commitment, is the mirror image of lock-in. [...] The latter can create commitment because of the difficulty of recalling discarded opportunities on the original terms. », (pp. 17-20).

Si nous interprétons la pensée de l'auteur pour l'adapter à nos propres préoccupations de recherche, il s'en suit qu'une entreprise deviendrait ainsi peu à peu verrouillée par ses engagements antérieurs, notamment par ses investissements consentis par le passé pour constituer son "stock d'actifs stratégiques" et, ce faisant, elle deviendrait également progressivement verrouillée avec son propre "potentiel stratégique technologique" ; ce qui aurait alors comme conséquences de limiter, entre autres, sa marge de manoeuvre stratégique, ou encore, le nombre d'options stratégiques que l'entreprise aimerait sans doute exercer. En clair, cela signifie que l'entreprise devra en tout temps faire avec le "stock d'actifs stratégiques" qu'elle a en sa possession ou à sa disposition (lock-in) et vivre avec ce qu'elle n'a pas en sa possession ou à sa disposition (lock-out), à tout le moins, à brève échéance. En revanche, il y a des avantages liés au phénomène de « commitment ».

Premièrement, si l'entreprise est quelque peu limitée dans ses options stratégiques par ses engagements antérieurs, ses concurrents seront vraisemblablement verrouillés eux aussi par leurs propres engagements antérieurs ; ce qui aura alors pour effet de limiter, entre autres, leurs manoeuvres opportunistes d'imitation. D'autre part, en plus de l'effet de verrouillage (lock-in/lock-out), Ghemawat (1991) avance également (1) l'inertie des firmes, de même que (2) leur temps de

réponse, comme deux autres causes sous-jacentes au phénomène de « commitment ». Dès lors, en plus d'être verrouillés par leurs engagements antérieurs, l'inertie avec laquelle les concurrents de l'entreprise pourraient être aux prises, puis le temps de réponse que celles-ci pourraient prendre pour imiter les ingrédients de son succès, sont deux autres barrières invisibles à l'imitation qui vont protéger l'entreprise qui affiche un certain succès ; qu'il soit d'ordre économique ou financier (p. ex., un rendement supérieur à la moyenne du secteur) ; d'ordre technologique (p. ex., le développement d'un nouveau produit qui est un succès sur le marché, tel le Regional Jet de Canadair de 50 places ; le développement d'un nouveau procédé qui permet des économies substantielles, d'augmenter la rapidité ou encore la qualité des produits ; etc.) ; d'ordre commercial ou concurrentiel (p. ex., une augmentation de la part de marché de l'entreprise ; l'introduction réussie sur un nouveau segment de marché ; etc.) ; ou d'un tout autre ordre, telle une distinction honorifique comme, par exemple, le titre de "Entreprise la plus respectée au Canada" qui a été décerné à Bombardier Inc. durant deux années consécutives (1996 et 1997) par la revue d'affaires anglophone The Globe and Mail Report on Business Magazine (Kidd, 1996 ; Livesey, 1997) ; de même que le titre non moins convoité de — l'entreprise du siècle — qui lui a été décerné en décembre 1998 par la Revue Commerce (Vézina, 1998a).

Or, les concurrents d'une entreprise à succès qui affiche des telles distinctions honorifiques auront sans doute un peu plus de difficultés à imiter ce genre d'atouts stratégiques ; constituant ainsi une excellente barrière à l'imitation ou un mécanisme efficace d'isolation contre les manoeuvres opportunistes d'imitation des imitateurs et autres suiveurs de tout acabit. Notons, par ailleurs, que cela ne signifie pas pour autant que les stratégies d'imitation et de suivisme (p. ex., suivisme technologique ; commercial ; etc.) soient à proscrire obligatoirement, non plus d'ailleurs qu'elles soient à prescrire nécessairement. Qu'il suffise simplement de souligner que de nombreuses entreprises qui sont considérées aujourd'hui comme étant des cas à succès sont parvenues à la réussite au moyen d'une forme quelconque d'imitation ou de suivisme d'un pionnier qui leur a ainsi pavé la voie ; ce que Olleros (1986) appelle à juste titre : le « burn-out » des pionniers. Le tableau A.9, fourni en Annexe A, de ce document illustre de nombreux exemples de pionniers qui se sont faits usurper leur innovation par des entreprises qui ont connu par la suite un grand succès.

1.6.5.2 Persistance de la stratégie et de la performance des firmes

Par ailleurs, dans son ouvrage intitulé Commitment : The Dynamic of Strategy, Ghemawat (1991) voit dans ce concept de « commitment » une cause explicative à la dynamique stratégique des firmes, en particulier la persistance de leur stratégie dans le temps, en plus d'y voir une raison suffisante et nécessaire pour expliquer les différences de performance interfirmes : « Commitment seems, unlike the swarm of success factors, to be both sufficient and necessary to explain sustained differences in the performance of organizations. », (p. 26). Dès lors, si on emprunte la logique de raisonnement de cet auteur, il est plausible de croire qu'une entreprise qui a réussi, par ses engagements antérieurs ou par ses investissements consentis par le passé, à se doter d'un certain "stock d'actifs stratégiques" qui, a posteriori, s'avère être une configuration gagnante et qui a réussi aussi à se doter d'une stratégie et à déployer son "potentiel stratégique technologique" de manière à afficher une performance favorable ou un rendement supérieur à la moyenne des autres firmes de son secteur d'activité ; si l'entreprise persiste dans sa stratégie et dans cette même voie, elle pourrait alors voir sa performance persister elle aussi pendant un certain temps. Par ailleurs, il convient de souligner ici que le concept de « commitment » de cet auteur vient quelque peu ébranler le mythe selon lequel les entreprises qui réussissent sont celles qui ont su s'adapter aux diverses contingences de leur environnement ou sont des entreprises "flexibles", pour employer un terme à la mode. Par ailleurs, selon Ghemawat et Del Sol (1998), la flexibilité ne procure pas à une entreprise un avantage concurrentiel durable, comparativement à ses engagements antérieurs, car la flexibilité est beaucoup plus facile à imiter.

L'inverse est sans doute aussi vrai, à savoir qu'une entreprise qui n'a pas encore réussi à se doter d'un "stock d'actifs stratégiques" qui serait une configuration gagnante et à déployer son "potentiel stratégique technologique" de manière à afficher une performance favorable, sinon supérieure à la moyenne des autres firmes du secteur ; celle-ci pourrait avoir maille à partir avec une telle configuration non gagnante et voir aussi sa performance non favorable persister elle aussi pendant un certain temps et ce, au grand damne, bien sûr, de ses dirigeants qui parfois ne savent plus trop quels leviers actionner pour remettre leur entreprise sur la voie de la rentabilité et ce, en

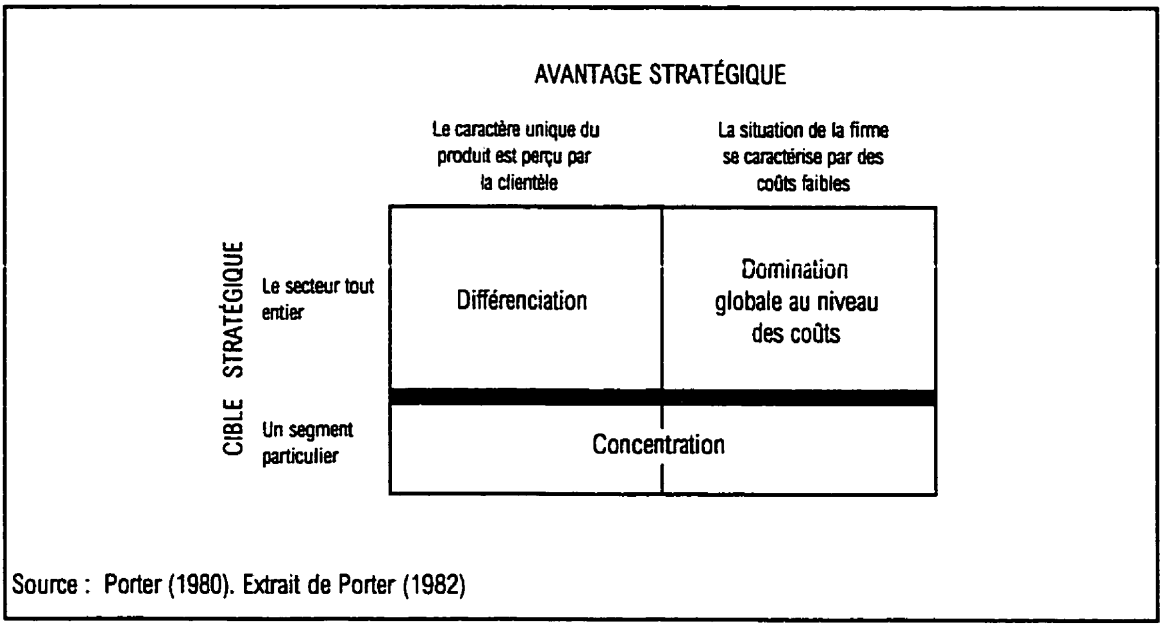
raison notamment de l'ambiguïté causale qui agit comme un mécanisme interne pouvant obscurcir ou affaiblir les capacités cognitives de ses dirigeants, comme nous l'avons expliqué précédemment. Voilà en ce qui concerne les principaux éléments de notre modèle conceptuel qui ont trait à l'actualisation du "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise. Passons maintenant à la finalité désirée de ce potentiel stratégique. C'est ce dont il est question à la prochaine section 1.7.

1.7 Finalité du potentiel stratégique technologique d'une entreprise

Dans notre cadre d'analyse, il est entre autres postulé que la finalité désirée du "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise soit l'avantage concurrentiel et la performance ; deux concepts fondamentaux en stratégie. Dans son deuxième ouvrage intitulé Competitive Advantage, Michael E. Porter nous présente son modèle conceptuel de la chaîne de valeur ; puis il définit de la façon suivante le concept de l'avantage concurrentiel :

> « L'avantage concurrentiel procède essentiellement de la valeur qu'une firme peut créer pour ses clients en sus des coûts supportés par la firme pour la créer. La valeur est ce que les clients sont prêts à payer, et une valeur supérieure s'obtient en pratiquant des prix inférieurs à ceux de ses concurrents pour des avantages équivalents ou en fournissant des avantages uniques qui font plus que compenser un prix plus élevé. Il existe deux types fondamentaux d'avantage concurrentiel : la domination par les coûts et la différenciation. [...] Si on combine les deux grands types d'avantage concurrentiel au champ d'activités sur lequel une firme s'appuie pour les obtenir, on obtient trois stratégies de base pour atteindre des résultats supérieurs à la moyenne du secteur : la domination par les coûts, la différenciation et la concentration de l'activité. », (Porter, 1986a ; p. 13 et p. 23).

Ce court énoncé nous permet de bien comprendre tout d'abord (1) ce qu'est l'avantage concurrentiel d'une entreprise : « c'est la valeur qu'elle peut créer pour ses clients ... » ; puis ensuite (2) quels sont les deux types fondamentaux d'avantage concurrentiel : « la domination par les coûts et la différenciation » ; et finalement (3) quelles sont les trois stratégies de base qu'une entreprise peut utiliser pour atteindre des résultats supérieurs à la moyenne des autres firmes présentes dans son secteur d'activité ; « la domination par les coûts, la différenciation et la concentration de l'activité », comme le montre à cet effet la figure 1.14 de la page suivante.



Source : Porter (1980). Extrait de Porter (1982)

Figure 1.14 Stratégies génériques d'une entreprise.

Ces trois stratégies de base sont aussi appelées "stratégies génériques" car, selon Porter (1980), elles peuvent s'appliquer indistinctement à tous les secteurs d'activité et être utilisées par tous les types d'entreprises. Quelques années plus tard, dans un article intitulé "Towards a Dynamic Theory of Strategy" publié d'abord dans la revue SMJ (Strategic Management Journal), puis repris ensuite par Rumelt, Schendel et Teece (1994), Porter (1991) nous présente un cadre d'analyse qui permet d'avoir une vue d'ensemble des principaux déterminants du succès d'une entreprise dans ses divers domaines d'affaires et ce, sous la forme d'une "chaîne de causalité", comme le montre à cet effet la figure 1.15 de la page suivante. Dans un tel schéma, le succès d'une entreprise repose, d'une part (1) sur la structure de l'industrie dans lequel se situe l'entreprise ; et d'autre part (2) sur la position relative qu'elle occupe dans son secteur ; laquelle est fortement tributaire de l'avantage concurrentiel que l'entreprise aura réussi à développer au fil des ans pour atteindre une telle position relative, c'est-à-dire par rapport aux autres concurrents du secteur. De plus, dans le schéma d'analyse de Porter, l'avantage concurrentiel est induit par la valeur qu'une entreprise crée pour ses clients et ce, grâce à ses activités dites "créatrices de valeur".

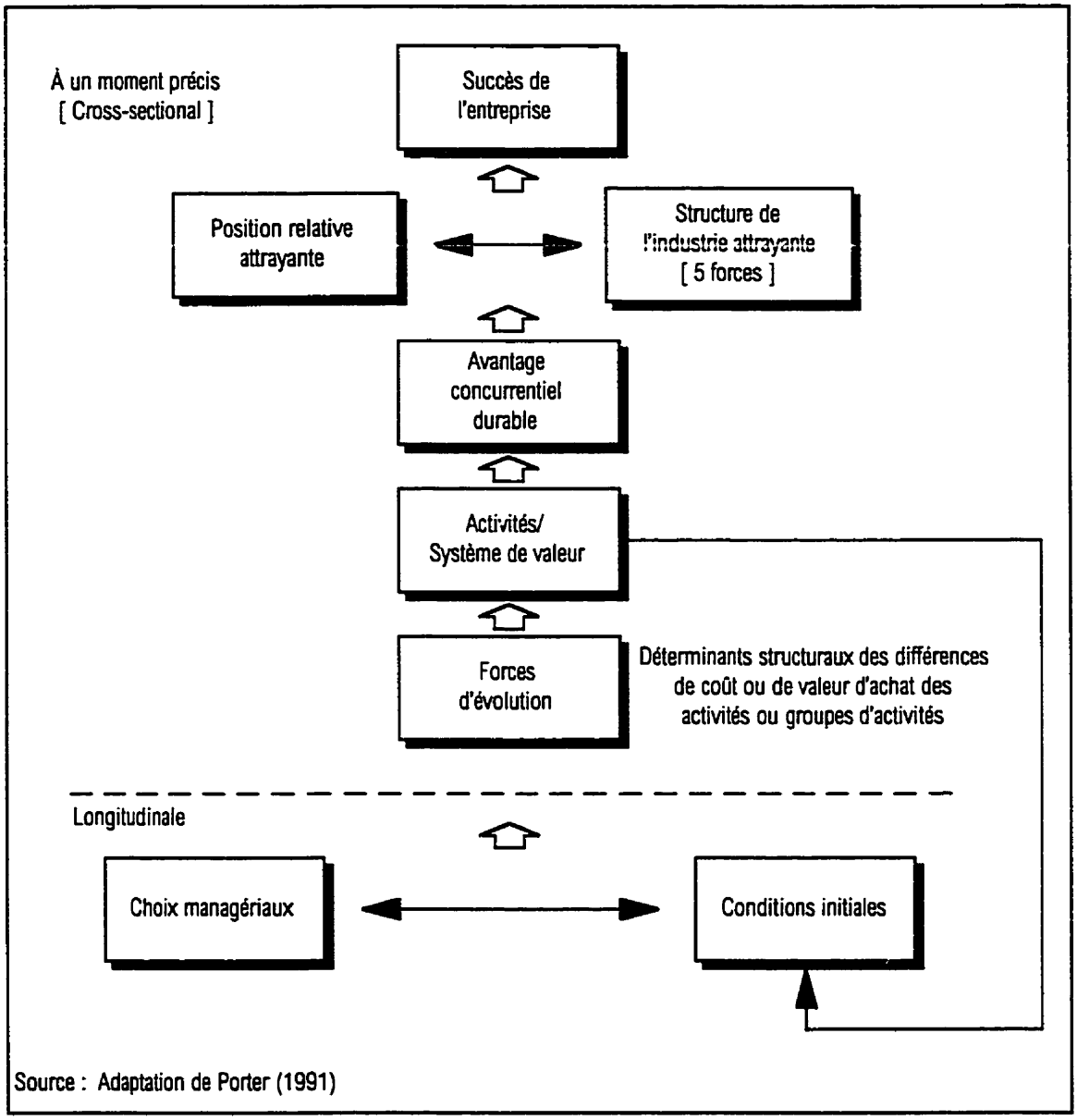


Figure 1.15 Déterminants du succès d'une entreprise dans ses divers domaines d'affaires.

Puis, comme nous pouvons aussi le constater à la lecture de cette figure 1.15, les choix managériaux ou de gestion des dirigeants d'une entreprise, de même que les conditions initiales de leur entreprise, sont deux autres causes sous-jacentes du succès de leur entreprise dans ses divers domaines d'affaires. Précisons ici que, pour Michael Porter, tout comme d'ailleurs pour

plusieurs autres économistes industriels, le succès d'une entreprise se mesure en termes de résultats supérieurs à la moyenne des autres firmes du secteur (above normal return). Comme nous l'avons évoqué précédemment, le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise est non seulement en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits offerts sur le marché, en particulier au niveau des caractéristiques desdits produits, en plus d'être en partie "hérité" aussi des produits antérieurs et des produits actuels de l'entreprise ; mais également, ce "potentiel stratégique technologique" s'exprime en partie aussi dans l'ensemble de ses activités "créatrices de valeur" qui concourent justement à ses produits, mais à la différence que les produits (biens et services) génèrent des revenus à l'entreprise, alors que ses activités lui occasionnent généralement des coûts. Dans le schéma d'analyse de Porter (1985), les produits d'une entreprise lui donnent ainsi la possibilité de créer un type fondamental d'avantage concurrentiel (p. ex., la domination par les coûts versus la différenciation) ; puis de choisir ensuite une stratégie de base correspondante (p. ex., domination par les coûts ; différenciation ; concentration).

Nonobstant ce fait, les produits d'une entreprise ne sont pas la source comme telle de son avantage concurrentiel. Dans le schéma d'analyse de Porter, ce sont les activités dites "créatrices de valeur" qui sont la source véritable de l'avantage concurrentiel d'une entreprise (voir figure 1.15 précédente). Cette nuance est fondamentale. Par contre, nul doute qu'une entreprise cherchera à créer un avantage concurrentiel, puis qu'elle cherchera ensuite à le maintenir de façon aussi durable que possible et ce, tout en tentant de dégager un certain niveau de performance. Enfin, bref, à quoi bon finalement détenir un avantage concurrentiel basé sur un produit très différencié, voire unique si l'entreprise est, au bout du compte, non rentable et non viable. Donc, l'avantage concurrentiel est un moyen qui conduit à la finalité désirée du "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise, mais ce n'est pas encore la finalité ultime qui, dans notre schéma d'analyse, est la performance (voir figure 1.2). C'est ce qui nous amène à discuter du concept de "performance" et de la relation entre la performance d'une entreprise et les caractéristiques de ses produits (biens et services).

1.7.1 Performance d'une entreprise vue dans une perspective du client

Récemment, l'un des collègues de Michael Porter à la HBS, nommément Robert S. Kaplan, titulaire de la Chaire Arthur Lowes Dickinson en comptabilité à la Harvard Business School, et son collègue David P. Norton, président de la firme Renaissance Solutions, Inc. qui est située à Lincoln au Massachusetts, nous proposèrent dans une série d'articles[42] ainsi que dans leur premier ouvrage conjoint intitulé The Balanced Scorecard : Translating Strategy Into Action, une nouvelle façon de mesurer la performance d'une entreprise appelée « The Balanced Scorecard » qui vise à traduire, comme l'indique le titre de l'ouvrage, la vision et la stratégie d'une entreprise en un ensemble cohérent de mesures de performance et d'actions. Aux dires mêmes de Kaplan et Norton (1996b) : « The Balanced Scorecard provides executives with a comprehensive framework that can translate a company's vision and strategy into a coherent set of performance measures. The measures should include both outcome measures and the performance drivers of those outcome. », (p. 55). Comme nous l'avons indiqué en introduction, il s'agit d'une sorte de carte de pointage dans laquelle la performance d'une entreprise n'est plus mesurée uniquement en fonction de critères économiques ou financiers, mais est plutôt mesurée en fonction de quatre perspectives différentes. Nous avons tout d'abord (1) la perspective financière (voir tableau A.1) ; puis (2) la perspective du client sur laquelle nous allons nous attarder davantage dans ce document (voir figure 1.16 à la page suivante) ; ensuite (3) la perspective de ses processus d'affaires internes (voir figure A.31) ; et enfin (4) la perspective d'apprentissage et de croissance (voir figure A.32). Voici justement la façon avec laquelle Kaplan et Norton (1996a) nous expliquent leur nouvelle approche visant à traduire la vision et la stratégie d'une entreprise en un ensemble cohérent de mesures de performance et d'actions :

> « The Balanced Scorecard is a new framework for integrating measures derived from strategy. While retaining financial measures of past performance, the Balanced Scorecard introduces the drivers of future financial performance. The drivers, encompassing customer, internal-business-process, and learning and growth perspectives, are derived from an explicit and rigorous translation of the organization's strategy into tangible objectives and measures. », (p. 18).

---

[42] Voir, entre autres, les articles suivants : Kaplan et Norton (1992, 1993, 1996b, 1996c).

À l'intérieur d'une perspective dite du "client" (Customer Perspective), les cinq mesures de base de la performance d'une entreprise vue dans une telle perspective sont : d'abord (1) la part de marché de l'entreprise ; ensuite (2) la satisfaction de ses clients ; puis (3) l'acquisition de nouveaux clients, ainsi que (4) la rétention des clients existants ; et enfin (5) la rentabilité de chaque client de l'entreprise, comme le montre à cet effet la figure 1.16 ci-après.

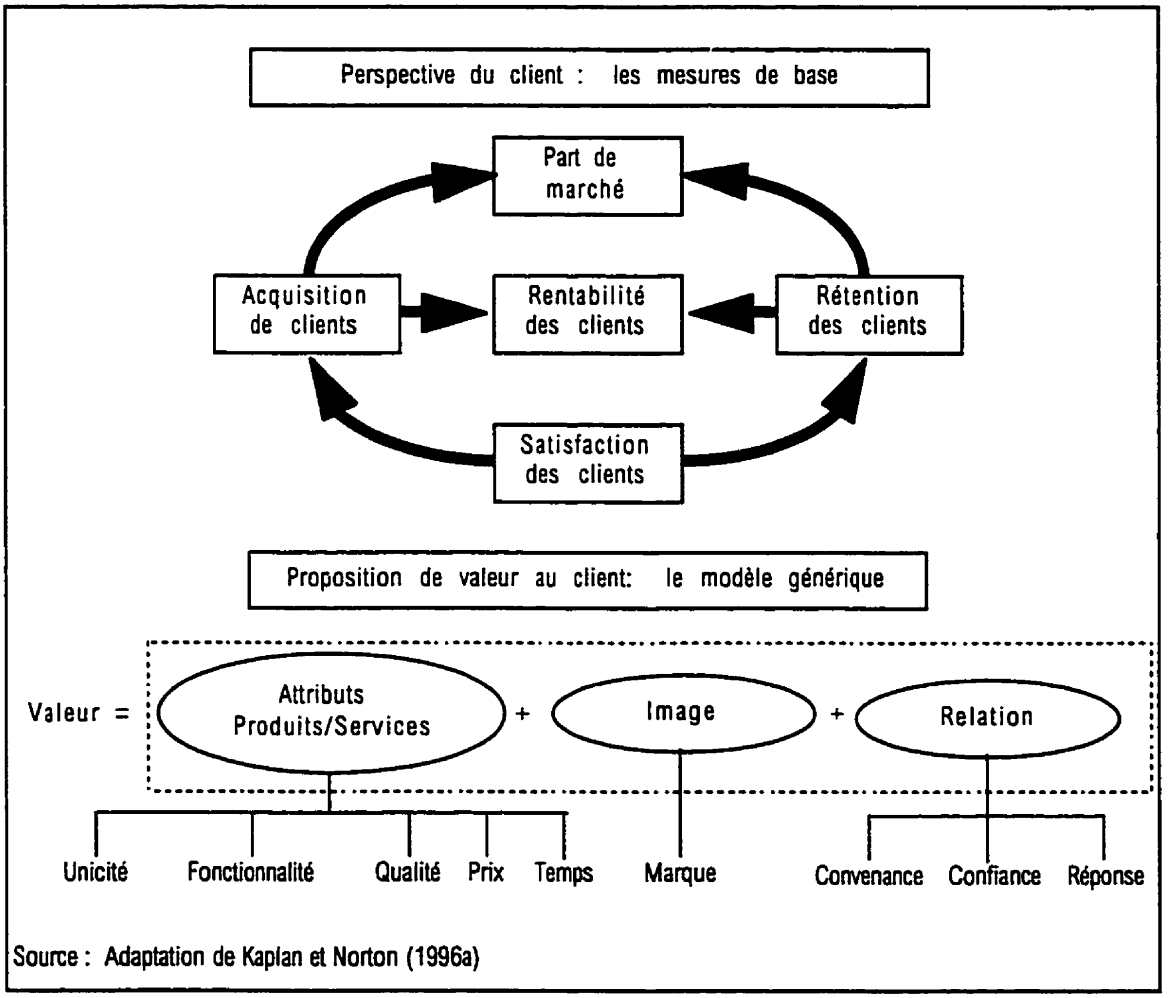


Figure 1.16 Performance d'une entreprise vue dans perspective du client.

Nous verrons plus loin au chapitre 3 lors de l'étude de cas du Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER), la façon avec laquelle ce produit contribue, dans les faits, à la performance

de l'avionnerie Canadair vue dans une perspective du client. Mais d'ores et déjà, en introduction, nous avions révélé un élément déterminant de cette performance, à savoir sa part de marché qui est l'une des principales mesures de base de la performance d'une entreprise vue dans une perspective du client. En guise de rappel, soulignons à nouveau que les appareils de la famille Regional Jet de Canadair se sont accaparés, en 1997, une part de marché de 47% dans le créneau de marché spécifique des avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges, comparativement à 52% de part de marché en 1996 et à 34% en 1995, selon les données de marché qui ont été recueillies et publiées par la Division Avions de transport régional de Bombardier Aéronautique (Regional Update, Jan./Feb. 1998). Nous verrons également au chapitre 3 que le Groupe Bombardier Aéronautique et son avionnerie Canadair obtiennent une performance relativement favorable aux chapitres des autres mesures de base de la performance d'une entreprise vue dans une perspective du client (p. ex., l'acquisition de nouveaux clients ; la rétention des clients existants ; etc.).

Dans une tel schéma, un aspect important de la performance d'une entreprise vue dans une perspective du client est la "proposition de valeur" qu'une entreprise est en mesure d'offrir à sa clientèle. Or, comme en fait foi la figure 1.16 précédente, il se trouve que les attributs des produits (biens et services) qui sont offerts sur le marché par une entreprise constituent l'un des éléments importants de sa "proposition de valeur" à sa clientèle. De plus, comme nous pouvons également le constater à une lecture attentive de cette figure, il n'y a pas que les attributs des produits et des services qui entrent en ligne de compte dans la "proposition de valeur" d'une entreprise à sa clientèle, l'image de marque de ses produits (biens et services) de même que les relations que celle-ci entretient avec ses clients, sont deux autres aspects importants de sa "proposition de valeur".

Dès lors, c'est donc à ce niveau-ci que les attributs ou les caractéristiques des produits (biens et services) contribuent à la performance d'une entreprise, notamment sa performance vue dans une perspective du client. Entre autres, comme attributs recherchés des produits et services d'une entreprise, Kaplan et Norton ont retenu des attributs comme leur unicité, leur fonctionnalité, leur qualité, leur prix et enfin, leur temps ou délai de livraison. Par ailleurs, afin de comprendre de manière encore plus approfondie la façon avec laquelle les produits d'une entreprise peuvent être

caractérisés en fonction de leurs caractéristiques, nous allons nous rapporter à l'approche dite des "caractéristiques de la technologie" que nous allons développer un peu plus en profondeur et de façon différente de ceux qui nous ont précédé à cet égard.

1.7.2 Approche dite des "caractéristiques de la technologie"

Dans un article classique intitulé "A New Approach to Consumer Theory" paru il y a déjà un bon moment, l'économiste Kelvin Lancaster posait les postulats suivants de la nouvelle approche à la théorie de la consommation qu'il voulait proposer par rapport à l'approche traditionnelle :

> « The essence of this new approach can be summarized as follows, each assumption representing a break with tradition : 1. The good, per se, does not give utility to the consumer ; it possesses characteristics, and these characteristics give rise to utility. 2. In general, a good will possess more than one characteristic, and many characteristics will be shared by more than one good. 3. Goods in combination may possess characteristics different from those pertaining to the goods separately. », (Lancaster, 1966, p. 134).

En clair, cela signifie que ce n'est pas tant le "bien de consommation" comme tel qui donne lieu à son utilité, autant que les caractéristiques dites "intrinsèques" que possède ledit bien de consommation. S'inspirant des travaux de Lancaster, d'autres auteurs[43] dont, entre autres, Pier Paolo Saviotti de l'Université Pierre Mendés-France qui est située à Grenoble en France, de concert avec quelques collaborateurs de longue date dont Stanley Metcalfe, alors qu'il était tous les deux à l'Université Manchester en Angleterre, développèrent une nouvelle façon de décrire les technologies en fonction de leurs caractéristiques, à savoir l'approche des "caractéristiques de la technologie" (A Characteristic Approach to Technology). Voici d'ailleurs la façon avec laquelle Saviotti et Metcalfe (1984) nous décrivent cette nouvelle approche :

> « The approach is based on a characteristics description of product technology. A product is considered a combination of three sets of characteristics, one decribing the technical

[43] Outre Saviotti, Gallouj et Weinstein (1997) se sont eux aussi appuyés sur les travaux de Lancaster pour analyser la technologie par le biais de l'approche dite des "caractéristiques". Voir aussi Saviotti (1985, 1996) ; Saviotti et Bowman (1984) ; Saviotti et Metcalfe, 1984) ; et enfin Saviotti et Tricket (1992).

> features of the product, one decribing the services performed by the product, and one describing the methods of its production. These sets of characteristics are related by patterns of mapping. [...] A product embodying a certain technology, will be simultaneously the output of a producer institution, generally a firm, and the input to a user institution. The user institution will be mainly interested in the services performed by the product and in the cost at which they are available. The producer institution, on the other hand, will have to supply those services by means of a combination of technical characteristics. This suggests that a product could be describes as the combination of two sets of characteristics, called technical (X_i) and service (Y_j) characteristics respectively, and by a pattern of mapping, relating the two sets of characteristics mentioned above. », (p. 141 et p. 142).

1.7.3 Caractérisation d'une technologie (de produit ou de procédé)

S'inspirant nous aussi des travaux de Pier Paolo Saviotti au sujet de cette approche des "caractéristiques de la technologie", puis s'inspirant de la nouvelle approche proposée par Kaplan et Norton pour mesurer la performance des entreprises, en particulier la "performance vue dans une perspective du client" où les attributs des produits d'une entreprise sont un élément important de sa "proposition de valeur" à sa clientèle ; nous sommes à même de proposer l'approche suivante pour la caractérisation d'une technologie ; qu'il s'agisse d'une technologie de produit, c'est-à-dire les produits (biens et services) comme tels qui sont offerts sur le marché par une entreprise ; ou qu'il s'agisse d'une technologie de procédé (p. ex., procédés de fabrication, de transformation ; etc.) ou d'une technologie de processus (p. ex., systèmes d'information, de gestion, de contrôle, etc.) qu'une entreprise utilise à l'interne dans le cadre de ses activités ou de ses opérations.

En clair, l'approche proposée ne fait pas de distinction formelle entre une technologie de produit et une technologie de procédé, car une technologie de procédé qui est utilisée par une entreprise dans le cadre de ses activités ou de ses opérations (p. ex., une machine-outil à contrôle numérique) est généralement une technologie de produit provenant d'une autre entreprise (p. ex., le fabricant de ladite machine-outil). D'entrée de jeu, précisons que l'approche proposée dans la présente pour la caractérisation d'une technologie par le biais de ses caractéristiques est quelque peu différente de celle de Saviotti, dans le sens que nous attarderons pas à établir ce que Saviotti et Metcalfe (1984) appellent des « patterns of mapping » entre les différentes caractéristiques d'une

technologie, c'est-à-dire une sorte de réseau de liens ou de relations entre les différentes caractéristiques d'une technologie (voir à cet égard les figures A.23 et A.33). Notre approche vise plutôt à comparer les caractéristiques d'une technologie ou d'un produit technologique en particulier qui incorpore ces technologies (p. ex., le Regional Jet de Canadair) par rapport aux autres produits technologiques concurrents sur le marché (p. ex., le jet régional ERJ-145 d'Embraer ; puis aussi le turbopropulseur Saab 2000 de Saab Aircraft qui se veut en concurrence avec ces deux modèles d'avions régionaux à réaction). Dès lors, au lieu de nous attarder à dresser une cartographie détaillée (patterns of mapping) ou de nous attarder à établir le réseau complet de relations ou de correspondances entre les différentes caractéristiques d'un produit technologique en particulier (p. ex., un avion de transport régional) ; nous allons plutôt faire usage de courbes ou encore de trajectoires[44] pour positionner les différents avions régionaux faisant partie de notre analyse en fonction des caractéristiques qui sont d'une certaine importance stratégique sur le marché.

Pensons, par exemple, à la vitesse de croisière maximale et optimale des appareils ; leur consommation de carburant ; leur autonomie de vol ; la charge payante maximale ou la quantité maximale de carburant que peut transporter un appareil ; ainsi de suite. De plus, comme l'avons indiqué auparavant, nous ne nous attarderons pas non plus à agréger et à pondérer toutes les caractéristiques d'une technologie de produit en particulier (p. ex., le Regional Jet de Canadair), puis celles des produits concurrents (p. ex., le jet régional ERJ-145 d'Embraer) afin de déterminer, par exemple, laquelle de ces technologies de produit obtient le meilleur pointage et donc, laquelle est la meilleure technologie, si tel était le but ultime de ce genre d'exercice. Par contre, une fois chaque caractéristique répertoriée et positionnée le long d'une courbe ou d'une trajectoire, il n'y a qu'un pas à franchir pour assigner une pondération à chaque caractéristique et obtenir par la suite une somme pondérée ou un pointage final pour chacun des appareils faisant l'objet de notre analyse comparative. Le hic de l'affaire, c'est qu'un tel exercice est souvent subjectif et arbitraire.

---

[44] Le concept des "trajectoires" est un concept établi depuis longtemps dans la littérature. Les économistes néo-schumpétériens Nelson et Winter (1982) ont, entre autres, développé le concept de "trajectoires naturelles", alors que le concept de "trajectoires technologiques" fut surtout développé par l'économiste Giovanni Dosi (1982) qui, en plus, a développé le concept de "paradigmes technologiques". Voir aussi Edward Constant (1973) et Thomas Kuhn (1996).

1.7.3.1 Système, sous-systèmes, ensemble de liens et d'interfaces

Une technologie peut parfois être simple, mais elle est souvent complexe. Une technologie complexe peut être conceptualisée[45] comme un système et d'un certain nombre de sous-systèmes techniques constituants qui sont reliés les uns aux autres et au système principal par un ensemble de liens et d'interfaces, comme le montre à cet effet la figure 1.17 ci-dessous. Dans un tel schéma de conceptualisation, le système peut posséder une certaine architecture de base qui peut ensuite être utilisée comme une plate-forme de développement pour générer une famille de produits évolutive (voir figure A.22). Dans le secteur de l'aéronautique civile, par exemple, une stratégie de développement de produits souvent utilisée par les constructeurs aéronautiques consiste à concevoir et à fabriquer une version allongée (stretched version) d'un modèle de base d'un appareil déjà existant (p. ex., le tout nouvel appareil Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 sièges (CRJ-700) qui est présentement en cours de développement est une version allongée de l'appareil Regional Jet de Canadair de 50 sièges (CRJ-200) qui, lui-même, est une version commerciale de l'avion d'affaires Challenger 601 de Canadair). Cette façon de faire permet de réduire de façon parfois substantielle les coûts et le temps de développement de nouveaux produits (p. ex., une nouvelle série d'un modèle d'appareil déjà existant, telle la nouvelle série 700 du Regional Jet de Canadair).

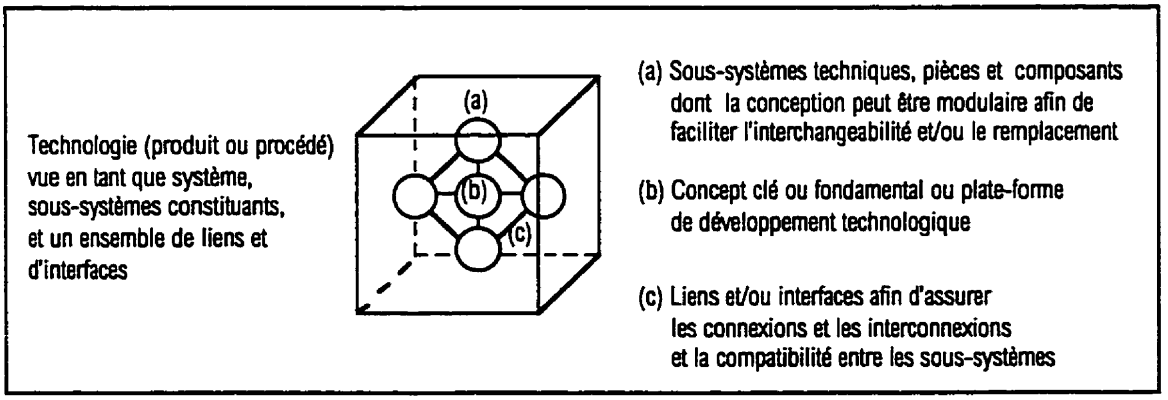


Figure 1.17 Technologie vue en tant que système, sous-systèmes, liens et interfaces.

[45] Plusieurs auteurs ont proposé cette idée que la technologie ou un produit technologique pouvait être conceptualisé comme un système et des sous-systèmes. Voir, entre autres, Tushman et Rosenkopf (1992), puis aussi Emberg (1995).

Ceci est rendu possible grâce à la conception d'un appareil de vol vu en tant que système (modèle de base ou plate-forme) qui est constitué d'un ensemble de sous-systèmes techniques, de liens et d'interfaces pouvant être utilisés sur d'autres systèmes comme, par exemple, des produits dérivés d'un modèle de base. Soulignons, par ailleurs, que la pratique inverse est également utilisée, à savoir que les constructeurs aéronautiques utilisent à l'occasion un modèle d'appareil de grande capacité pour en faire une version de plus petite capacité en termes de passagers et ce, afin de mieux répondre aux besoins spécifiques du marché ou de leur clientèle cible (p. ex., le jet régional de 37 places ERJ-135 de la Société Embraer est une version plus courte de son jet régional ERJ-145 de 50 places). Le modèle de base d'un appareil agit donc comme une plate-forme de développement technologique pour les produits subséquents ou les produits dérivés (voir figure A.22). Notons que les fournisseurs de sous-systèmes spécialisés font eux aussi usage de cette pratique fréquemment utilisée dans l'industrie aéronautique. Les motoristes tels, par exemple, GE Aircraft Engines (GEAE) des États-Unis ou Pratt & Whitney Canada (P&WC) de Longueuil, utilisent fréquemment un modèle de base d'un turboréacteur ou d'un turborpopulseur pour développer une famille de produits évolutive (p. ex., la famille de turboréacteurs, modèle CF34 du motoriste GE Aircraft Engines (GEAE) des États-Unis qui équipent présentement tous les appareils de la gamme Regional Jet de Canadair).

Quant aux sous-systèmes techniques, ceux-ci peuvent posséder une certaine conception particulière, telle une conception modulaire, afin de faciliter leur interchangeabilité, leur entretien, leur remplacement en cas de pannes ou leur remplacement par une technologie plus avancée. En effet, il n'est pas rare que des avions civils ou militaires qui ont une durée de vie utile de 15 à 20 ans soient à l'occasion rajeunis avec des technologies plus modernes ou plus sophistiquées (p. ex., un système intégré d'avionique ; un système de vision de nuit pour les avions militaires ; etc.). D'ailleurs, soulignons qu'il existe un marché non négligeable d'avions usagés ou d'occasion dans lequel certaines firmes spécialisées achètent des avions usagés pour les remettre en ordre pour pouvoir les revendre ensuite avec une valeur ajoutée pour que ceux-ci puissent reprendre du service. Par ailleurs, certains sous-systèmes techniques constituants peuvent jouer un rôle important en servant de plate-forme de développement pour générer une famille de produits évolutive.

La firme japonaise Sony, par exemple, a pu introduire sur le marché américain durant les années 80 quelque 250 versions différentes de son célèbre baladeur ou « Walkman » et ce, grâce à ce principe de plate-forme de développement (Sanderson et Uzumeri, 1995). Les liens et les interfaces jouent eux aussi un rôle important dans un système, car non seulement permettent-ils les connexions et les interconnexions entre les différents éléments d'un système et de ses sous-systèmes techniques constituants, mais ils permettent également d'obtenir la compatibilité entre des technologies différentes qui sont parfois utilisées au niveau des sous-systèmes constituants. Pensons ici à la fusion technologique de deux technologies différentes, telle l'optoélectronique qui est un mix d'optique et d'électronique. Puis, pensons aussi aux diverses interfaces logiciels, telle une interface qui permettrait, par exemple, à une plate-forme informatique (p. ex., un micro-ordinateur Macintosh Performa d'Apple Computer) de pouvoir lire à la fois des disquettes (ou des disques compacts de logiciels ou de données) qui sont formatées Macintosh et des disquettes (ou des disques compacts de logiciels ou de données) qui sont formatées IBM ou IBM compatible ; ce qui était impossible, voire impensable, il y a quelques années seulement.

C'est qu'à ce moment-là, certains fabricants de logiciels et de matériels informatiques ne cherchaient pas tant la compatibilité technologique de leurs produits, autant que l'exclusivité (proprietary technology) ; créant ainsi une clientèle captive, surtout au niveau des mini-ordinateurs et des ordinateurs principaux. L'avénement des micro-ordinateurs et des ordinateurs personnels à architecture ouverte allait cependant mettre fin à cette pratique utilisée par certains fabricants de logiciels et de matériels informatiques. Dans le cas particulier qui nous préoccupe, un avion de transport régional peut très bien être conceptualisé comme un système technologique complexe constitué de sous-systèmes techniques constituants et d'un ensemble de liens et d'interfaces. Pensons ici au système de propulsion d'un appareil (p. ex., turbomoteur ; turbopropulseur ; turboréacteur ou turbosoufflante, pour emprunter la terminologie du motoriste Pratt & Whitney Canada (P&WC) de Longueuil) ; puis, pensons aussi au système intégré d'avionique d'un appareil ou au système lié au train d'atterrissage qui sont tous des sous-systèmes techniques constituants d'un appareil de vol qui sont fournis par des fournisseurs spécialisés de l'industrie, dont plusieurs

d'entre eux sont d'ailleurs situés dans la grande région de Montréal métropolitain.[46] En raison de cette conception très répandue d'un appareil de vol vu en tant que système, de sous-systèmes techniques constituants et d'un ensemble de liens et d'interfaces, les constructeurs aéronautiques (p. ex., Bombardier Aéronautique) sont souvent considérés comme des ensembliers (Assemblers) ou intégrateurs de système. Cette façon de concevoir une technologie complexe en tant que système, sous-systèmes techniques constituants et d'un ensemble de liens et d'interfaces est connue et utilisée depuis longtemps, notamment par les gens de l'industrie et de l'académie s'intéressant à la gestion ou au management de la technologie. Par contre, ce qui est sans doute un peu moins bien connu et surtout bien compris, c'est la dynamique qui anime le produit vu en tant que système, sous-systèmes constituants et d'un ensemble de liens ou interfaces. En effet, comme nous venons de le voir avec l'exemple de l'aéronautique, une technologie complexe nécessite souvent l'intervention de nombreux joueurs ou fournisseurs spécialisés qui apportent avec eux leurs propres technologies, sauf que celles-ci n'ont pas nécessairement tous le même niveau d'évolution ou n'ont pas tous la même dynamique d'évolution technologique, concurrentielle, commerciale ou autre.

C'est ainsi, par exemple, que dans une étude des technologies qui sont incorporées dans un ordinateur central (mainframe computer) qui a longtemps été dominé par la firme IBM (International Business Machine) des États-Unis qui détenait, à un certain moment, une part de marché de 70%, Marco Iansiti et Tarun Khanna (1995) de la Harvard Business School ont constaté que le "produit vu en tant que système" avait poursuivi une évolution technologique relativement rapide ; mais tout de même graduelle. En contre-partie, au niveau des sous-systèmes techniques constituants, ce sont de véritables révolutions ou discontinuités technologiques qui se sont succédées avec tout ce que cela implique au niveau des bouleversements organisationnels, concurrentiels, industriels et autres, comme nous l'avons expliqué dans le modèle cyclique de la technologie (voir figure 1.11). Pensons, par exemple, à la technologie des microprocesseurs qui a fait des progrès fulgurants au cours des dernières années (p. ex., les microprocesseurs Pentium II et Pentium III d'Intel Corporation). Puis, pensons aussi à la technologie d'emmagasinage d'information et à celle des lecteurs de disque dur informatique (Hard Disk Drive) qui, depuis la technologie des fameux disques amovibles Winchester

[46] Voir, à ce sujet, le numéro spécial de la revue Forces, notamment l'article de Vézina (1998b).

d'IBM, ont connu elles aussi des développements technologiques importants qui ont entraîné dans leur sillon de grands bouleversements technologiques, industriels, concurrentiels, et autres.

1.7.3.2 Caractéristiques, mix des caractéristiques et paramètres

Tel qu'indiqué ci-haut et comme le montre de façon schématique la figure 1.18 ci-dessous, une technologie (de produit ou de procédé), peut être caractérisée par quatre ensembles distincts de caractéristiques : les ensembles (1) de caractéristiques techniques ; (2) de caractéristiques fonctionnelles ; (3) de caractéristiques économiques ; et enfin, un dernier ensemble qui regroupe (4) les autres caractéristiques ne faisant pas partie explicitement des trois premiers ensembles de caractéristiques techniques, fonctionnelles et économiques.

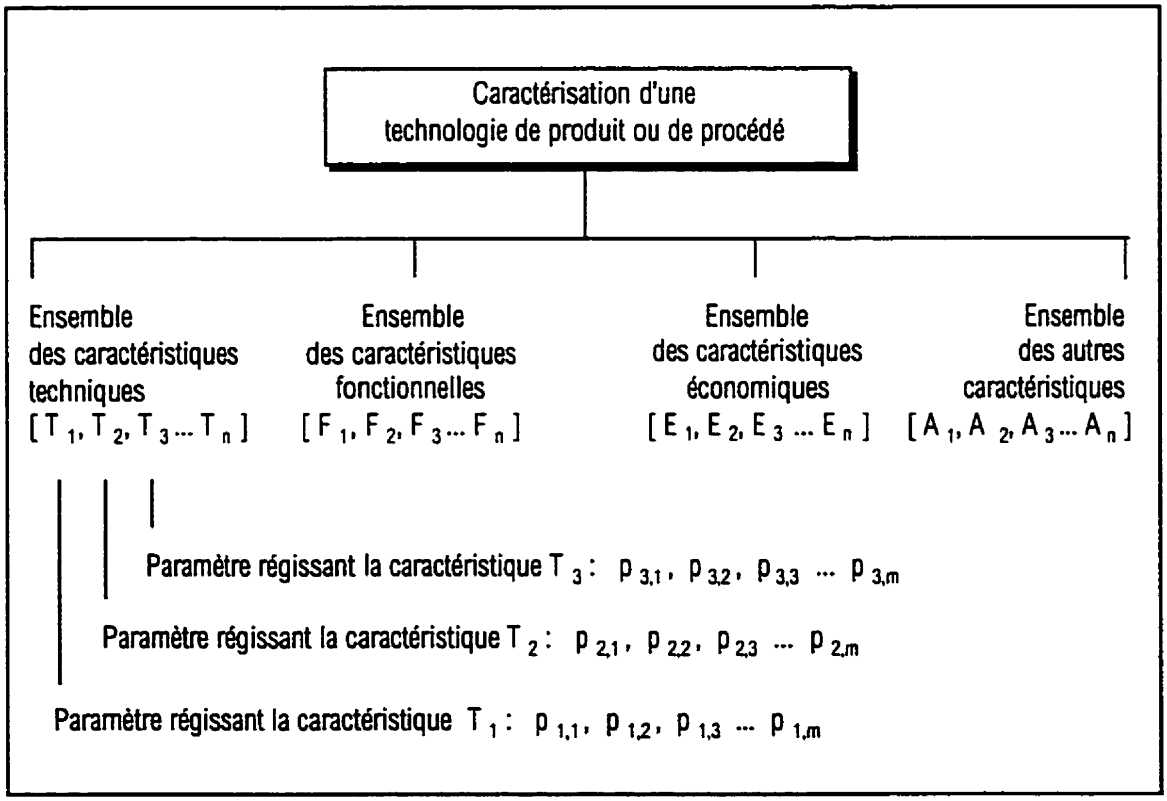


Figure 1.18 Caractérisation d'une technologie de produit ou d'une technologie de procédé.

Par "autres caractéristiques", pensons ici aux caractéristiques ergonomiques ou de confort qui sont associées à l'utilisation d'une technologie en particulier (p. ex., le pas de sièges (seat pitch) ou le niveau de bruit et de vibrations dans la cabine d'un avion de ligne régionale ou commerciale) ; puis, pensons aussi aux caractéristiques symboliques qui sont souvent associées à l'utilisation d'une technologie, tel le statut social conféré par l'utilisation d'une voiture haut de gamme ou de grand luxe ; et enfin, pensons aux caractéristiques esthétiques d'une technologie, telle la qualité de son design, etc. De plus, pour une technologie en particulier (produit ou procédé), ces caractéristiques sont souvent agencées selon une configuration particulière ; c'est ce que nous appelons ici le "mix des caractéristiques". En effet, deux technologies ou produits technologiques concurrents peuvent afficher sensiblement les mêmes caractéristiques, mais le mix de celles-ci peut parfois être très différent d'un produit concurrent à l'autre. Lorsque nous entamerons au chapitre 3 notre étude de cas du Regional Jet de Canadair, nous allons constater avec parfois étonnement que certains fabricants de produits concurrents au CRJ-200ER de Canadair ont mis une emphase particulière sur certaines caractéristiques et ce, au détriment de d'autres caractéristiques ; offrant ainsi un mix de caractéristiques qui est fort différent de celui du CRJ-200ER de Canadair comme, par exemple, au niveau du schéma d'aménagement intérieur des appareils. Or, une fois qu'un avion est conçu avec un certain mix de caractéristiques ; que celui-ci soit bon ou non, les constructeurs aéronautiques et leurs clients utilisateurs n'ont souvent d'autres choix que de faire avec car, en raison des coûts de développement considérables d'un nouvel appareil de vol, celui-ci ne peut retourner sur la planche à dessin pour être conçu différemment afin de pouvoir y intégrer de nouvelles caractéristiques, tel un fuselage plus large, ou encore, pour y intégrer un nouveau mix de caractéristiques.

En d'autres termes, le mix des caractéristiques reflète, en quelque sorte, l'importance ou la valeur que l'on accorde à une certaine caractéristique et souvent cette valeur peut se mesurer ; ce qui nous donne la performance d'une technologie par rapport à cette caractéristique en particulier. De plus, la plupart des caractéristiques qui définissent une technologie sont régies par un certain nombre de paramètres. Mais avant d'expliquer chacun de ces concepts (caractéristiques, mix de caractéristiques, paramètres), examinons brièvement le concept de "performance technologique d'une entreprise" que nous avons évoqué en introduction.

1.7.3.3 Performance technologique d'une entreprise

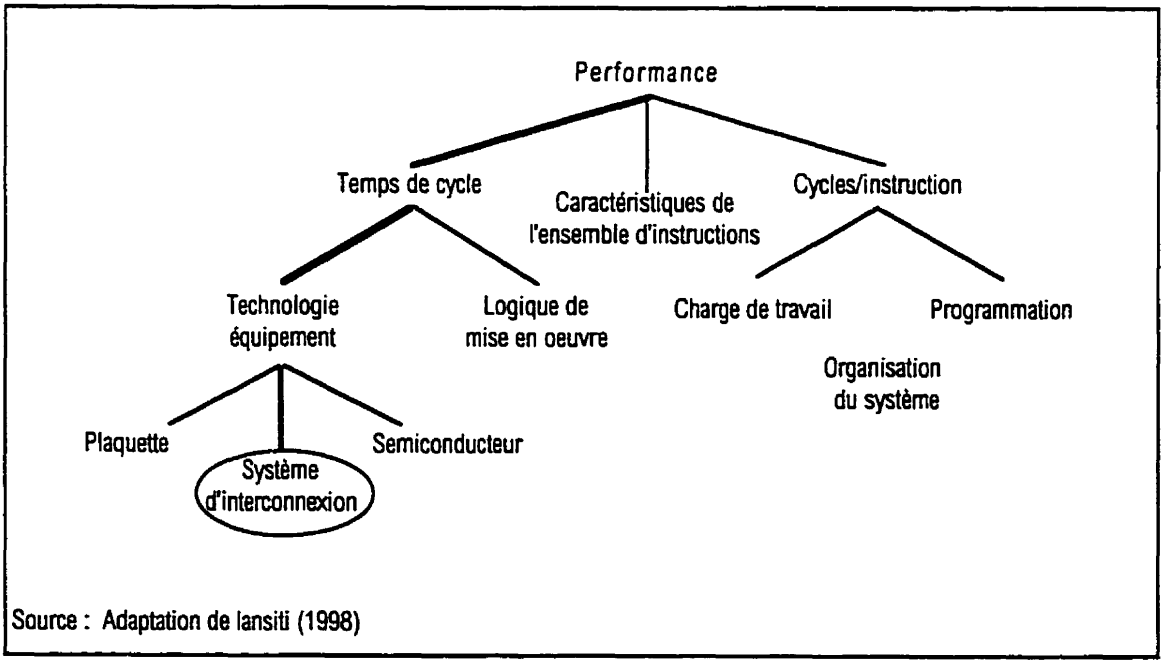
Comme nous venons tout juste de le spécifier, la performance d'une technologie ou d'un produit incorporant cette technologie se mesure par rapport à ses caractéristiques. Par exemple, la performance du CRJ-200ER de Canadair au chapitre de sa vitesse de croisière optimale est de 430 noeuds (kt), alors que sa performance au plan de sa consommation horaire de carburant est de quelque 1 135 kg/h à cette vitesse, et ainsi de suite pour toutes les autres caractéristiques qui nous permettent de caractériser cette technologie de produit en particulier (CRJ-200ER) ou toutes autres technologies (de produit, de procédé, ou de processus). Par ailleurs, la performance technologique d'une entreprise ne se reflète pas uniquement au niveau de la performance de ses produits (biens et services), mais elle se reflète également à plusieurs autres niveaux comme, par exemple : (1) la performance technologique de l'entreprise au niveau de la R-D ; (2) la performance technologique de l'entreprise au chapitre de l'innovation ; (3) de la commercialisation ou de la mise en marché de nouveaux produits ; et, bien entendu (4) la performance technologique de l'entreprise en matière de production ou de fabrication, ainsi de suite.

Rappelons que le "bilan technologique" de l'entreprise développé par Normandin et al. (1996) dans le cadre de leur mandat de l'OIQ s'adresse déjà à certains de ces aspects concernant la performance technologique d'une entreprise. Dès lors, nos efforts par la biais de l'approche des caractéristiques d'une technologie (de produit ou de procédé), visent à s'inscrire en continuité et en complémentarité avec les efforts de tous ceux qui nous ont précédé sur ce sujet. Par ailleurs, la plupart des aspects concernant la performance technologique d'une entreprise susmentionnés peuvent être considérés par la biais de l'approche des caractéristiques de la technologie. En effet, l'innovation ou le développement de nouveaux produits ou de nouveaux procédés sont des activités dans l'entreprise qui, tôt ou tard, devront normalement produire un extrant quelconque qui, généralement, est sous forme d'un produit, ou encore, sous forme d'un procédé ou d'un processus quelconque (p. ex., un nouveau procédé de fabrication ; un nouveau processus d'affaires ; etc.).

En clair, on ne peut pas vraiment parler d'innovation-produit (ou d'innovation-procédé) ou de développement de nouveau produit (ou de nouveau procédé), s'il n'y pas, en bout de ligne, de produit (ou de procédé). C'est d'ailleurs ce qui distingue l'innovation de l'invention. L'invention se situe surtout au niveau des idées ou de la propriété intellectuelle qui peut obtenir une certaine protection légale (p. ex., brevet d'invention ; droit d'auteur ; etc.), alors que l'innovation va au-delà des idées en les traduisant dans une réalité quelconque ou un artefact (p. ex., un produit, un procédé, un processus). Dans le cas spécifique d'un produit, on dit souvent que ce qui distingue une invention d'une innovation, c'est le fait que l'innovation implique nécessairement un produit (bien et service) commercialisable pour pouvoir créer une certaine valeur économique. Dès lors, la performance technologique de l'entreprise au chapitre de l'innovation-produit ou au niveau du développement d'un nouveau produit, peut donc être mesurée en fonction des caractéristiques nouvelles ou améliorées qui sont incorporées dans ledit produit. Autrement dit, si une entreprise affirme que son produit nouvellement mis en marché est novateur, on devrait normalement être en mesure d'observer, sinon mesurer les caractéristiques ou les attributs dudit produit qui sont nouveaux ou améliorés. Somme toute, comment l'entreprise pourrait-elle argumenter que son produit (ou procédé) est novateur, si les attributs nouveaux dudit produit (ou procédé) sont imperceptibles ?

En ce qui a trait, par contre, à la performance technologique de l'entreprise au chapitre de ses activités qui sont un peu plus discrètes au niveau des extrants (p. ex., ses activités de R-D), il faut alors se rabattre sur d'autres formes d'évaluation ou de mesures de performance, car l'extrant n'est pas toujours évident dans le cas, par exemple, des activités de R-D. Ceci dit, la performance d'une technologie (produit ou procédé) est généralement un construit et non le fait d'une seule caractéristique particulière ; bien que certaines caractéristiques soient parfois plus importantes ou déterminantes que d'autres pour la performance d'ensemble de certaines technologies. De plus, la performance d'une technologie (produit ou procédé) est fonction à la fois du système proprement dit, de ses sous-systèmes constituants et de l'ensemble de ses liens et de ses interfaces (p. ex., des liens mécaniques, électriques, électromécaniques ; une interface logiciel, comme un système d'exploitation d'un micro-ordinateur ; une interface graphique-usager ; etc.) qui font en sorte que le système en question (p. ex., un avion de transport régional ; un micro-ordinateur ; etc.) représente

beaucoup plus que la somme de ses parties constituantes, pour employer une analogie bien connue. Dans le cas, par exemple, d'un ordinateur central, l'une des caractéristiques déterminantes de la performance (performance driver) d'un tel "produit vu en tant que système", affirment à cet égard Iansiti et Khanna (1995), est la quantité d'instructions mesurée en MIPS (millions d'instructions par seconde) qu'un ordinateur peut effectuer (où MIPS = nombre d'instructions par cycle, par "temps de cycle"). Or, comme le montre la figure 1.19 ci-dessous, il se trouve que le "temps de cycle" soit lui-même une caractéristique déterminante de l'un des principaux sous-systèmes constituants d'un tel ordinateur central, puis des autres types d'ordinateurs, à savoir le microprocesseur ; soulignant l'importance de la performance des sous-systèmes sur la performance d'ensemble du système. Comme nous l'avons déjà souligné, le microprocesseur Pentium II d'Intel Corporation, par exemple, qui équipe plus de 90% de tous les ordinateurs personnels de la planète, peut effectuer jusqu'à 588 millions d'instructions à la seconde (588 MIPS).



Source : Adaptation de Iansiti (1998)

Figure 1.19 Déterminants de la performance d'un ordinateur central.

Une logique similaire s'applique dans le cas d'un avion de ligne régionale. C'est ainsi, par exemple, que la performance en vol d'un appareil se mesure à l'aide d'un certain nombre de caractéristiques dont : sa vitesse en régimes de croisière maximal, optimal et économique ; puis sa consommation de carburant pour chacun de ces régimes de croisière ; sa distance franchissable sans escale ou son autonomie de vol ; ainsi de suite. La performance d'un appareil (performance du système) au chapitre de sa vitesse de croisière, par exemple, sera fonction de la performance de certains de sous-systèmes techniques qui le composent, en particulier la performance de son sous-système de propulsion qui se mesure par rapport à un certain nombre de caractéristiques (p. ex., la puissance du moteur ; sa consommation spécifique de carburant (sfc) ; ses dimensions ; le nombre de stages (haute pression et basse pression) au niveau du compresseur d'air et de la turbine à gaz ; etc.). Donc, la performance d'un système technologique tel un avion de transport régional, sera tributaire de la performance de certains de ses sous-systèmes qui sont déterminants pour la performance d'ensemble du système comme, par exemple, la performance de son sous-système (ou système) de propulsion. Va pour les notions de caractéristiques et de performance.

À cela s'ajoute la question des paramètres qui régissent chacune des caractéristiques d'une technologie (produit ou procédé) et, ce faisant, chaque paramètre influe donc, directement ou indirectement, sur la performance de la technologie vue en tant que système, sous-systèmes et d'un ensemble de liens ou d'interfaces. Un système de propulsion d'un aéronef qui fonctionne à l'aide d'une turbine à gaz (p. ex., un turbopropulseur ; un turboréacteur ; etc.) doit obéir à certaines lois physiques fondamentales dont, entre autres, les lois de la thermodynamique. De ce fait, certaines caractéristiques telles la puissance du moteur et sa consommation de carburant, seront tributaires de certains paramètres physiques bien particuliers comme, par exemple, la température ambiante et la pression atmosphérique qui joueront un rôle déterminant sur la performance du moteur, notamment au moment du décollage et de l'ascension pour atteindre l'altitude de croisière. Dans le cas spécifique d'un aéronef, ces paramètres physiques (p. ex., température ambiante et pression atmosphérique) seront fonction entre autres de l'altitude ; qu'il s'agisse de l'altitude comme telle de l'aéroport qui influencera la performance de l'appareil lors du décollage et de l'atterrissage ; ou de l'altitude de croisière de l'appareil lors de sa mission de vol qui aura elle aussi une influence sur la

température extérieure et sur la pression atmosphérique ; deux paramètres pouvant affecter la performance du sous-système de propulsion de l'appareil et donc, la performance technologique d'ensemble de l'appareil vu en tant que système. C'est ainsi, par exemple, qu'un système de propulsion de type turbopropulsion ne donne pas le même niveau de performance qu'un système de propulsion à réaction au moment du décollage par temps chaud et humide d'un aéroport situé en altitude élevée (p. ex., l'aéroport de Denver au Colorado durant la période estivale). En général, dans de telles conditions atmosphériques dites « High and Hot », un système de propulsion à turbopropulsion est souvent plus performant qu'un système de propulsion à réaction, toutes choses égales par ailleurs. C'est pourquoi les fabricants de turboréacteurs et les fabricants d'avions régionaux à réaction offrent parfois des versions dites « High and Hot » de leurs produits (p. ex., le Regional Jet de Canadair de série 200, version B : le CRJ-200B).

Donc, chaque caractéristique qui permet de décrire une technologie (produit ou procédé) et de mesurer sa performance est tributaire de certains paramètres spécifiques qui obéissent, en général, aux lois fondamentales de la science (p. ex., les lois de la physique ; de l'aérodynamique ; de la thermodynamique ; de la résistance des matériaux ; ainsi de suite). En guise d'exemples de paramètres, pensons aux paramètres de vol qui sont enregistrés par l'une des deux "boîtes noires" dans un avion civil, aussi appelée "enregistreur de vol" (p. ex., CVR : Cockpit Voice Recorder ; FDR : Flight Data Recorder) qui servent, entre autres, à analyser le comportement d'un appareil et les conversations de l'équipe de pilotage suite à un accident d'avion. Précisons ici que les avions militaires ne possèdent pas, en général, de tels enregistreurs de vol ou "boîtes noires" ; question de sécurité nationale afin de ne pas divulguer les secrets militaires d'un appareil ultra sophistiqué qui se serait écrasé en territoire ennemi (p. ex., un bombardier furtif B-2 de la US Air Force qui vaut 2 milliards $US l'unité). Puis, comme autre exemple de paramètres, pensons aussi aux paramètres techniques d'une voiture de Formule 1 qui sont enregistrés au moyen de la télémétrie et qui servent à analyser le comportement de la voiture afin d'en améliorer la performance. Soulignons, à ce sujet, que l'aéronautique fait elle aussi appelle à la télémétrie. C'est ainsi, par exemple, que lors du vol inaugural du nouvel avion régional biturbopropulsé Dash 8Q de série 400 de 70 places de de Havilland qui a eu lieu le 31 janvier 1998 à l'Aéroport Downsview près de Toronto, la technique de télémétrie

en temps réel fut utilisée pour la première fois entre le centre de contrôle au sol de l'avionnerie de Havilland et l'appareil en vol (B/CA, March 1998, p. 50). Enfin, le point étant fait sur la question des paramètres, examinons maintenant chacun des quatre ensembles de caractéristiques qui, dans notre schéma d'analyse, nous permettent de caractériser une technologie de produit ou une technologie de procédé, comme nous l'avons illustré à la figure 1.18 dans les pages précédentes.

1.7.3.4 Ensemble des caractéristiques fonctionnelles

En général, la technologie n'est pas une fin en soi, mais simplement un moyen. Dès lors, une technologie de produit ou de procédé peut d'abord être caractérisée par un premier ensemble de caractéristiques dites "fonctionnelles" (aussi appelées caractéristiques "opérationnelles" ou "de service") qui décrivent le côté utilitaire de la technologie (de produit ou de procédé). De ce fait, cet ensemble de caractéristiques représente la technologie selon une perspective du client utilisateur. Les compagnies aériennes, par exemple, achètent des avions régionaux parce que ceux-ci leur procurent certaines caractéristiques fonctionnelles (ou de service) bien particulières comme, par exemple : le nombre de passagers payants et la charge utilitaire ou marchande que peuvent transporter un appareil lors d'une mission de vol ; la vitesse de l'appareil en régimes de croisière maximal, optimal et économique ; sa consommation de carburant pour chacun de ces régimes de croisière ; son autonomie de vol, c'est-à-dire son rayon d'action ou sa distance franchissable sans escale ; puis la longueur de piste minimale qui est requise au moment du décollage et de l'atterrissage qui est ici une caractéristique fonctionnelle (ou de service) importante, car certains aéroports régionaux ne peuvent tout simplement pas accommoder les appareils qui exigent des pistes trop longues au décollage ou à l'atterrissage ; ainsi de suite.

De plus, certaines technologies peuvent offrir des caractéristiques fonctionnelles distinctes. Pensons, par exemple, à l'avion d'attaque et d'appui tactique Harrier de l'aéronavale britannique (Royal Navy) qui permet le décollage et l'atterrissage courts, ainsi qu'à la verticale (V/STOL : Vertical/ Short Take-Off and Landing) qui est une caractéristique fonctionnelle que peu d'appareils militaires sont en mesure d'offrir. Aussi, pour être en mesure de livrer cette caractéristique, le

constructeur aéronautique britannique Hawker Siddeley et le motoriste britannique Rolls-Royce (R-R) ont dû faire preuve de beaucoup d'ingéniosité pour développer, entre autres, un système de propulsion à poussée dite "vectorielle" fonctionnant à l'aide d'une turbine à gaz munie de quatre tuyères orientables et ce, afin d'obtenir le vol de l'appareil en sustentation ou en vol stationnaire, tel un oiseau-mouche. Précisons ici que les russes ont eux aussi développé un avion de chasse intercepteur permettant le décollage et l'atterrissage courts, ainsi qu'à la verticale (V/STOL), soit l'appareil Yak-38, mais son principe de fonctionnement est totalement différent de celui du Harrier britannique, dans le sens que le vol en sustentation ou en stationnaire est obtenu à l'aide de deux turbines à gaz montées verticalement à l'intérieur du fuselage de l'appareil, alors que le vol en aérodynamique est obtenu à l'aide d'une turbine à gaz principale qui est montée horizontalement à l'intérieur du fuselage pour produire la puissance de poussée nécessaire. Cette caractéristique de l'avion britannique Harrier se distingue tellement des autres avions militaires existants, que pour la première fois de son histoire moderne, la marine et l'armée de l'air des États-Unis (USAF, US Navy) ont eu recours à un constructeur aéronautique provenant d'un pays étranger pour la fourniture d'un avion militaire stratégique. Notons ici que l'Angleterre ou le Royaume-Uni dans son ensemble, est un allié des États-Unis depuis longtemps ; facilitant à ce moment-là une telle transaction.

Comme autre exemple, pensons à l'avion furtif F-117A (Stealth Fighter) de l'armée de l'air des États-Unis (USAF : US Air Force) qui possède lui aussi une caractéristique fonctionnelle ou opérationnelle distinctive, sinon unique, à savoir la furtivité (Stealth) de l'appareil, c'est-à-dire le fait d'être imperceptible au radar. Aussi, pour être en mesure de livrer une telle caractéristique distinctive, le constructeur aéronautique américain Lockheed a dû faire preuve lui aussi de trésors d'ingéniosité au niveau, d'une part, de la géométrie de l'appareil et des matériaux utilisés pour absorber ou faire dévier les ondes radar qui pourraient possiblement détecter la signature radar de l'appareil ; et, d'autre part, au niveau de la propre signature infrarouge de l'appareil qui doit aussi être imperceptible ; laquelle signature est occasionnée par la chaleur du gaz d'échappement. Aussi, pour être en mesure de dissiper rapidement cette chaleur qui est facilement repérable à l'aide d'instrument de détection à l'infrarouge, l'avion furtif F-117A est conçu avec des tuyères aplaties et utilise, entre autres, les ailes de l'appareil pour dissiper la chaleur du gaz d'échappement

des moteurs. Autre point important à souligner, en raison du fait que l'appareil est imperceptible au radar ennemi, il n'a donc pas besoin de voler à très grande vitesse, ni à très haute altitude en territoire ennemi. Toutefois, cette technologie de furtivité est d'une telle complexité, qu'il est en fait impossible au pilote de le manoeuvrer sans l'aide de ses nombreux ordinateurs de bord.

Mais il n'y a pas que le point de vue client utilisateur qui entre en ligne de compte dans l'élaboration des caractéristiques fonctionnelles (ou de service) d'un produit tel, par exemple, un aéronef. Le point de vue des agences officielles de réglementation, ou encore, le point de vue des organismes de régie ou de contrôle d'un secteur d'activité ou des organismes de normalisation, est lui aussi très important. Dans le secteur de l'aviation civile, par exemple, ces agences officielles de réglementation (p. ex., Transports Canada ; l'agence fédérale américaine de l'aviation (FAA : Federal Aviation Administration) ; la Joint Aviation (or Airworthiness) Authorities (JAA) d'Europe ; la Civil Airworthiness Authority (CAA) du Royaume-Uni ; etc.) ont pour mandat d'homologuer ou de certifier les appareils de vol et ce, en vertu de leurs normes respectives de navigabilité. De ce fait, tant les constructeurs d'avions que les transporteurs aériens ont tous les deux l'obligation de se conformer aux normes de navigabilité et de sécurité de ces agences ; lesquelles normes peuvent varier d'un pays à l'autre, même si des efforts sont faits pour uniformiser de telles normes d'un pays à l'autre (p. ex., les normes FAR (US Federal Aviation Regulations) ; JAR (European Joint Aviation Requirements) ; CAR (UK Civil Airworthiness Regulations ; etc.).

En sus, ils ont l'obligation de se conformer à toutes les autres normes applicables (p. ex., normes relatives au bruit en milieu urbain densément peuplé ; normes relatives aux heures limites pour survoler une région la nuit ou pour accéder à un aéroport ; etc.). Précisons aussi que pour éviter les conflits d'intérêt lorsque survient un accident aérien, c'est une autre agence officielle qui est chargée de l'enquête comme, par exemple, l'agence fédérale NTSB (National Transportation Safety Board) des États-Unis qui est une agence fédérale indépendante rattachée au Département des transports (DoT : US Department of Transportation) ; le Bureau de la Sécurité des Transports du Canada (TSB : Transportation Safety Board) qui est l'agence fédérale officielle chargée d'une enquête lorsqu'un accident aérien survient en sol canadien et ce, en plus d'assumer tous les frais

afférents. Or, ce qu'il importe de retenir, en marge de notre propos, c'est que lorsqu'une telle agence officielle d'enquête en arrive à la conclusion que certaines caractéristiques d'un appareil sont mises en cause, les constructeurs aéronautiques civils n'ont souvent d'autre choix, en principe, que de se plier aux recommandations de ces agences, sans quoi ils risquent de perdre leur certificat de navigabilité ; ce qui implique des modifications parfois substantielles au niveau des caractéristiques de leur appareil pour les rendre plus sécuritaires qui peuvent parfois être très onéreuses. Pensons, par exemple, au filage électrique des appareils MD-11, tel celui de la Suissair qui s'est écrasé au large de la Nouvelle Écosse, que certains observateurs de l'industrie aéronautique civile pointent du doigt comme cause potentielle d'incendie dans un tel appareil. Or, il va sans dire que si jamais le constructeur aéronautique, dans ce cas-ci McDonnell Douglas, maintenant fusionné à The Boeing Company, devait être obligé de remplacer tout le filage électrique de tous les appareils MD-11 en service commercial à travers le monde, la facture risque bien d'être très élevée et ce, c'est sans compter le fait que les appareils devraient être mis hors service pendant la durée de l'opération de remplacement ; créant ainsi des pertes de revenus importantes pour les compagnies aériennes.

C'est pourquoi il arrive, à l'occasion, que les recommandations de ces agences officielles d'enquête soient contestées devant les tribunaux par le constructeur aéronautique mis en cause, car il y a des cas spécifiques où c'est la conception même de l'appareil qui était mise en cause ; ce qui signifie, à ce moment-là, des coûts énormes pour modifier l'appareil. Le cas sans doute le plus célèbre est celui du modèle d'appareil Comet 1 du constructeur aéronautique britannique The de Havilland Company qui est le premier jet commercial au monde à intégrer la nouvelle technologie du turbojet qui venait d'être mise au point dans le domaine de l'aéronautique militaire. Or, suite à une série d'accidents aériens et à l'incapacité du constructeur aéronautique britannique The de Havilland Company à identifier le problème et à trouver rapidement une solution, l'appareil fut définitivement cloué au sol par le gouvernement britannique et ce, jusqu'à ce que le problème soit résolu. La suite des événements fait maintenant partie de l'histoire de l'industrie aéronautique civile. C'est ainsi que, par la suite, le constructeur aéronautique The Boeing Company de Seattle aux États-Unis capitalisa immédiatement sur cette innovation technologique du turbojet en solutionnant le problème technique en positionnant les turboréacteurs sur des pylônes ancrés sous les ailes de l'appareil,

plutôt que d'avoir les moteurs encastrés dans les ailes de l'appareil comme cela était le cas avec l'appareil Comet 1 ; laquelle conception fut désastreuse tant pour l'appareil et ses nombreux occupants victimes d'accidents, que pour le constructeur aéronautique britannique The de Havilland Company qui, par la suite, n'a jamais pu vraiment reprendre la position concurrentielle que venait ainsi de lui ravir l'avionneur The Boeing Company qui est depuis le N° 1 mondial en aéronautique civile avec sa célèbre famille d'appareils, modèle 700 (p. ex., Boeing 707, 717, 737, 747, 777, etc.).

Hormis le secteur de l'aviation civile, dans d'autres secteurs d'activité, ce ne sont pas tant les agences officielles de réglementation ou de sécurité (p. ex., FAA ; NTSB) qui ont leur point de vue à émettre et à faire respecter au niveau des caractéristiques fonctionnelles (ou de service) que doit posséder une certaine technologie (p. ex., un avion civil) autant que les organismes de régie, de surveillance ou de contrôle d'une industrie ou d'un secteur d'activité particulier (p. ex., la FDA (Food and Drug Administration) des États-Unis qui réglemente l'arrivée sur le marché de tout aliment et médicament ; le CRTC (Conseil de la Radiodiffusion et des Télécommunications Canadiennes) ; le Bureau de la concurrence ; la Régie de l'Énergie ; la Régie du Bâtiment ; etc.). À ces organismes s'ajoutent les organisations nationales et/ou internationales de normalisation qui peuvent eux aussi imposer ou suggérer fortement leurs propres normes et standards (p. ex., les normes ISO ; CSA ; AFNOR ; etc.). Dès lors, les normes de ces différents organismes de régie, de surveillance, de contrôle ou de normalisation devront généralement être traduites en termes de caractéristiques spécifiques (fonctionnelles ou autres) qui devront normalement être incorporées dans la technologie en question. En Allemagne, par exemple, les automobiles devront bientôt être 100% recyclables ; ce qui, bien entendu, influe directement sur le choix des matériaux qui devront être utilisés par les fabricants et les sous-traitants de ce type de produit. D'autre part, certains manufacturiers ou grands donneurs d'ordre comme Hydro-Québec, par exemple, ont leurs propres normes internes auxquelles sont assujettis la plupart de ses fournisseurs de biens et de services. Dès lors, pour être accrédité fournisseur par un tel donneur d'ordre, chaque fournisseur doit donc rendre les caractéristiques de ses produits (biens et services) conformes aux normes internes et aux spécifications de ce donneur d'ordre.

Voilà en ce qui concerne l'ensemble des caractéristiques "fonctionnelles" (ou de service) qui, soulignons-le à nouveau, représente la technologie selon une perspective du client utilisateur d'une part ; et des divers intervenants présents dans une industrie ou dans un secteur d'activité en particulier d'autre part, qui peuvent être mandatés officiellement ou non pour établir et faire respecter certaines normes spécifiques (p. ex., normes de santé, de sécurité, environnementales ; ou toutes autres normes) ou pour faire respecter certaines règles du jeu de la concurrence dans un marché réglementé (p. ex., un prix de vente maximum à la consommation, tel le prix du lait ; un quota maximum de production ou d'exploitation d'une ressource naturelle quelconque, tel un quota de pêche pour une espèce menacée ou sous contrôle, ou encore, un quota de coupe de bois ; etc.).

1.7.3.5 Ensemble des caractéristiques économiques

En plus de son côté utilitaire, le client utilisateur est souvent intéressé au volet économique d'une technologie (de produit ou de procédé), c'est-à-dire à l'ensemble de ses caractéristiques dites "économiques" et ce, tant au niveau des coûts afférents à cette technologie, qu'au niveau des revenus qui peuvent possiblement être générés par ladite technologie. Côté "coûts", il y a d'abord les coûts qui sont directement encourus par la possession ou encore l'utilisation comme telle d'une technologie (de produit ou de procédé) ; puis, à l'inverse, il y a aussi les économies de coûts qui peuvent possiblement être réalisées grâce à cette technologie (de produit ou de procédé). Parmi les principales rubriques de coûts qui sont encourus par la possession ou l'utilisation d'une technologie, citons entre autres : (1) son coût d'acquisition comme telle ou le coût de location d'une technologie quelconque (p. ex., coût de location-exploitation ou de cession-bail (leasing) d'une flotte d'appareils de vol ; de véhicules utilitaires de service, de transport, de livraison ; d'équipements industriels ; etc.). Puis, il y a (2) son coût de financement (p. ex., de nombreux constructeurs aéronautiques offrent à leur clientèle une grande variété de services de financement, de gestion de leurs actifs et d'autres services financiers de ce genre, incluant la très controversée subvention aux exportations du gouvernement brésilien que le gouvernement canadien a contestée devant l'OMC dans le dossier des avions régionaux d'Embraer). Ensuite, nous avons (3) le coût d'utilisation comme telle de cette technologie (p. ex., les coûts directs d'opération d'un appareil de vol) ; et enfin (4) son coût de

disposition finale une fois la durée de vie utile d'une technologie terminée (p. ex., les coûts de démantèlement d'une installation de fabrication et de restauration d'un site contaminé), ainsi que tout autre coût qui pourrait être associé à l'acquisition, la location, le financement, l'utilisation et à la disposition finale d'une technologie (de produit ou de procédé).

Mais fort heureusement, les choix technologiques des clients utilisateurs ne sont basés en fonction uniquement des coûts qui sont encourus par la possession ou l'utilisation comme telle d'une technologie (de produit ou de procédé) ; les économies de coûts qui peuvent possiblement être réalisées grâce à cette technologie, ainsi que le potentiel de cette technologie à pouvoir générer des revenus d'exploitation, sont deux autres éléments importants qui entrent en ligne de compte dans le processus de décision d'une entreprise en matière de choix technologiques. C'est ainsi, par exemple, que pendant longtemps dans l'aviation civile, les appareils de vol étaient considérés ni plus ni moins comme des « flying costs », pour employer l'expression typique de l'industrie. Certes, une flotte d'appareils de vol occasionne des coûts directs d'opération plus élevés, comparativement à d'autres moyens de transport de passagers, de fret ou de cargo, de petits colis, de courriers ou de messageries, tels les moyens de transport par camion, train, autobus, bicyclette, à pieds (poste).

Cependant, depuis quelques années, il semble bien que le potentiel comme tel d'un appareil de vol à générer des revenus d'exploitation (de passagers et/ou de cargo) soit devenu un facteur de décision important lorsqu'il est question du choix d'un produit technologique par rapport aux autres produits concurrents offerts sur le marché (p. ex., le choix d'un appareil à turbopropulseur versus un appareil à turboréacteur ; le choix d'un appareil de 50 passagers versus une autre catégorie d'appareil ; etc.). D'ailleurs, comme nous allons le voir en détail au chapitre 3, le potentiel à générer des revenus d'exploitation du Regional Jet de Canadair de 50 places, par exemple, a permis à certains transporteurs régionaux, tel Comair par exemple, d'augmenter significativement leur chiffre d'affaires et ce, en très peu de temps. Certes, le biréacteur Regional Jet de Canadair de 50 places est un appareil qui consomme un peu plus de carburant comparativement à d'autres modèles d'avions régionaux à turbopropulsion de même catégorie de sièges. Nonobstant ce fait, comme nous allons le voir de façon détaillée au chapitre 3 lors de notre étude de cas du Regional Jet de

Canadair de 50 places, les coûts directs d'opération du CRJ au chapitre de sa consommation de carburant ne représentent qu'un faible pourcentage des coûts par rapport au rendement ou aux recettes unitaires moyennes qui sont générées par le CRJ de Canadair ; ce que l'industrie appelle le « yield » d'un appareil, soit les revenus moyens par passager-mille (ou kilomètre) payant.

Par ailleurs, s'il s'agit plutôt d'une technologie de procédé, la question de son potentiel à générer des revenus se pose différemment. En somme, plus une technologie de procédé réussit à produire une quantité importante d'extrants, plus les revenus d'exploitation de l'entreprise devraient s'en porter mieux, en général, si celle-ci est en mesure évidemment découler sa production sur les marchés desservis. Notons cependant qu'il peut se produire des déséconomies d'échelle lorsqu'une entreprise tente, par exemple, de pousser une technologie de procédé ou un système quelconque de production au-delà d'un certain seuil maximum ou optimum. Puis, il y a aussi la question des économies de coûts qui peuvent possiblement être réalisées au moyen d'une technologie quelconque de procédé ; ce qui est un autre aspect non négligeable des caractéristiques économiques qui sont associées à l'utilisation d'une technologie de procédé en particulier. De fait, il arrive souvent que les entreprises vont acquérir ou adopter de nouvelles technologies parce que celles-ci leur permettent de produire plus d'extrants et donc, d'augmenter leur productivité et de générer potentiellement plus de revenus, ou encore, parce que celles-ci leur permettent de réaliser des économies de coûts et donc, d'améliorer la rentabilité de leurs opérations. Ainsi, les compagnies aériennes vont souvent opter pour la location-exploitation (leasing) de leur flotte d'appareils de vol pour des raisons fiscales, bien entendu, mais aussi pour leur donner la flexibilité de pouvoir renouveler leur flotte d'appareils plus fréquemment lorsque de nouveaux appareils plus performants font leur apparition sur le marché car, pour une compagnie aérienne, plus performant signifie souvent, plus économique et donc, plus attrayant en termes de coût unitaire direct d'opération et de bénéfice d'exploitation.

Parmi les principales rubriques d'économies de coûts, citons entre autres : les économies d'échelle, puis aussi les économies d'apprentissage et d'expérience qui sont souvent associées aux technologies de procédés ; et, dans une certaine mesure, les économies d'envergure ou de gamme (scope economy) qu'une entreprise peut parfois réaliser en mettant, par exemple, en commun ses

ressources, ses capacités et ses compétences comme, par exemple, pour la commercialisation et la distribution de ses produits (biens et services) ; et, peut-être aussi des économies de réseau lorsque l'entreprise opère, par exemple, en réseau ou en partenariat avec d'autres firmes pour le développement d'une nouvelle technologie, d'un nouveau produit ou d'un nouveau procédé, etc. À ce sujet, les auteurs montréalais Allaire et Firsirotu (1993) nous proposent un schéma intéressant des différents déterminants économiques du champ stratégique de la firme (voir figure A.29). Sur ce, passons à l'ensemble des caractéristiques techniques d'une technologie (de produit ou de procédé).

1.7.3.6 Ensemble des caractéristiques techniques

En essence, cet ensemble décrit les caractéristiques techniques qu'un manufacturier doit incorporer dans sa technologie afin que celle-ci puisse remplir à la fois (1) les fonctions utilitaires qu'elle est censée procurer aux clients utilisateurs de cette technologie et (2) pour que celle-ci puisse répondre aux attentes économiques que les clients utilisateurs ont envers cette technologie (de produit ou de procédé) ; et enfin (3) pour que celle-ci puisse répondre également aux attentes des divers régulateurs et à tous les autres intervenants présents dans une industrie ou dans un secteur d'activité en particulier qui ont le pouvoir (réel ou potentiel) d'influer sur les caractéristiques d'une technologie comme, par exemple, les diverses agences de réglementation (p. ex., Transports Canada ; FAA ; CAA ; JAA ; etc.) ; les différents bureaux de sécurité dans les transports (p. ex., NTSB ; TSB ; etc.), bureaux de la concurrence, bureaux d'audiences (p. ex., le BAPE : le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement) ; les différentes agences, commissions ou organismes de régie, de surveillance, de contrôle (p. ex., l'Agence canadienne d'inspection des aliments ; Santé Canada ; FDA ; Commission des valeurs mobilières du Québec ; CRTC ; Régie du Bâtiment ; etc.) ; les associations ou organisations de normalisation de produits (p. ex., ISO ; CSA ; AFNOR ; etc.), ainsi que les organismes de normalisation des marchés et des prix à la consommation (p. ex., la Régie des marchés agricoles et alimentaires du Québec ; etc.) ; enfin, bref, tous les régulateurs et autres intervenants ayant le pouvoir (réel ou potentiel) d'influer d'une manière ou d'une autre sur les caractéristiques d'une technologie (de produit ou de procédé) que le fabricant de ladite technologie devra prendre en considération au niveau de ses caractéristiques techniques.

En ce qui concerne les clients utilisateurs de cette technologie, leurs attentes peuvent se situer aux niveaux des coûts (p. ex., d'acquisition, de location, de financement, d'utilisation et de disposition finale de la technologie), des économies de coûts ; puis, elles peuvent se situer aussi au niveau du potentiel comme tel de cette technologie à pouvoir générer des revenus d'exploitation (p. ex., des revenus d'exploitation de passagers et/ou des revenus d'exploitation de marchandises dans l'aviation civile). Donc, cet ensemble représente la technologie vue selon une perspective du manufacturier. Mais, rappelons-nous que celui-ci est déjà responsable de l'intégration des autres ensembles de caractéristiques fonctionnelles, économiques et autres qu'il doit incorporer, soit (1) dans sa technologie de produit qu'il offre sur le marché à sa clientèle (p. ex., les transporteurs régionaux), soit (2) dans sa technologie de procédé ou de processus dans l'éventualité où celui-ci décidait de la développer lui-même pour ses propres besoins (p. ex., nouveau procédé de production, de transformation ; nouveau processus d'affaires ; nouveau système d'information ; etc.).

Dans cet ensemble de caractéristiques, nous retrouvons entre autres les caractéristiques qui ont trait à la description comme telle de la technologie ou d'un produit technologique (p. ex., un appareil de vol à turbopropulseurs, tels les appareils de la gamme Dash 8Q de de Havilland versus à turboréacteurs tels les appareils de la gamme Regional Jet de Canadair ; un avion comportant des ailes hautes (Dash 8Q) versus des ailes basses (CRJ) ; à voilure fixe, tel un avion, versus à voilure rotative, tel un hélicoptère ; etc.). Puis nous avons ensuite les caractéristiques techniques d'une technologie (de produit ou de procédé) qui ont trait à ses spécifications physiques proprement dites comme, par exemple : ses dimensions (p. ex., longueur, largeur, hauteur, envergure d'ailes, surface ailaire d'un aéronef, etc.) ; ses différentes caractéristiques liées à sa masse (p. ex., la masse à vide en ordre d'exploitation d'un appareil (OEW), sa masse sans carburant (ZFW), sa masse maximale au décollage (MTOW), à l'atterrissage (MLW), sur la rampe, sur le tarmac, etc.) ; puis, le schéma d'aménagement intérieur de la cabine de passagers d'un avion de transport (p. ex., le pas de sièges (seat pitch) ; le nombre de sièges de front par rangée ; etc.) ; ainsi de suite pour toutes les autres caractéristiques techniques d'une technologie (de produit ou de procédé).

En fait, pour employer une analogie bien connue, les caractéristiques techniques d'une technologie (de produit ou de procédé) sont un peu comme la partie submergée d'un iceberg que le client utilisateur ne voit pas nécessairement ou qu'il n'est pas obligé de connaître à fond tous les détails. Par exemple, pour utiliser un micro-ordinateur et un logiciel de traitement de texte, il n'est plus nécessaire de nos jours de connaître le fonctionnement d'un micro-ordinateur ou de connaître à fond la façon avec laquelle le logiciel a été conçu par le fournisseur (p. ex., la suite bureautique Microsoft Office du fabricant de logiciels Microsoft Corporation des États-Unis).

1.7.3.7 Ensemble des autres caractéristiques

Enfin, ce dernier ensemble regroupe toutes les autres caractéristiques servant à décrire une technologie (de produit ou de procédé) ne faisant pas partie explicitement des trois autres ensembles de caractéristiques mentionnés à la figure 1.18 dans les pages précédentes. Pensons ici aux caractéristiques "physiques" d'une technologie, tel le choix des matériaux utilisés (p. ex., des matériaux composites ; matériaux à mémoire de forme ; alliages spéciaux ; céramiques ; etc.) qui peuvent s'avérer une caractéristique importante pour certains produits comme, par exemple, les matériaux utilisés pour le revêtement de l'avion furtif F-117A (Stealth Fighter) de l'armée de l'air américaine qui permet d'absorber les ondes radar. Puis, il y a aussi le cas des biotechnologies, du génie génétique, des produits pharmaceutiques, des technologies (de produit ou de procédé) chimiques ou de transformation comme, par exemple, dans le secteur de l'alimentation ; ainsi que toutes les autres technologies du même genre qui doivent, elles aussi, être caractérisées au moyen de leurs attributs spécifiques ou de leurs caractéristiques afin de décrire la composition même du produit (p. ex., composition chimique ; moléculaire ; génétique ; etc.) ; puis, dans le cas spécifique des aliments, les attributs d'un produit qui permettent de décrire sa composition en éléments nutritifs, en vitamines, en minéraux, en protéines, en glucides, en matières grasses, etc. ; enfin, bref, pour décrire tous les éléments — et / ou — qui apparaissent sur le contenant d'emballage de chaque aliment, comme l'exige à cet effet la réglementation dans ce domaine.

Outre les caractéristiques dites "physiques" d'une technologie, ses caractéristiques dites "esthétiques" (p. ex., l'apparence d'un produit ; la qualité de son design ; son raffinement au niveau des détails, de sa finition, de sa présentation ; etc.) pourraient elles aussi être une dimension importante pour certains types de produits qui s'appuient sur des marques de commerce réputées ou de prestige comme on retrouve fréquemment dans le domaine, par exemple, des produits vestimentaires et des articles de mode où le nom du designer ou du couturier est souvent plus important que le produit lui-même. Puis, c'est aussi le cas dans le domaine des articles de sport, des meubles de style et des produits de luxe (p. ex., bijoux, montres, objets d'art, etc.) où les caractéristiques esthétiques du produit peuvent être un élément important, sinon déterminant du choix ou des préférences des consommateurs. À cela s'ajoutent les caractéristiques d'un produit que l'on pourrait qualifier de "sociologiques" ou de "symboliques" dans le sens qu'elles influent non pas sur le produit lui-même, mais plutôt sur le comportement des gens et sur l'image que ceux-ci cherchent à projeter dans la société comme, par exemple, la valeur symbolique ou le statut social conféré par la possession de certains biens de grand luxe (p. ex., véhicule haut de gamme ; bateau de croisière ou voilier ; condominium ou appartement à l'étranger ; etc.) ; phénomène qualifié de consommation dite "ostentatoire", c'est-à-dire une consommation visant à se faire remarquer ou pour attirer l'attention. Et enfin, il y a toutes les caractéristiques "sociologiques" ou "symboliques" associées à des produits de consommation s'appuyant sur des marques de commerce (p. ex., les boissons gazeuses ou alcoolisées, les vins, les spiritueux ; les parfums, les produits de beauté ou de maquillage, etc.) pour lesquels les attributs réels du produit sont souvent moins importantes que la projection d'image qu'ils procurent ; ce que véhicule d'ailleurs la publicité de ce genre de produit.

Et finalement, dans cet ensemble qui regroupe toutes les autres caractéristiques servant à décrire une technologie (de produit ou de procédé) ne faisant pas partie explicitement des trois autres ensembles de caractéristiques mentionnés précédemment à la figure 1.18, nous pourrions mentionner les caractéristiques dites "ergonomiques" ou "de confort" qui sont associées à cette technologie (p. ex., le pas de siège (seat pitch) dans la cabine de passagers d'un avion de transport, c'est-à-dire la distance entre le dossier du fauteuil avant et celui du fauteuil arrière ; la superficie approximative qui est octroyée en moyenne à chaque passager ; l'effet tunnel occasionné dans

certains appareils où le fuselage a été allongé à son maximum ; la hauteur libre maximale dans la cabine ; le nombre de sièges de front par rangée ; le niveau de bruit et de vibrations dans la cabine de passagers) ; auxquelles s'ajoutent toutes les autres caractéristiques non mentionnées ci-haut.

1.7.4 Technologie et concurrence

L'idée de caractériser ainsi une technologie (de produit ou de procédé) en fonction de ses caractéristiques intrinsèques n'est pas un simple exercice de style. En effet, si l'on accepte un tant soit peu les postulats de l'économiste Kelvin Lancaster que nous avons évoqués dans les pages précédentes, notamment le postulat selon lequel ce n'est pas tant un bien de consommation per se qui donne lieu à son utilité, autant que les caractéristiques "intrinsèques ou objectives" que ledit bien de consommation possède ; il s'en suit que les choix ou les préférences des consommateurs (individuels ou industriels) et, par extension, les choix des manufacturiers qui offrent sur le marché lesdits biens de consommation, devraient, en principe, tenir compte de ce postulat fondamental. En fait, il n'est sûrement pas excessif d'affirmer que la véritable concurrence entre les technologies et, par extension, la concurrence entre les entreprises qui offrent lesdites technologies sur le marché, se fait en grande partie sur le terrain de bataille des caractéristiques, comme nous l'avons vu d'ailleurs au tout début de ce document par le biais d'auteurs tels Metcalfe et Boden (1992).

Mais, en matière de stratégie et de concurrence entre les technologies (compétition technologique) et les firmes qui les développent et les supportent (compétition interfirme), tout n'est pas uniquement une question de caractéristiques. Rappelons que Kaplan et Norton (1996a) avaient inclus dans la "proposition de valeur" d'une entreprise à sa clientèle, des considérations liées à l'image de marque de ses produits (biens et services), de même que des considérations liées aux relations que l'entreprise entretient avec sa clientèle (p. ex., relations de convenance, de confiance, etc.), comme étant deux autres éléments importants de sa "proposition de valeur" et donc, de la performance de l'entreprise vue dans une perspective du client (voir figure 1.16).

Enfin, pour souligner à nouveau qu'en matière de stratégie et de concurrence entre les technologies et les firmes qui les développent et les supportent, tout ne se résume pas uniquement à une question de caractéristiques, rappelons-nous les enseignements de Clayton Christensen de la Harvard Business School qui a mis en lumière les dangers associés à une "suroffre de performance" (performance oversupply) par rapport à la demande ou à la réalité du marché. De fait, comme nous allons le voir ultérieurement au chapitre 3 lors de notre étude de cas du Regional Jet de Canadair de 50 places et des autres avions régionaux faisant partie de notre analyse comparative qui sont en concurrence avec celui-ci, la course à la performance technologique n'est pas nécessairement la logique dominante dans le domaine de l'aéronautique civile, notamment dans le secteur de l'aviation régionale qui nous intéresse plus particulièrement dans la présente étude.

En réalité, les constructeurs d'avions régionaux cherchent davantage l'optimum, plutôt que le maximum au niveau des performances de leurs produits aéronautiques et ce, contrairement à d'autres secteurs d'activité comme, par exemple, l'aviation militaire où la performance est de facto un facteur stratégique important pour certains pays comme les États-Unis, par exemple, qui recherchent la suprématie aérienne et pour laquelle l'armée de l'air américaine et le Pentagone sont prêts à débourser 2 milliards $US l'unité pour le bombardier furtif B-2 de Northrop Grumman qui est imperceptible au radar. Cet appareil hautement sophistiqué fut utilisé pour la première fois lors du conflit impliquant l'OTAN (l'Organisation du Traité Nord-Atlantique) et la Yougoslavie au printemps 1999. Qui sait, peut-être l'armée de l'air des États-Unis serait-elle prête à payer encore davantage si l'appareil était ... invisible !

Sur ce, passons maintenant au chapitre 2 qui nous exposera de façon succincte le cadre méthodologique de la présente étude ; après quoi nous entamerons au chapitre 3, l'étude de cas proprement dite du Regional Jet de Canadair de 50 places basée sur une analyse comparative des avions régionaux qui se trouvent en concurrence avec l'avion de transport régional CRJ-200ER de Canadair, en particulier le jet régional ERJ-145ER du constructeur aéronautique brésilien Embraer.

CHAPITRE 2
CADRE MÉTHODOLOGIQUE

Ce deuxième chapitre a pour objet de préciser le cadre méthodologique sur lequel s'appuie la présente recherche. Tel qu'indiqué auparavant, l'étude de cas a été privilégiée à toutes les autres stratégies de recherche pour la réalisation du côté pratique associé à la présente étude, en particulier la démarche de recherche proposée par Robert K. Yin, l'un des auteurs ayant sans doute le plus contribué à remettre à l'honneur l'étude de cas comme stratégie de recherche et qui fait maintenant autorité dans ce domaine. Cette démarche est synthétisée dans la deuxième édition de son ouvrage intitulé Case Study Research. Design and Methods (Yin, 1994), ainsi que dans son ouvrage d'accompagnement intitulé Applications of Case Study Research (Yin, 1993). Mentionnons à titre informatif que Robert Yin est aussi président de la firme Cosmos Corporation, une entreprise de recherche et de gestion de la technologie spécialisée en matière de politiques sociales.

2.1 Stratégie de recherche

En général, l'étude de cas est une stratégie de recherche appropriée lorsque la question de recherche est du genre "comment" ou "pourquoi" et que le chercheur a peu de contrôle sur les événements ; puis lorsque le phénomène à l'étude est contemporain et difficilement séparable de son contexte. Voici la façon avec laquelle Yin (1994) définit ce qu'est, selon lui, une étude de cas :

> « 1. A case study is an empirical inquiry that
> Investigates a contemporary phenomenon within its real-life context, especially when the boundaries between phenomenon and context are not clearly evident.
> 2. The case study inquiry
> copes with the technically distinctive situation in which there will be many more variables of interest than data points, and as one result on multiple sources of evidence, with data needing to converge in a triangulating fashion, and as another result benefits from the prior development of theoretical propositions to guide data collection and analysis. », (p. 13).

2.1.1 Étude de cas descriptive

Dans la démarche proposée par Yin (1994), une étude de cas peut être de trois types différents : elle peut être (1) exploratoire ; (2) descriptive ; ou encore (3) explicative. Dans notre cas particulier, nous pourrions avancer que notre étude de cas est en partie exploratoire, mais elle se veut surtout "descriptive". En définitive, elle n'est pas explicative, dans le sens où l'on tenterait d'expliquer le "pourquoi" des choses au moyen de relations de cause à effet comme, par exemple : pourquoi le constructeur aéronautique néerlandais Fokker Aircraft BV a-t-il fait faillite en mars 1996 et quelles sont les causes exactes de cette faillite ? Pourquoi les constructeurs aéronautiques Daimler-Benz Aeospace (DASA), British Aerospace (BAe) et prochainement Saab Aircraft AB ont-ils voulu se retirer de la production d'avions régionaux à turbopropulsion et ce, soit en vendant leur ligne d'affaires (p. ex., Dornier), soit en cessant définitivement leurs activités de production (p. ex., Jetstream Aircraft Ltd du Royaume-Uni et prochainement Saab Aircraft AB de Suède) ?

Notre étude de cas est en partie descriptive en raison du fait que nous avons voulu au départ développer le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise de façon analytique ou descriptive, comme nous l'avons mentionné à maintes reprises au chapitre 1 ; puis elle est en partie descriptive en raison du fait aussi que nous proposons une extension au modèle conceptuel de stratégie technologique de Burgelman et Rosenbloom (1989), ainsi qu'une extension à l'approche dite des "caractéristiques de la technologie" qui a été développée, entre autres, par Pier Paolo Saviotti et ses collaborateurs. Et enfin, notre étude de cas est en partie descriptive dans le sens que nous entendons davantage décrire ou illustrer avec le cas du Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) le "comment" de certaines choses plutôt que le "pourquoi" de ces mêmes choses, que nous allons d'ailleurs préciser tout de suite dans une question spécifique de recherche ; laquelle fait incidemment partie intégrante du design d'une recherche dans la démarche de Yin.

2.2 Design de la recherche

Une fois arrêté le choix de notre stratégie de recherche, en l'occurrence, une étude de cas descriptive, l'étape suivante dans la démarche proposée par Robert Yin consiste à préparer le devis ou le design de la recherche qui, normalement, comprend cinq composantes, à savoir : d'abord une ou plusieurs (1) questions de recherche ; (2) propositions spécifiques ; et (3) unités d'analyse ; puis qui comprend aussi (4) la logique liant les données aux diverses propositions de recherche ; et enfin (5) les critères qui seront utilisés pour l'interprétation des résultats une fois les données recueillies. Toutefois, Yin prend soin de nous aviser que l'état actuel des connaissances ne permet pas, selon lui, de nous guider suffisamment en ce qui concerne les deux dernières composantes du design d'une recherche. Examinons brièvement les cinq composantes de notre design de recherche.

2.2.1 Composantes de notre design de recherche

Comme nous l'avons mentionné dix fois plutôt qu'une auparavant, ce travail de recherche porte sur le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise. Plus spécifiquement, il est postulé dans la présente que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) qui sont offerts sur le marché, en particulier au niveau des caractéristiques comme telles desdits produits et du mix de celles-ci. Afin de mieux cibler notre problématique de recherche, nous avons pris le parti dès le départ de centrer notre attention et notre étude de cas sur un produit et une entreprise en particulier, soit : l'avion de transport régional de 50 places Regional Jet de Canadair et, plus spécifiquement, l'appareil de série 200 (CRJ-200ER) en version ER (Extended Range) à rayon d'action élargi (unité d'analyse).

Par rapport au modèle conceptuel général qui est à la base de cette étude que nous avons présenté à la figure 1.2 au chapitre précédent, les produits d'une entreprise sont généralement offerts sur le marché, c'est-à-dire dans son "environnement externe" et, plus spécifiquement, à l'intérieur du déterminant du modèle conceptuel modifié de Burgelman et Rosenbloom (1989) se référant au "contexte industriel" dans lequel évolue l'entreprise. C'est là où se situent les produits

qu'une entreprise offre sur le marché ; puis c'est là aussi où se situent ses clients actuels et potentiels, ainsi que ses principaux concurrents et leurs produits respectifs (p. ex., le jet régional ERJ-145ER d'Embraer qui est le principal produit concurrent du CRJ-200ER de Canadair). Dans notre modèle, les produits d'une entreprise qui sont ainsi offerts sur le marché apparaissent dans le modèle sous forme d'un point noir qui est situé entre le construit central du modèle qui porte sur le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise et le construit du modèle qui porte sur le concept de "performance". Un deuxième point noir est schématisé dans notre modèle conceptuel (au niveau de la boucle de rétroaction), en référence à la notion de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est en partie 'hérité" de ses produits actuels et de ses produits antérieurs. Au chapitre 1, nous avons, à ce moment-là, formulé quelques propositions de recherche sous forme de postulats, dont certaines peuvent être résumées comme suit :

- attendu que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) qui sont offerts sur le marché, en particulier au niveau de leurs caractéristiques et du mix de celles-ci dans chacun desdits produits ;

- puis, attendu aussi que la performance technologique d'une entreprise au niveau de ses produits est partiellement fonction de leurs caractéristiques, car la performance technologique d'un produit en particulier se mesure en général en fonction de ses caractéristiques techniques, fonctionnelles, économiques et autres (caractéristiques) ;

- et enfin, attendu que lesdites caractéristiques d'un produit sont un des éléments importants de la "proposition de valeur" d'une entreprise à sa clientèle et, ce faisant, un des facteurs importants de la performance de l'entreprise, notamment sa performance vue dans une perspective du client ;

[...] dès lors, il s'en suit qu'en répertoriant et en mesurant les caractéristiques desdits produits d'une entreprise, nous avons à ce moment-là non seulement un reflet de son "potentiel stratégique technologique" qui est ainsi "révélé" au niveau de sa gamme de produits qui sont offerts

sur le marché, mais nous avons également un reflet de la performance technologique de l'entreprise au niveau de ses produits ; laquelle performance technologique influe sur la performance comme telle de l'entreprise. Ces différentes propositions de recherche peuvent être formulées en une seule question spécifique de recherche de la manière suivante : tout d'abord (1) en utilisant le genre "comment" pour être conforme à la démarche de recherche proposée par Robert Yin en ce qui concerne une étude de cas dite "descriptive" ; puis ensuite (2) en ciblant notre attention sur le cas particulier du Regional Jet de Canadair de 50 places qui est l'objet de notre étude de cas et, plus spécifiquement, l'avion de transport régional CRJ-200ER de Canadair :

QUESTION DE RECHERCHE : Comment le "potentiel stratégique technologique" de l'avionnerie Canadair est-il en partie "révélé" au niveau de son avion de transport régional de 50 places Regional Jet de Canadair (CRJ-200ER), en particulier au niveau de ses caractéristiques et du mix de celles-ci ; lesquelles caractéristiques sont à la fois des déterminants de la performance technologique du CRJ-200ER et des éléments importants de la "proposition de valeur" de Canadair à sa clientèle et, de ce fait, un facteur important de la performance de l'avionnerie Canadair, notamment sa performance vue dans une perspective du client ?

Au sujet du libellé de cette question de recherche, force est de reconnaître qu'après de nombreuses tentatives, nous n'avons pu trouver la formule "magique" qui nous permettrait d'énoncer en quelques mots seulement les relations qui lient tous les éléments clés de cette question. En définitive, une représentation graphique nous permettrait sans doute de mieux saisir ces relations, de même que la logique qui lie les données à notre question de recherche ; laquelle logique est d'ailleurs la quatrième composante du design d'une recherche dans la démarche proposée par Robert Yin. Aussi, cette logique pourrait très bien être schématisée par un modèle spécifique qui serait lié à cette question de recherche que nous pourrions dégager à partir des construits du modèle conceptuel général qui est à la base de cette étude portant, d'une part, sur le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise, en l'occurrence, l'avionnerie

Canadair ; et, d'autre part, le construit portant sur le concept de "performance", notamment la performance de Canadair vue dans une perspective du client, comme le montre ici la figure 2.1.

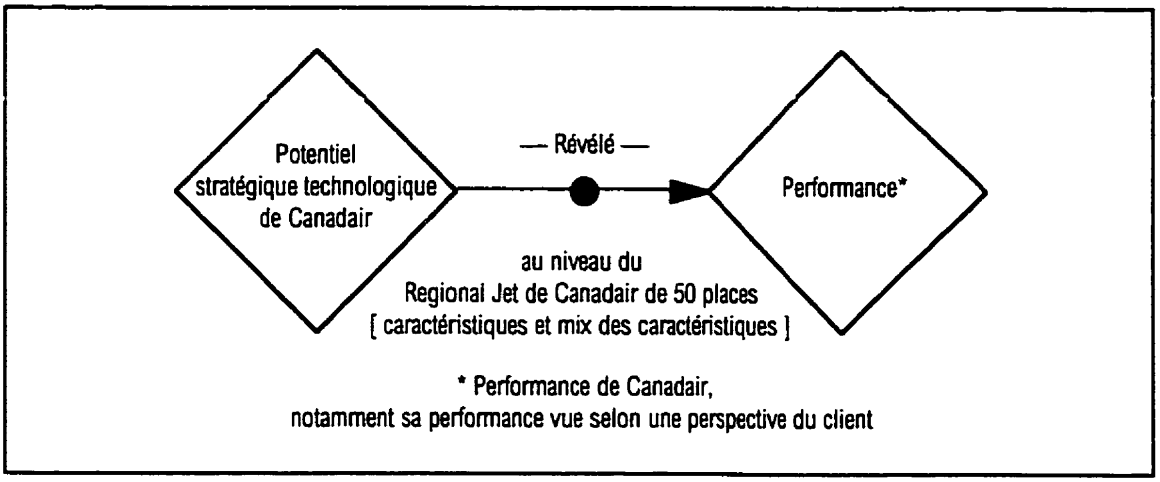


Figure 2.1 Modèle spécifique lié à la question de recherche.

De plus, afin de mieux illustrer la logique liant, d'une part, la performance de l'avionnerie Canadair, notamment sa performance vue dans une perspective du client ; et d'autre part, la performance technologique de Canadair au niveau de son Regional Jet de Canadair de 50 places et, plus spécifiquement, l'avion de transport régional CRJ-200ER ; la figure 2.2 de la page suivante nous propose une deuxième représentation graphique qui pourrait être complémentaire à cette figure 2.1. En procédant du bas vers le haut, la logique qui sous-tend une telle représentation graphique de notre question de recherche pourrait s'énoncer comme suit : la performance technologique de l'avionnerie Canadair au niveau de son avion de transport régional de 50 places Regional Jet de Canadair (CRJ-200ER) découle en partie des différentes caractéristiques techniques, fonctionnelles, économiques et autres (caractéristiques) de cet appareil et du mix de celles-ci dans ledit appareil. Qui plus est, les caractéristiques du Regional Jet de Canadair constituent un élément important de la "proposition de valeur" de Canadair à sa clientèle du CRJ de 50 places ; laquelle "proposition de valeur" constitue elle-même un élément important de la performance de Canadair vue dans une perspective du client qui elle-même contribue à la performance d'ensemble de l'avionnerie Canadair.

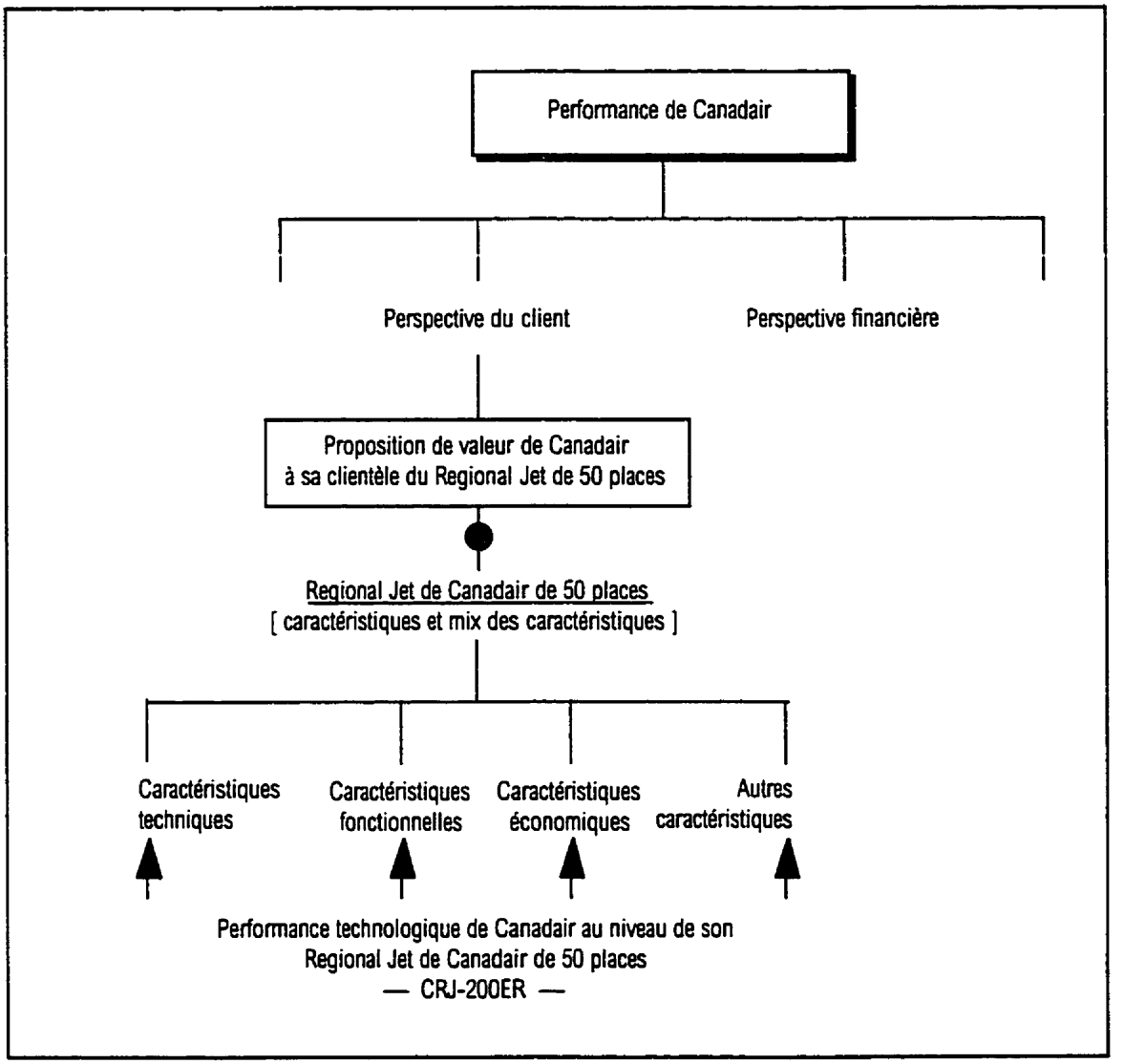


Figure 2.2 Performance de Canadair et performance technologique de l'avionnerie Canadair au niveau de son avion de transport régional de 50 places Regional Jet de Canadair.

Brièvement, voyons en quoi le Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) se prête bien à l'illustration que nous voulons en faire dans ce travail, à savoir illustrer un aspect particulier du concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise, en l'occurrence, le "potentiel stratégique technologique" de l'avionnerie Canadair qui est ainsi en partie "révélé" au niveau de son Regional Jet de Canadair de 50 places et, plus spécifiquement, l'appareil CRJ-200ER de Canadair.

2.3 Le choix du Regional Jet de Canadair de 50 places

Le choix du Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) se prête bien, selon nous, à cette illustration en raison du fait, premièrement, que ce type de produit, ainsi que les produits concurrents qui feront l'objet de notre analyse comparative, doivent tous être homologués par une agence officielle de réglementation (p. ex., Transports Canada ; l'agence fédérale américaine de l'aviation (FAA : Federal Aviation Administration) ; la Joint Aviation (Airworthiness) Authorities (JAA) en Europe ; la Civil Aviation Authority (CAA) au Royaume-Uni ; le Centro Técnico Aerospacial (CTA) du Brésil ; etc.) et ce, avant leur mise en service sur le territoire où chacune de ces agences ont juridiction ; ce qui rend, d'une certaine manière, les données concernant les caractéristiques des avions régionaux faisant l'objet de notre analyse comparative un peu plus robustes.

Deuxièmement, ce cas particulier se prête bien à notre étude en raison du fait que lesdites données concernant les caractéristiques des avions régionaux sont souvent rendues publiques ou disponibles, soit par les manufacturiers eux-mêmes, soit par certaines associations industrielles qui oeuvrent dans le secteur de l'aviation régionale (p. ex., l'association des transporteurs régionaux RAA (Regional Airline Association) des États-Unis ; la European Regions Airline (ERA) Association d'Europe ; etc.). Dans le cas des manufacturiers eux-mêmes, ces informations sont disponibles par le biais de leurs différents documents corporatifs, leurs rapports annuels, les notices annuelles à leurs actionnaires, les fiches techniques des appareils, etc. Puis, elles sont également disponibles de plus en plus sur le réseau Internet ; ce qui facilite grandement leur accès et leur mise à jour par les différents intervenants ou diffuseurs d'information. D'ailleurs à ce propos, il convient de souligner que certains constructeurs aéronautiques et, plus spécifiquement, la Société Bombardier Inc. et le Groupe Aéronautique de Bombardier, possèdent un site com sur le réseau www (world wide web) d'Internet exceptionnel (http://www.Bombardier.com) tant au niveau de la qualité que de la quantité d'informations et de renseignements de toutes sortes qui y sont diffusés et rendus publics par ce nouveau média moderne de communication.

Troisièmement, le cas particulier du Regional Jet de Canadair de 50 places se prête bien à notre exercice en raison du fait que l'aviation régionale est un secteur d'activité qui bénéficie d'une large couverture médiatique de la part des revues et des publications spécialisées dans l'industrie l'aéronautique et de l'aérospatiale en général (p. ex., les revues Business & Commercial Aviation ; Flight International ; Aviation Week & Space Technology ; Interavia Business & Technology ; etc. ; auquel s'ajoute l'ouvrage de référence Jane's All the World's Aircraft). Qui plus est, comme nous l'avons souligné à maintes reprises auparavant, rappelons à nouveau que la Division Avions de transport régional de Bombardier Aéronautique publie sa propre revue bimensuelle anglophone intitulée Regional Update qui est disponible, entre autres, sur son site Internet grâce à un logiciel particulier, soit le logiciel Acrobat Reader d'Adobe, qui est toutefois téléchargeable gratuitement à partir du site com de Bombardier sur le réseau Internet (http://www.Bombardier.com/).

De plus, certaines firmes privées dans l'industrie (p. ex., Airclaims Inc. et Reed Aerospace du Royaume-Uni ; AvStat Associates Inc., puis Aviation Systems Research Corporation des États-Unis) offrent un service d'informations technico-commerciales concernant le secteur de l'aviation, en général, et sur les divers constructeurs aéronautiques comme, par exemple, la base de données CASE (Client Aviation System Enquiry) d'Airclaims Inc. ou bien le service d'intelligence du transport aérien ATI (Air Transport Intelligence) de Reed Aerospace du Royaume-Uni qui est aussi l'éditeur de la revue britannique Flight International qui, à l'occasion, se procure ces données, puis les publie ensuite dans certains numéros spéciaux qui ont été pour nous une source utile d'informations, de renseignements et de données concernant les caractéristiques des appareils comme, par exemple, le numéro spécial intitulé "Commercial Aircraft of the World Directory. Part 1 : Regional Jets and Turboprops" (Flight International, 12 - 18 August -1998). En définitive, le véritable problème entourant le cas de tous les avions régionaux faisant partie de notre analyse comparative n'est pas tellement un problème de manque de données, autant que de cohérence dans les données publiées, en raison du fait, entre autres, que les versions spécifiques des modèles et des séries d'appareils ne sont pas toujours les mêmes d'une source d'information à l'autre.

Les appareils de la gamme Regional Jet de Canadair de 50 places, par exemple, sont offerts présentement en séries 100 et 200, selon le choix des moteurs fournis par le motoriste GE Aircraft Engines (GEAE) des États-Unis, soit les turboréacteurs GE, modèle CF34 de série 3A1 pour le CRJ-100 versus les turboréacteurs GE, modèle CF34 de série 3B1 pour le CRJ-200 qui, en sus, est aussi offert en version dite « Hot and High », soit le CRJ-200B. Pour compliquer encore davantage les choses, les appareils des séries 100 et 200 du Regional Jet de Canadair sont offerts en plusieurs configurations différentes, selon le rayon d'action de l'appareil, la masse maximale au décollage, la capacité de carburant et la poussée unitaire des moteurs (Regional Update, Jan./Feb. 1996, p. 4). C'est ainsi, par exemple, que le Regional Jet de Canadair de série 200 est offert, entre autres, avec les combinaisons suivantes : en version de base (CRJ-200 ; CRJ-200B) ; en version ER (Extended Range) à rayon d'action étendu (CRJ-200ER ; CRJ-200B ER) ; et finalement, en version LR (Long Range) à long rayon d'action (CRJ-200LR ; CRJ-200B LR).

Or, puisqu'il n'existe pas de guichet unique pour se procurer les données concernant les caractéristiques de tous les avions régionaux faisant partie de notre analyse comparative ; dès lors, il est facile d'imaginer le degré élevé de difficulté pour retracer toutes les données concernant les caractéristiques d'un même modèle d'appareil, d'abord, (p. ex., le modèle Regional Jet de Canadair de 50 places) ; puis ensuite d'une même série de ce modèle d'appareil (p. ex., le modèle CRJ, série 200) ; et enfin d'une même version, de ce même modèle, et de cette même série d'appareil (p. ex., le modèle CRJ, série 200, version ER) et ce, d'une source d'information à l'autre, d'une part ; et, d'autre part, pour chacun des avions régionaux faisant partie de notre analyse comparative, soit une quinzaine d'avions régionaux. Compte tenu de la disponibilité des données, notre étude de cas porte spécifiquement sur l'appareil CRJ-200ER de Canadair.

À cela s'ajoute également le problème relatif aux systèmes d'unités de mesure entre, d'une part, les publications et les associations de l'aviation régionale qui sont situées du côté nord-américain (p. ex., la Regional Airline Association (RAA) ; puis les revues spécialisées de l'industrie Business & Commercial Aviation (B/CA) et Aviation Week & Space Technology (AW&ST) des États-Unis ; etc.) qui utilisent le système américain d'unités de mesure ; et, d'autre part, les publications

et les associations de l'aviation régionale qui sont situées du côté de l'Europe (p. ex., la European Regions Airline (ERA) Association ; puis la revue britannique Flight International, ainsi que la revue Interavia Business & Technology de Genève en Suisse ; etc.) qui utilisent, pour leur part, le système international (SI) d'unités de mesure. Puis, il y a aussi le fait que le secteur de l'aéronautique utilise souvent ses propres unités de mesure de navigation (p. ex., les distances sont mesurées en milles marins ou en milles nautiques (nm : nautical miles) ; les vitesses sont exprimées en noeuds (kt : knot, où 1 kt = 1 nm/h) ; etc.) ou utilise un système particulier de codification de l'information pour faciliter les communications comme, par exemple, le code FL (Flight Level) pour désigner l'altitude de vol d'un appareil en centaine de pieds (p. ex., FL 350 signifie une altitude de 350 x 100 pieds, soit une altitude de 35 000 pi). Dès lors, pour surmonter ces divers problèmes opérationnels, nous allons avoir recours : (1) à des sources multiples d'informations ; puis (2) à des vérifications croisées des données entre ces sources multiples d'informations ; et enfin (3) à l'utilisation, à l'occasion, des différents systèmes d'unités de mesure, mais avec une préférence pour le système international (SI) d'unités de mesure, comme il est exigé pour ce genre de travail académique ; mais disons tout de suite que cela ne sera pas toujours possible ou réaliste. Par ailleurs, n'oublions pas non plus que le choix comme tel des unités de mesure (système international versus système américain) importe peu dans le genre d'analyse comparative que nous allons effectuer, car ce qui nous intéresse, c'est la position relative des avions régionaux par rapport à une certaine caractéristique (p. ex., la vitesse des appareils). Or, la position relative des avions régionaux sur le plan de leur vitesse ne changera pas si les mesures de vitesse sont prises en noeuds (kt) plutôt qu'en km/h ou en mille/h, ou encore, si les mesures d'élévation sont prises en pied (pi) plutôt qu'en mètre (m) ; et enfin, les appareils ne seront pas plus légers si leur masse est mesurée en livre (lb) plutôt qu'en kilogramme (kg).

2.3.1 Sources multiples d'informations

Les sources multiples d'informations utilisées dans la présente sont : tout d'abord (1) les manufacturiers eux-mêmes (p. ex., documents corporatifs ; rapports annuels ; notices annuelles à leurs actionnaires ; prospectus financiers à l'intention des futurs investisseurs ; fiches techniques des appareils ; site Internet ; et enfin, dans le cas spécifique de Bombardier Aéronautique, sa

revue bimensuelle anglophone Regional Update (RU) ; etc.). Puis, comme autres sources multiples d'informations, nous avons également (2) les rapports annuels 1997 et 1998 de l'association des transporteurs régionaux RAA (Regional Airline Association) qui est situé à Washington, D.C. aux États-Unis qui reprend dans ses rapports annuels les données techniques (3) de la revue américaine Business & Commercial Aviation (B/CA) qui est publiée mensuellement par la firme McGraw-Hill de New York et qui publie également mensuellement (4) la revue Aviation Week & Space Technology (AW&ST) qui deviennent ainsi deux autres sources utiles d'informations ; auxquelles s'ajoutent (5) la revue britannique Flight International qui fut fondée en 1909 et qui est publiée aux deux semaines par la firme Reed Business Publication du Royaume-Uni ; puis (6) la revue Interavia Business and Technology de Genève en Suisse ; et enfin s'ajoutent (7) l'un des ouvrages de références sans doute le plus respecté dans l'industrie aéronautique (civile et militaire) et de l'aérospatiale en général, soit le manuel Jane's All the World's Aircraft qui est publié depuis maintenant plus de quatre-vingt-neuf ans déjà et dont la plus récente édition est celle de 1998-99.

Plus spécifiquement, les données concernant les caractéristiques des avions régionaux faisant partie de notre analyse sont en général publiées dans des numéros spéciaux de ces revues spécialisées de l'industrie qui couvrent différents segments de marché dans le domaine de l'aviation civile (p. ex., l'aviation d'affaires ; l'aviation régionale ; l'aviation commerciale), notamment les quatre numéros spéciaux suivants à partir desquels nous nous sommes procurés nos données technico-commerciales concernant les caractéristiques des avions régionaux faisant partie de notre analyse :

- "Commercial Aircraft of the World Directory. Part 1 :
  Regional Jets and Turboprops". Flight International, 12 - 18 August -1998 ;
- "World Airliner Census". Flight International, 18 - 24 November 1998 ;
- "1998 Purchase Planning Handbook". Business & Commercial Aviation, May 1998 ;
- "Aerospace Source Book". Aviation Week & Space Technology, January 12, 1998.

2.3.2 Comité d'experts

Parmi ces différentes sources multiples d'informations, il en est une qui s'est méritée une attention particulière de notre part, à savoir la revue américaine Business & Commercial Aviation (B/CA) puisque chaque année, depuis plus d'une quinzaine d'années déjà, les responsables de cette revue forment un comité d'experts (B/CA's Aircraft Performance Advisory Board) qui est constitué d'une vingtaine de représentants de l'industrie, notamment des ingénieurs et des techniciens, afin de revoir et de corriger avant leur publication les données concernant les caractéristiques des avions d'affaires et des avions régionaux qui leurs ont été fournies par les différents constructeurs aéronautiques ; procurant ainsi une robustesse additionnelle aux données sur lesquelles nous nous appuyons dans notre étude de cas du Regional Jet de Canadair de 50 places basée sur une analyse comparative des avions régionaux qui sont en concurrence avec l'appareil CRJ-200ER de Canadair.

D'ailleurs, il convient de souligner que pour son numéro spécial "1997 Planning & Purchasing Handbook", le Groupe Bombardier Aéronautique était représenté sur le comité d'experts de B/CA alors constitué d'une vingtaine de membres, par cinq représentants, dont trois représentants en provenance de son avionnerie montréalaise Canadair et deux autres représentants en provenance de son avionnerie Learjet des États-Unis (B/CA, May 1997, p. 5). Rappelons ici que l'association des transporteurs régionaux RAA (Regional Airline Association) publie intégralement dans ses rapports annuels, les données revues et corrigées par le comité d'experts de cette revue (B/CA's Aircraft Performance Advisory Board) ; apportant ainsi une caution additionnelle, ainsi qu'une plus grande robustesse à ces données sur lesquelles nous nous appuyons dans la présente étude.

2.3.3 Simulation des avions régionaux

Autre point digne de mention concernant les efforts consentis par la revue B/CA, certains journalistes spécialisés qui suivent de près le secteur de l'aviation régionale, en particulier Arnold Lewis qui est l'un des éditeurs seniors de la revue B/CA et qui publie mensuellement une chronique intitulée Regional Airline Observer, utilise les données fournies par les constructeurs aéronautiques

afin de procéder à une simulation de la productivité des appareils lors de différentes missions de vol comme, par exemple, des missions de 75, 150, 200, 400 et 800 SM (SM : Statute Miles) ; ce qui rend, à ce moment-là, la comparaison des appareils encore plus intéressante, car on compare ainsi des "pommes avec des pommes" pour employer l'expression même de Lewis : « The numbers contained in these charts are computer-generated. We did not generate the numbers ; we only wrote the program as we would fly the mission. The fact is that the numbers represent a true apples-to-apples comparaison based on flight-manual data. », (B/CA, May 1998, p. 130).

Attendu que les données concernant les caractéristiques des avions régionaux qui sont publiées par la revue Business & Commercial Aviation sont (1) vérifiées et corrigées par un comité d'experts (B/CA's Aircraft Performance Advisory Board) avant leur publication ; puis attendu aussi que lesdites données sont (2) utilisées intégralement par l'association des transporteurs régionaux RAA (Regional Airline Association) dans ses rapports annuels ; et enfin, attendu que les données de la revue B/CA offrent (3) une simulation des avions régionaux, ce qu'aucune autre revue n'a réalisée, à notre connaissance ; dès lors, il nous apparaît tout à fait désigné d'utiliser en priorité cette source secondaire d'informations pour la collecte de nos données, autour de laquelle nous pourrons par la suite y greffer les données manquantes qui nous intéressent à partir des autres sources multiples d'informations susmentionnées ; puis y greffer aussi toute autre caractéristique que nous jugerons appropriées (p. ex., le coût d'acquisition d'un appareil par le nombre de sièges offerts ; le pourcentage de la charge payante maximale par rapport à la masse maximale au décollage de l'appareil ; etc.). Enfin, en terminant, soulignons qu'une vérification diligente des données techniques fournies par le Groupe Bombardier Aéronautique au sujet de ses produits aéronautiques et de leurs caractéristiques avec les données qui ont été publiées par la revue Business & Commercial Aviation pour ces mêmes produits, notamment l'avion de transport régional CRJ-200ER, nous a permis de corroborer l'exactitude des données publiées par la revue B/CA qui, rappelons-le de nouveau, ont été vérifiées par un comité d'experts sur lequel ont siégé en 1997 cinq représentants de Bombardier Aéronautique. Sur ce, passons sans plus tarder à l'étude de cas du Regional Jet de Canadair de 50 places. C'est ce à quoi nous convie le chapitre 3.

CHAPITRE 3
LE CAS DU REGIONAL JET DE CANADAIR

L'objet de notre propos dans ce troisième chapitre consiste à illustrer un aspect particulier du concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous voulons développer dans la présente, à savoir le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits qui sont offerts sur le marché, en particulier au niveau des caractéristiques comme telles desdits produits et du mix de ces caractéristiques. Comme nous l'avons déjà indiqué en introduction, pour illustrer ce point, il est sûrement souhaitable, mais sans doute pas nécessaire, selon nous, d'analyser en détail la gamme complète de tous les produits d'une entreprise ainsi que toutes les caractéristiques qui peuvent être utilisées pour décrire chacun desdits produits, de même que le mix ou la configuration détaillée de toutes ces caractéristiques pour chacun desdits produits de cette entreprise. C'est pourquoi nous avons pris le parti au départ de centrer notre attention et notre étude de cas sur un produit et une entreprise en particulier.

Ce chapitre 3 est structuré en trois sections qui, elles mêmes, seront divisées en plusieurs sous-sections. En guise d'introduction à notre étude de cas du Regional Jet de Canadair de 50 places basée sur une analyse comparative des avions régionaux qui sont en concurrence avec celui-ci (CRJ-200ER), la section 3.1 nous présente tout d'abord une description narrative du cas à l'étude, puis elle nous relate ensuite certains faits d'actualité concernant le contexte entourant le secteur d'activité lié à l'aviation régionale, ainsi que les principaux constructeurs d'avions régionaux et leurs produits respectifs. Après quoi, la section 3.2 nous présente les données et l'analyse comparative proprement dite des avions régionaux qui sont en concurrence avec l'avion de transport régional de 50 places CRJ-200ER de Canadair avec un regard particulier sur son plus proche rival, le jet régional de 50 places ERJ-145ER du constructeur aéronautique brésilien Embraer (Empresa Brasileira de Aeronautica S.A.). Enfin, ce chapitre 3 se poursuit à la section 3.3 avec un bref exposé des limites de cette étude et des avenues de recherche futures. Voilà donc le programme du chapitre 3. Sur ce, passons maintenant à la description narrative du cas à l'étude.

3.1 Description du cas à l'étude

Le cas à l'étude est celui de l'avion de transport régional de 50 places qui est désigné sous l'appellation commerciale "Regional Jet de Canadair" ou par son acronyme CRJ (Canadair Regional Jet). L'avionnerie Canadair a des installations[47] à proximité de l'Aéroport de Cartierville qui est situé à Saint-Laurent et de l'Aéroport international de Montréal qui est situé à Dorval. Fondée en 1944 par la firme britannique Vickers et après plusieurs changements de propriétaires, en novembre 1982, l'avionnerie Canadair Limitée[48] est placée par le gouvernement fédéral sous la tutelle de la Corporation de développement des investissements du Canada à la suite de révélations faisant état des difficultés financières de la Société d'État (Bombardier, site Internet, avril 1998). En mars 1984, le gouvernement fédéral[49] restructure le bilan de Canadair en effaçant, entre autres, une dette de 1,35 milliard $ qu'avait accumulée l'entreprise en radiant de ses livres, en 1982, la capitalisation des frais de développement de son nouvel avion d'affaires Challenger.

---

[47] La Société Bombardier Inc. est propriétaire de la plupart des immeubles qu'occupe l'avionnerie Canadair qui, dans certains cas, sont érigés sur des terrains situés à Dorval qui sont loués à Aéroports de Montréal en vertu d'un bail d'une durée de 49 ans et qui court depuis le 1er août 1992. À l'expiration du bail, toutes les bâtisses érigées sur les terrains loués deviendront la propriété des Aéroports de Montréal, incluant le Centre administratif du Groupe Bombardier Aéronautique d'une superficie de 38 455 mètres carrés qui est situé à Dorval sur des terrains loués à Bombardier Inc. en vertu d'un bail passé avec les Aéroports de Montréal (Bombardier Inc. Notice annuelle 1998, pp. 10-11).

[48] L'avionnerie Canadair a connu au cours de son histoire de nombreux changements de propriété. Fondée en 1944 par la firme britannique Vickers et, plus spécifiquement, par un groupe d'employés de la Canadian Vickers Ltd ; Canadair est vendue après la guerre, en 1946, au fabricant américain de sous-marins Electric Boat Company de Groton au Connecticut qui, en 1952, changea de nom pour celui de la General Dynamics Corporation après avoir fait l'acquisition de Convair (Bombardier, site Internet, avril 1998). Puis, en janvier 1976, le gouvernement fédéral acquiert l'entreprise de la General Dynamics, la sauvant, à ce moment-là, d'une fermeture certaine, selon certains observateurs (Tremblay, 1994, p. 59). Enfin, en 1986, l'avionnerie Canadair Limitée passe finalement dans le giron de Bombardier Inc. et connaît par la suite une sorte de renaissance qui la conduit à une croissance rapide et à un succès phénoménal.

[49] L'intervention du gouvernement fédéral dans le secteur de l'aéronautique par le biais de ses deux Sociétés d'État, à savoir : (1) The de Havilland Aircraft of Canada Ltd qui fut acquise en 1974 à la firme Hawker-Siddeley ; puis ensuite (2) Canadair Limitée qui fut acquise en 1976 à la firme General Dynamics ; a permis de développer de nouveaux modèles d'aéronefs destinés à des créneaux bien définis du marché civil, à savoir, tout d'abord (1) l'avion d'affaires à large fuselage Challenger de Canadair ; puis ensuite (2) les nouveaux modèles d'avions ADAC (Avions à décollage et à atterrissage courts) de de Havilland, soit le modèle Dash 7 à quatre turbopropulseurs, puis ensuite le modèle Dash 8 à deux turbopropulseurs qui est encore aujourd'hui en production en série. En tout et partout, le gouvernement fédéral aura donc investi 3 milliards $ dans le développement de ces nouveaux modèles d'aéronefs avant de retourner ses deux Sociétés d'État (Canadair et de Havilland) au secteur privé en 1986 (Industrie Canada, site Internet de Strategis. Industrie canadiene des aéronefs et des pièces d'aéronef. Analyse fondamentale).

Puis, en 1986, la Société Bombardier Inc. procède à l'acquisition de l'avionnerie Canadair Limitée pour la somme de 121 millions $ (Livesey, 1997, p. 40). Soulignons qu'à ce moment-là, Bombardier Inc. réalisait un chiffre d'affaires de 549 millions $, comparativement à 576 millions $ pour Canadair Limitée. Suite à cette transaction, l'avionnerie Canadair Limitée devient, dans un premier temps, la filiale Canadair Inc. à propriété exclusive de la Société Bombardier Inc. en 1987 ; puis, dans un second temps, elle est fusionnée avec celle-ci en 1988 (Bombardier Inc. Canadair) ; ce qui, aujourd'hui encore, est la structure de propriété de Canadair, selon les renseignements fournis aux actionnaires de la Société Bombardier Inc. (Bombardier Inc. Notice annuelle 1998, p. 1).

3.1.1 La Société Bombardier Inc.

Fondée[50] en 1942 par Joseph-Armand Bombardier (1907-1964), l'inventeur de l'auto-neige, maintenant appelée "motoneige" dont la marque de commerce Ski-Doo[51] est connue et reconnue mondialement, Bombardier Inc. est aujourd'hui une grande entreprise transnationale diversifiée qui oeuvre dans plusieurs secteurs d'activité qui sont desservis par les groupes manufacturiers et de services suivants au sein de l'entreprise, soit les Groupes : Bombardier Aéronautique (secteur de l'aéronautique) ; Bombardier Transport (secteur du matériel de transport) ; Bombardier Produits récréatifs (secteur des produits récréatifs) ; Bombardier Services (secteur des services à l'aviation, ainsi que celui des véhicules utilitaires) ; et enfin, Bombardier Capital qui oeuvre dans le secteur des services financiers et le secteur immobilier (Bombardier Inc. Notice annuelle 1998, p. 7). À ceux-ci s'ajoute le nouveau Groupe Bombardier International qui fut créé en mars 1998 afin d'assurer l'expansion géographique de la Société Bombardier Inc. dans les marchés en émergence. Soulignons, par ailleurs, que la Société Bombardier Inc. prête aussi son nom et apporte son soutien financier à plusieurs Chaires[52] universitaires.

---

[50] Rappelons que l'entreprise fut fondée à l'origine sous la raison sociale L'Auto-Neige Bombardier Ltée ; puis, en 1967, elle est devenue Bombardier Ltée ; puis ensuite Bombardier Inc. qui est une société publique depuis 1969.

[51] ® Marque déposée de Bombardier Inc.

[52] Soulignons, entre autres : la Chaire J.-A. Bombardier en aéronautique à l'École Polytechnique de Montréal ; la Chaire Bombardier en gestion du changement technologique dans les PME à l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) ; ainsi que la Chaire Bombardier en gestion des entreprises transnationales à l'Université du Québec à Montréal (UQAM).

La Société Bombardier Inc. définit ainsi sa mission d'entreprise :

> « Bombardier a pour mission d'être le chef de file dans tous les marchés où elle poursuit ses activités. Elle atteindra cet objectif en excellant dans ses activités de conception, de fabrication et de commercialisation dans les domaines du matériel de transport, de l'aéronautique, des produits récréatifs, des services financiers et des services reliés à ses produits et à ses compétences spécifiques. Toutes les composantes de Bombardier se doivent de satisfaire les besoins de leur clientèle et de leurs marchés ainsi que d'atteindre et de maintenir une performance de calibre mondial. Elles doivent créer une plus value-économique afin de soutenir leur propre croissance et procurer un rendement acceptable aux actionnaires de la Société. », (Bombardier, site Internet, avril 1998).

Depuis l'acquisition de l'avionnerie Canadair Limitée en 1986, Bombardier Inc. n'a cessé de consolider sa position concurrentielle dans l'industrie aéronautique civile en faisant l'acquisition de trois autres avionneries, comme nous l'avons souligné au chapitre 1 : tout d'abord, l'acquisition en 1989 (1) de la firme Short Brothers plc (Shorts) d'Irlande du Nord pour la somme de 58 millions $ qui, en fait, est le plus ancien avionneur[53] au monde et qui était alors propriété du gouvernement du Royaume-Uni depuis plus de 46 ans ; puis ensuite, l'acquisition en 1990 (2) de la firme Learjet Corporation[54] des États-Unis (devenue ensuite Learjet Inc.) pour la somme de 75 millions $US et qui

---

[53] Fondée en 1901, la firme Short Brothers plc, aussi appelée par son diminutif "Shorts", est le plus ancien avionneur au monde. Une page d'histoire mérite ici d'être soulignée : en 1909, les frères Short ont fabriqué six appareils biplans Wright Flyers pour les frères Orville et Wilbur Wright, les célèbres pionniers de l'aviation (Tremblay, 1994, p. 72 ; Bombardier, site Internet). La Société Short Brothers plc a des installations dans plusieurs villes en Irlande du Nord au Royaume-Uni, dont : Belfast, Queen's Island, Castelreagh, Crossgar, Dunmurry, Newtownabbey Newtownards et Sydenham. Elle est propriétaire de la majorité des immeubles qu'elle occupe, alors que les terrains sont souvent loués à des autorités locales aux termes de baux de location pouvant aller jusqu'à 999 ans dans certains cas. Enfin, soulignons en dernier lieu que Short Brothers plc fait également partie d'une coentreprise, soit Shorts Missile Systems Limited, qui est détenue à parts égales (50:50) avec la firme Thomson-CSF de France (Bombardier Inc. Notice annuelle 1998).

[54] Fondée en 1960 par William P. Lear Sr., l'inventeur de l'avion d'affaires à réaction, sous la raison sociale Swiss American Aviation Corporation (SAAC), l'entreprise changera de nom et de structure de propriété à plusieurs reprises au cours de son histoire avant d'être contrainte de se mettre à l'abri des dispositions du Chapitre 11 de la loi sur les faillites aux États-Unis. Après quoi, la Société Bombardier Inc. fit l'acquisition en 1990 de l'avionnerie Learjet Corporation pour la somme de 75 millions $ US ; puis elle en fit par la suite une de ses filiales en la désignant dorénavant sous la raison sociale Learjet Inc. (Jane's All the World's Aircraft 1995, p. 549). La Société Learjet Inc. a des installations de fabrication, ainsi que des centres de maintenance et de remise à neuf d'avions qui sont situés à Wichita au Kansas, là-même où le Groupe Bombardier Aéronautique a situé son centre d'essais en vol à des fins d'homologation pour tous ses appareils ; puis elle a également des centres d'aménagement intérieur, de maintenance et de remise à neuf d'avions qui sont situés à Tucson en Arizona. Notons, par ailleurs, que plusieurs de ses installations et de ses centres sont loués par Learjet Inc. aux autorités locales, dont la Wichita Airport Authority au Kansas, puis la Tucson Airport Authority en Arizona (Bombardier Inc. Notice annuelle 1998).

est, pour sa part, la pionnière dans le segment de marché des avions d'affaires de petites et moyennes dimensions, tels : l'appareil Learjet 31A de petite dimension ; puis l'appareil Learjet 45 de moyenne dimension ; et enfin l'appareil Learjet 60 de moyenne dimension à portée transcontinentale. Enfin, Bombardier Inc. fit l'acquisition en 1992 (3) de l'actif de la division de Havilland de la firme The Boeing Company dont le chef-lieu est situé à Seattle dans l'État de Washington aux États-Unis, qui en avait fait l'acquisition du gouvernement fédéral en 1986 et qui en fit, par la suite, une division de Boeing of Canada Limited dans laquelle elle a, en outre, investi un milliard de dollars avant de s'en départir définitivement en 1992 à la cédant à de Havilland Inc. (L'actualité, 1er Sept. 1997, p. 20).

Située près de l'Aéroport de Downsview à proximité de Toronto, l'avionnerie[55] de Havilland est, quant à elle, la pionnière internationale dans la mise au point d'avions ADAC, c'est-à-dire des avions à décollage et à atterrissage courts (STOL : Short Take-Off and Landing). Cette nouvelle acquisition stratégique dans le domaine de l'aéronautique civile fut réalisée par l'entremise de la Société de Havilland Inc. qui fut alors dotée d'un avoir de 100 millions $, dont 51% ont été fournis par Bombardier Inc. et 49% par la province de l'Ontario (Bombardier Inc. Notice annuelle 1998, p. 5). En janvier 1997, Bombardier Inc. procéda à l'acquisition de la portion restante de 49% des actions de la Société de Havilland Inc. qui étaient alors détenues par la province de l'Ontario et ce, pour la somme de 49 millions $ que Bombardier Inc. lui remboursera (billet à 7% d'intérêt) sur une période de 15 ans (Bombardier Inc. Rapport annuel, Exercice clos le 31 janvier 1997).

---

[55] Le nom de l'avionnerie de Havilland provient du nom de l'industriel britannique Sir Geoffrey de Havilland (1882-1965). Fondée en 1928 sous la raison sociale The de Havilland Aircraft of Canada Limited en tant que division de la firme britannique The de Havilland Aircraft Company Ltd ; les deux entreprises passèrent par la suite sous le contrôle de la Société britannique Hawker Siddeley en 1961 ; puis, en 1974, la propriété est transférée au gouvernement fédéral et devient alors une Société d'État. En 1986, le gouvernement fédéral décida de se retirer du secteur de l'aéronautique civile en privatisant ses deux avionneries, soit (1) l'avionnerie montréalaise Canadair Limitée, qui fut alors acquise par la Société Bombardier Inc. ; puis ensuite (2) l'avionnerie torontoise The de Havilland Aircraft of Canada Ltd qui fut alors acquise par la firme The Boeing Company de Seattle aux États-Unis. Enfin, celle-ci décida à son tour de s'en départir en 1992 en la cédant à de Havilland Inc., détenue à 51% par Bombardier Inc. et à 49% par le gouvernement de l'Ontario. En 1997, la Société Bombardier Inc. rachète les parts du gouvernement de l'Ontario et de Havilland Inc. devient alors sa filiale à propriété exclusive. Enfin, en février 1998, l'avionnerie de Havilland Inc. et de Havilland Holdings Inc., deux filiales détenues à part entière par la Société Bombardier Inc. fusionnaient avec celle-ci ; ce qui, aujourd'hui encore, est la structure de propriété de l'avionnerie de Havilland (Bombardier Inc. Notice annuelle 1998, p. 1).

Suite à cette transaction, l'avionnerie de Havilland Inc. est devenue dans un premier temps, une filiale à part entière de Bombardier Inc. ; tout comme d'ailleurs Short Brothers plc d'Irlande du Nord (aussi appelée par son diminutif "Shorts") et Learjet Inc. des États-Unis qui sont deux autres filiales à part entière de Bombardier Inc. ; puis, dans un second temps, en février 1998, l'avionnerie de Havilland Inc. et de Havilland Holdings Inc., deux filiales détenues à part entière par la Société Bombardier Inc. fusionnaient avec celle-ci (Bombardier Inc. Notice annuelle 1998, p. 1). Précisons que les quatre avionneries de la Société Bombardier Inc. sont toutes des entités rattachées au Groupe Aéronautique de Bombardier qui est l'un des trois groupes manufacturiers de l'entreprise, les deux autres étant (1) Bombardier Transport qui est le deuxième groupe en importance au sein de Bombardier Inc. avec des revenus d'exploitation de quelque 2,9 milliards de dollars pour l'exercice clos le 31 janvier 1999 et un bénéfice avant impôts sur le revenu de 147,9 millions $; puis (2) Bombardier Produits récréatifs qui a généré des revenus d'exploitation de 1,6 milliard de dollars pour l'exercice clos le 31 janvier 1999, mais a enregistré une perte avant impôts sur le revenu de 45,5 millions $, comparativement à une perte avant impôts sur le revenu de 1,1 millions $ pour l'exercice précédent clos le 31 janvier 1998 (Bombardier Inc., site Internet, avril 1999). D'ailleurs, il convient de souligner ici que le Groupe Bombardier Produits récréatifs est le seul groupe déficitaire au sein de la Société Bombardier Inc. qui attribue ses pertes financières, entre autres, à la baisse des ventes au détail de ses motomarines ainsi qu'aux investissements importants qui ont été consentis, au cours de l'exercice clos le 31 janvier 1999, au développement de produits et de marchés de ses véhicules tout terrain (VTT), de son véhicule de proximité et enfin, de sa gamme de bateaux sport (Bombardier Inc., site Internet, avril 1999).

Dans l'ensemble, comme nous l'avons souligné en introduction, au cours de son exercice clos le 31 janvier 1999, la Société Bombardier Inc. a réalisé un chiffre d'affaires consolidé de 11,5 milliards $, en hausse de 35% par rapport à l'exercice précédent clos le 31 janvier 1998 au cours duquel les revenus consolidés de la Société Bombardier Inc. avaient totalisé 8,5 milliards $. En terme de bénéfice, le bénéfice avant impôts sur le revenu s'est élevé à 826,9 millions $ en 1998-1999, comparativement à 627,2 millions $ en 1997-1998 ; ce qui lui a permis de dégager un bénéfice net de 554,0 millions $ en 1998-1999, comparativement à un bénéfice net de 420,2 millions $ en

1997-1998 (Bombardier, site Internet, avril 1999). Au cours des dix dernières années, la Société Bombardier Inc. a enregistré une croissance annuelle moyenne d'environ 20% et ce, à la fois en termes de revenus et de bénéfice par action (Baghai et al., 1997, p. 6). Plus spécifiquement, le taux de rendement annuel composé (incluant dividendes) de Bombardier Inc. s'est situé à 26,5% au cours de la période allant du 31 janvier 1992 au 31 janvier 1997, alors que l'indice TSE 300 (TSE : Toronto Stock Exchange) se situait à 11,2% durant cette même période. Au 31 janvier 1992, la valeur marchande des fonds propres de Bombardier Inc., c'est-à-dire sa capitalisation[56] boursière, s'élevait à 2,61 milliards de dollars canadiens, alors qu'au 31 janvier 1997, la valeur marchande des fonds propres s'élevait à 8,71 milliards $ (Bombardier Inc. Notice annuelle 1997). La valeur de l'actif de la Société Bombardier Inc. s'élevait à 10,5 milliards $ au 31 janvier 1998, comparativement à 7,9 milliards $ au 31 janvier 1997. Soulignons qu'au 31 janvier 1999, Bombardier Inc. employait 53 000 employés à travers le monde et exploitait, à ce moment-là, des usines dans 12 pays différents en Amérique du Nord, en Europe et en Asie (Bombardier Inc., site Internet, avril 1999).

La Société Bombardier Inc. affirme que la majeure partie de la croissance de ses revenus provient de Bombardier Aéronautique qui a enregistré des revenus, avant cessions intersectorielles, de quelque 6,4 milliards $ en 1998-1999, comparativement à 4,9 milliards $ en 1997-1998, soit une augmentation de 32%. Soulignons ici que les cessions intersectorielles ont totalisées 109 millions $ au cours de l'exercice clos le 31 janvier 1999, comparativement à 124,2 millions $ pour l'exercice précédent clos le 31 janvier 1998. En terme de contribution, les revenus d'exploitation du Groupe Bombardier Aéronautique, avant cessions intersectorielles, ont totalisé 56% des revenus consolidés de la Société Bombardier Inc. en 1998-1999.

---

[56] Bombardier Inc. est devenue une société publique en janvier 1969 au moment où le titre de l'entreprise (BBD) a été inscrit aux Bourses de Montréal et de Toronto avec une première émission publique de deux millions d'actions (IPO). Aujourd'hui encore, des membres de la famille du fondateur Joseph-Armand Bombardier (1907-1964) en demeurent l'actionnaire majoritaire. Les actions qu'ils détiennent, directement ou indirectement par le biais de leurs sociétés de portefeuille respectives, soit près de 80% des actions de classe A (à dix votes par action) de Bombardier Inc qui sont actuellement en circulation, leur confèrent environ 62% de tous les droits de vote afférents à toutes les actions de la Société Bombardier Inc. (Bombardier Inc. Circulaire de procuration de la direction 1998, p. 4).

En terme de bénéfice, le bénéfice avant impôts sur le revenu de Bombardier Aéronautique s'est élevé à 681,9 millions $ au cours de l'exercice clos le 31 janvier 1999, comparativement à un bénéfice avant impôts sur le revenu de 479,6 millions $ au cours de l'exercice clos le 31 janvier 1998, soit une augmentation de 42%. En terme de contribution, ceci correspond à 82% du bénéfice avant impôts sur le revenu de Bombardier Inc. en 1998-1999. La marge bénéficiaire avant impôts de Bombardier Aéronautique est passée de 6,7% qu'elle était en 1996-1997 à 9,8% en 1997-1998, pour finalement se situer à 10,6% à la fin de son exercice clos le 31 janvier 1999. Enfin, rappelons en dernier lieu qu'à la fin de l'exercice clos le 31 janvier 1999, le carnet de commandes de la Société Bombardier Inc. s'élevait à 25,5 milliards $, comparativement à 18,1 milliards $ au 31 janvier 1998, soit une hausse de 41%. En ce qui a trait au domaine d'activité lié à l'aéronautique, le carnet de commandes du Groupe Bombardier Aéronautique s'élevait à 16,2 milliards $ au 31 janvier 1999, comparativement à un carnet de commandes de 10,1 milliards $ au 31 janvier 1998 et à un carnet de commandes de 6,2 milliards $ au 31 janvier 1997 (Bombardier Inc., site Internet, avril 1999).

Suite à la fusion des constructeurs aéronautiques Boeing et McDonnell Douglas aux États-Unis qui sont maintenant regroupés sous la raison sociale The Boeing Company, la Société Bombardier Inc. est maintenant le troisième plus important constructeur aéronautique civil au monde après The Boeing Company et le consortium européen Airbus Industrie qui détenaient respectivement, en 1996, 55% et 45% du marché mondial des avions commerciaux gros porteurs, faisant dire à certains observateurs que le secteur d'activité lié à l'aviation commerciale est à présent un véritable duopole ; ce que les faits tendent plutôt à laisser croire (Interavia, Sept. 1997, p. 3). En 1998, Airbus Industrie a réussi à augmenter légèrement sa part de marché, soit 46% ; alors que ses revenus atteignaient 13,3 milliards $US et que son carnet de commandes s'élevait à 92,7 milliards $US au 31 décembre 1998 (AW&ST, January 1999, p. 39).

En terme d'économie pour le Canada, l'Association des industries aérospatiales du Canada (AIAC) affirme que la forte demande d'avions régionaux a été en 1997 le principal moteur (driver) de l'industrie aéronautique et aérospatiale canadienne avec des ventes de quelque 13 milliards $, dont 10 milliards $ de ventes à l'exportation (Interavia, July 1997, p. 8). De fait, l'industrie aéronautique

est une source non négligeable d'excédents de la balance commerciale du Canada en raison de la valeur de ses exportations. Selon Industrie Canada (1996), l'industrie des aéronefs et des pièces d'aéronef est à forte valeur ajoutée et à forte intensité de main-d'oeuvre, mais à faible volume de production. En 1996, l'industrie canadienne des aéronefs et des pièces d'aéronef était composée d'environ 200 usines et employait environ 40 000 travailleurs. À l'échelle mondiale, l'industrie des aéronefs et des pièces d'aéronef fonctionne selon une hiérarchie à trois paliers. Selon une étude réalisée par Industrie Canada (1996) : « Cette structure pyramidale se caractérise par un mouvement ascendant des pièces et des composants à l'intérieur de l'industrie. Au sommet de la pyramide se trouvent un nombre limité d'avionneurs ayant la capacité de concevoir, d'intégrer, de faire homologuer et de commercialiser les aéronefs. », (p. 13). Le tableau 3.1 de la page suivante nous brosse un portrait de la structure de l'industrie canadienne des aéronefs et des pièces d'aéronef et des principales entreprises qui y oeuvraient en 1996 à chacun de ces paliers.

3.1.1.1 Groupe Bombardier Aéronautique

Le Groupe Aéronautique de Bombardier oeuvre principalement dans trois créneaux de marché distincts au sein de l'industrie aéronautique civile ; lesquels sont desservis, entre autres, par trois divisions de commercialisation, soit : (1) la Division Avions d'affaires de Bombardier qui est notamment responsable de toutes les activités reliées à la commercialisation, à la vente et au service à la clientèle de l'avion d'affaires Challenger 604 de Canadair et de l'avion d'affaires Global Express de Bombardier, puis aussi de la famille d'avions d'affaires Learjet (Learjet 31A, 45 et 60), ainsi que les deux versions d'affaires du Regional Jet de Canadair, à savoir : la navette d'affaires Corporate JetLiner de Canadair et l'appareil Special Edition (SE) de Canadair (Bombardier, Notice annuelle 1998, p. 11). Puis, nous avons (2) la Division Avions de transport régional de Bombardier Aéronautique qui assure, quant à elle, la commercialisation et le soutien de la gamme d'appareils Regional Jet de Canadair qui sont offerts en séries 100, 200 et 700, respectivement de 50, 50 et 70 places ; ainsi que de la gamme d'avions régionaux à turbopropulsion Dash 8Q de de Havilland qui sont offerts en séries 100, 200, 300 et 400 ; respectivement de 37, 37, 50 et 70 places.

Tableau 3.1 Structure de l'industrie canadienne des aéronefs et des pièces d'aéronef.

PREMIER PALIER — AVIONNEURS
Canadair-Bombardier — Regional Jet, Challenger, Avions amphibies de Havilland — Dash 8 Bell Helicopter Textron (Canada) — Hélicoptères civils
DEUXIÈME PALIER
Pratt & Whitney Canada — Petites turbines à gaz Messier-Dowty Canada — Trains d'atterrissage AlliedSignal Aerospace — Circuits de commande carburant McDonnell Douglas Canada — Ailes d'avions à réaction commerciaux Boeing Canada — Structures principales d'avions à réaction commerciaux Fleet Aerospace — Cabines d'hélicoptères Avcorp — Éléments de structure d'aéronef Héroux — Trains d'atterrissage Menasco — Trains d'atterrissage
TROISIÈME PALIER
Plus de 130 entreprises de l'industrie canadienne des aéronefs et des pièces d'aéronef [dont la plupart comptent moins de 50 employés] • Produits et services spécialisés • Composants et pièces
RÉPARATION ET RÉVISION GÉNÉRALE
Orenda, Rolls-Royce CAE Aviation, Standard Aero Field Aviation, IMP Aerospace Conair, Kelowna Flightcraft Source : Industrie Canada (1996)

Soulignons que les avions régionaux à réaction Regional Jet de Canadair sont utilisés par quelque 26 exploitants répartis dans 14 pays à travers le monde ; tandis que les avions régionaux à turbopropulsion Dash 8Q de de Havilland sont utilisés par 75 exploitants répartis dans 34 pays différents à travers le monde (Bombardier, Notice annuelle 1998, p. 14). Dans le cas spécifique qui nous préoccupe, soulignons que la fabrication des appareils Regional Jet de Canadair et de ses produits dérivés, à savoir la navette d'affaires Corporate JetLiner de Canadair et l'appareil Special Edition de Canadair, relèvent de la Division fabrication de Canadair qui achète ses matières

premières, ainsi que ses équipements auprès des différents fournisseurs canadiens, américains et européens avec lesquels la Société Bombardier Inc. a généralement des contrats à long terme (Bombardier Inc., Notice annuelle 1998, p. 13). Enfin, nous avons (3) la Division Avions amphibies de Bombardier qui est responsable, pour sa part, de la commercialisation de l'avion amphibie à turbopropulsion de nouvelle génération Canadair 415 (CL-415), le successeur du célèbre bombardier d'eau CL-215 (discontinué en 1989) qui est connu et reconnu mondialement pour sa lutte contre les incendies. En fait, la réputation du nom "Canadair" avec ses avions amphibies est telle, que certains dictionnaires français l'ont même intégré dans leur édition. Par exemple, Le Petit Larousse illustré définit ainsi le mot canadair : « Canadair : n.m. (nom déposé). Avion équipé de réservoirs à eau, pour lutter contre les incendies de forêts ». Notons, par ailleurs, que la nouvelle génération Canadair 415 (CL-415) du célèbre avion amphibie de Canadair peut accomplir des missions autres que celle de la lutte contre les incendies. En effet, il est aussi un avion utilitaire qui peut être utilisé pour la recherche et le sauvetage, la patrouille côtière et le transport. Au total, 125 bombardiers d'eau CL-215 ont été construits. Bien que cet appareil soit depuis longtemps l'un des symboles associés à l'avionnerie montréalaise Canadair, la fabrication des appareils Canadair 415 (CL-415) devrait prochainement être transférée en Ontario et ce, afin de libérer de l'espace aux installations de Canadair pour la fabrication et l'assemblage final du nouvel appareil Regional Jet de Canadair de 70 places qui est présentement en développement. Enfin, pour clore, disons en dernier lieu que le Centre administratif de Bombardier Aéronautique est situé à Dorval (Québec). Voici d'ailleurs la façon avec laquelle celui-ci explique sa mission, ainsi que le rôle de chacun de ses membres au sein du Groupe Bombardier Aéronautique en fonction de leur spécialité respective :

> « Bombardier Aéronautique conçoit, fabrique et commercialise des produits et des services aéronautiques, dont il assure le soutien. [...] Tous les membres disposent d'installations de conception et de fabrication complètes et sont reconnus pour leurs produits de qualité, tout en ayant chacun développé leur propre spécialité. De Havilland excelle dans la peinture et l'aménagement intérieur d'avions. Canadair est le centre d'excellence de Bombardier dans l'usinage de grosses structures d'avion et la formation au pilotage. Learjet est le centre d'essais en vol pour tous les avions de Bombardier. Quant à Shorts, elle est le centre d'excellence dans les traitements industriels tels que le collage et l'usinage chimique des composites, des métaux et des produits comme les fuselages, les nacelles et les systèmes de défense. », (Bombardier Aéronautique, document corporatif).

3.1.1.2 Historique du Regional Jet de Canadair

L'avion de transport régional de 50 places Regional Jet de Canadair est un produit dérivé de l'avion d'affaires à large fuselage Challenger de Canadair qui, lui-même, est un produit dérivé de l'avion LearStar 600, comme nous l'avons évoqué au chapitre 1. En effet, après que le gouvernement fédéral eût fait l'acquisition de l'avionnerie Canadair en 1976 auprès de la firme General Dynamics Corporation des États-Unis qui cherchait, à ce moment-là, à s'en départir ; celui-ci décida, pour relancer les activités de son avionnerie Canadair, d'acquérir auprès de William P. Lear Sr, l'inventeur de l'avion d'affaires à réaction et le fondateur de l'avionnerie Learjet (une filiale de Bombardier Inc. depuis 1990), la propriété exclusive du programme LearStar 600 avec les droits exclusifs mondiaux de développer, de concevoir, de fabriquer, de vendre et de distribuer l'avion LearStar 600 ou tout dérivé de celui-ci moyennant certaines redevances,[57] selon les termes et conditions prévus à la convention passée entre les parties en 1976 (Bombardier Inc. Notice annuelle 1998, p. 30).

Le gouvernement fédéral, par l'entremise de sa Société d'État Canadair Limitée, lança donc, en octobre 1976, le programme de développement d'un nouvel avion d'affaires à réaction qui, après d'importantes modifications au concept original du modèle LearStar 600, donna lieu au tout premier avion d'affaires de l'avionnerie Canadair Limitée, soit le CL-600, désigné par la suite sous une nouvelle appellation, soit le Challenger 600, qui prit son envol en 1978 et obtint son homologation en août 1980 de Transports Canada, puis ensuite l'aval de la FAA (US Federal Aviation Administration) en novembre 1980. Le Challenger 600 (CL-600) était muni de deux turboréacteurs Avco Lycoming, modèle ALF502 de série L-2 ou L-3 d'une puissance de 33 kN (7 500 lb) de poussée unitaire qui n'avaient pas fait entièrement ses preuves, de sorte que le CL-600 ne pouvait franchir une distance supérieure à 5 530 km.

---

[57] Bombardier Inc., à titre de successeur de la participation de Canadair Limitée, a continué à payer les redevances sur chaque appareil Challenger 601, 601-3A et 601-3R, ainsi que sur l'appareil Regional Jet, modèle CL600-2B19. Toutefois, en juillet 1996, la Société Bombardier Inc. concluait une entente avec les représentants des successeurs et des ayants droit de William P. Lear Sr (décédé en mai 1978) qui réglait ainsi toute obligation passée, présente et future au titre de redevances (Bombardier Inc. Notice annuelle 1997, p. 26).

Le hic de l'affaire, c'est que le rayon d'action du CL-600 était bien en-deçà du rayon d'action de 6 300 km pour lequel il avait été conçu pour avoir une portée intercontinentale afin d'être en mesure, par exemple, d'effectuer sans escale des liaisons clés comme New York - Los Angeles (Flight, Nov. 12, 1997, p. 59). Devant cette situation, Canadair Limitée présenta, en 1982, le modèle CL-601 qui sera lui aussi désigné par la suite sous une nouvelle appellation commerciale, soit le Challenger 601, qui obtint son homologation en 1983. Mais à la différence du CL-600, le Challenger 601 (CL-601) était muni de deux turboréacteurs du motoriste GE Aircraft Engines (GEAE) des États-Unis, modèle CF34 de série 1As, qui lui permettaient d'atteindre un rayon d'action d'environ 1 000 kilomètres de plus que le Challenger 600 ; lequel fournisseur allait devenir par la suite un important partenaire d'affaires de Bombardier Aéronautique dans le développement de sa gamme d'avions régionaux à réaction Regional Jet de Canadair. L'appareil Challenger de Canadair est le premier grand succès de Canadair qui avait connu par le passé certains déboires financiers. L'avion Challenger 601 (CL-601) était offert en trois versions, soit les versions 601-1A et 601-3A, maintenant discontinuées, puis la version 601-3R à rayon d'action étendu, soit 6 640 km.

Le développement de l'avion d'affaires Challenger a coûté au Trésor public canadien quelque 1,4 milliard $. Si on ajoute la contribution du gouvernement fédéral au programme de développement du modèle Dash 8 de l'avionnerie de Havilland lorsque celle-ci était une Société de la Couronne ; c'est plus de 3 milliards $ de fonds publics qui ont ainsi été injectés par le gouvernement fédéral entre 1977 et 1982 dans ces deux avionneries : soit (1) de Havilland et (2) Canadair Limitée avant de les céder toutes les deux au secteur privé en 1986 (Industrie Canada, site Internet de Strategis (http://strategis.ic.gc.ca.) Industrie des aéronefs et des pièces d'aéronef. Analyse fondamentale). Lorsque la Société Bombardier Inc. fit l'acquisition de l'avionnerie Canadair Limitée en 1986 du gouvernement fédéral, elle lança à son tour en mars 1989 le programme de développement d'un nouvel avion de transport régional à réaction de 50 places désignée sous l'appellation commerciale Regional Jet de Canadair ou son acronyme CRJ (Canadair Regional Jet). Le coût de développement du Regional Jet de Canadair de 50 places s'est élevé à 275 millions $, selon le manuel Jane's All the World's Aircraft (1998, p. 37), alors que la revue Air Transport World parle plutôt d'un montant d'environ 300 millions $ pour amener l'appareil jusqu'à sa certification (ATW, Feb. 1998, p. 41).

L'avion de transport régional de 50 places Regional Jet de Canadair est un produit dérivé de l'avion d'affaires à large fuselage Challenger 601 de Canadair qui, lui-même, est un produit dérivé du modèle LearStar 600, comme nous l'avons déjà expliqué auparavant. D'ailleurs, ce lien parental, si l'on peut s'exprimer ainsi, a amené la Société Bombardier Inc. à essayer de trouver un moyen de mettre fin aux redevances dont elle était assujettie de payer depuis 1986 en tant que successeur de la participation de Canadair Limitée lorsqu'elle en fit l'acquisition et ce, pour chaque appareil LearStar 600 ou tout produit dérivé qui était vendu, tel l'appareil Challenger. Une entente de règlement a été conclue à cet effet en juillet 1996 (Bombardier Inc. Notice annuelle 1998, p. 30).

La plus récente version de l'avion d'affaires Challenger, soit le Challenger 604 de Canadair, a été homologué en 1995 et est entré en service en janvier 1996. L'appareil Challenger 604 de Canadair est la cinquième génération de la famille d'avion d'affaires à large fuselage Challenger de Canadair à portée intercontinentale ; les modèles précédents étant les appareils Challenger 600, 601, 601-3A et 601-3R. Quant à l'avion de transport régional connu sous l'appellation commerciale Regional Jet de Canadair, celui-ci est maintenant offert en trois séries différentes, comme nous l'avons souligné à quelques reprises auparavant, soit le CRJ-100 et le CRJ-200 de 50 places, puis le CRJ-700 de 70 places.

Afin de mieux s'y retrouver, la figure 3.1 de la page suivante nous brosse un portrait sommaire de l'évolution de l'avion d'affaires intercontinental à large fuselage Challenger et de ses produits dérivés, soit la famille d'avions régionaux à réaction Regional Jet de Canadair de 50 places et ses deux versions d'affaires, à savoir : (1) le Corporate JetLiner de Canadair qui est un appareil destiné à répondre aux besoins des grandes sociétés et des gouvernements désirant une navette d'affaires de haute densité ; puis ensuite (2) le Special Edition de Canadair qui offre une grande cabine d'affaires et qui est un appareil à portée transcontinentale d'environ 3 000 milles nautiques pouvant effectuer sans escale des liaisons clés comme New York - Los Angeles (Bombardier Inc. Notice annuelle 1998, p. 11).

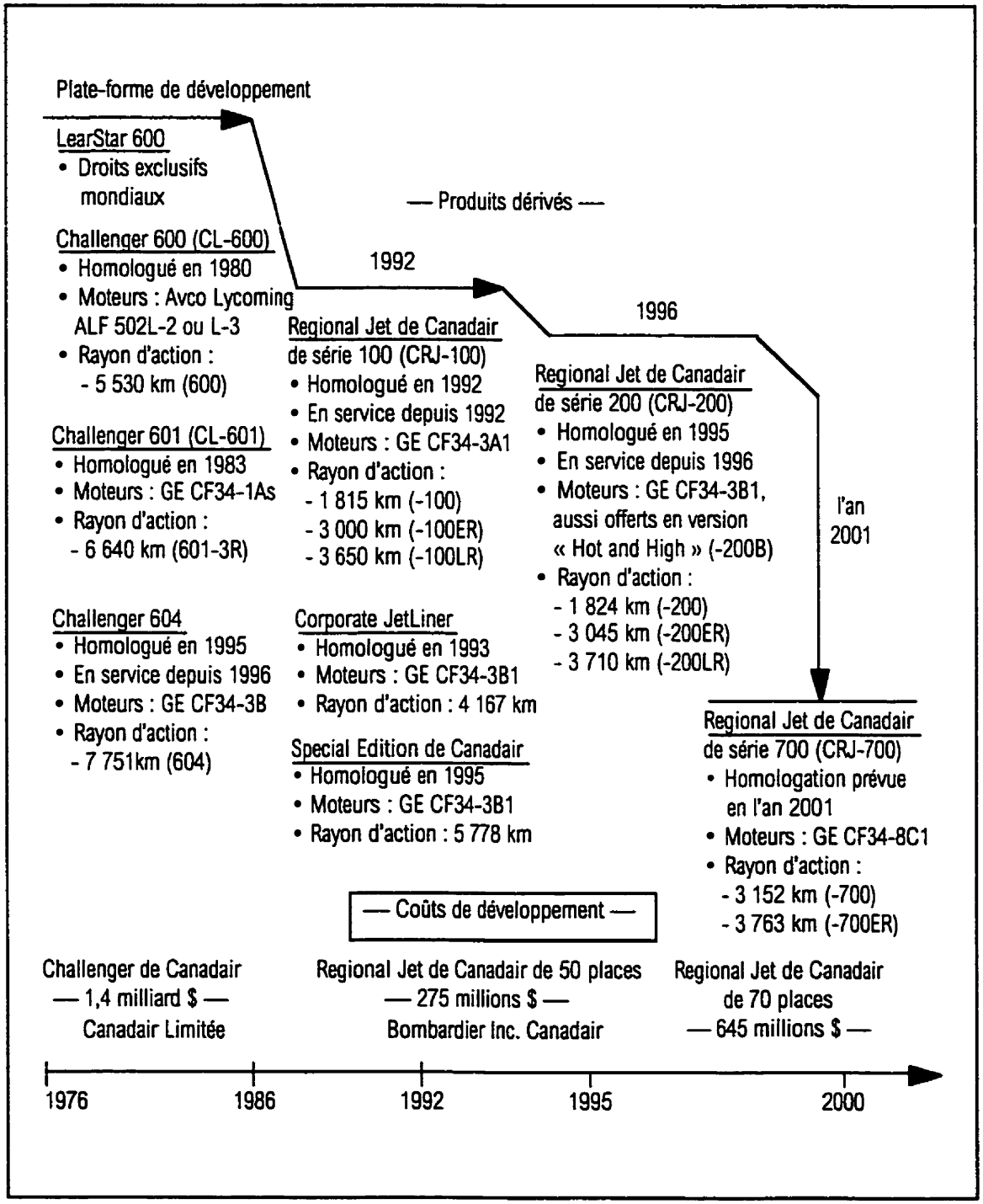


Figure 3.1 Évolution du modèle de base du Regional Jet de Canadair et ses produits dérivés.

En affirmant ainsi que l'avion de transport régional de 50 places CRJ de Canadair est un produit dérivé de l'avion d'affaires Challenger, est un portrait incomplet de la situation, comme nous le précise la revue Air Transport World : « To say that the CRJ is as stretched, beefier Canadair Challenger bizjet is to present an incomplete picture. In addition to a 20-ft fuselage extension, the wing chord and span were expanded and substantial changes were made to the power plant, cockpit and brakes. The aircraft is certificated to the stringent JAR 25 standards for commercial aircraft. », (ATW, Feb. 1998, p. 41). C'est également un portait incomplet de la situation que nous présentons lorsque nous affirmons que le Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 places est un produit dérivé du Regional Jet de Canadair de 50 places, car le CRJ-700 comportera de nombreuses améliorations par rapport au CRJ de séries 100 et 200, notamment au niveau de l'aménagement intérieur de la cabine de passagers qui aura pour effet d'octroyer plus d'espace aux passagers.

Tous les modèles d'avions à réaction du Groupe Bombardier Aéronautique sont facilement reconnaissables à leur profil aérodynamique dont, entre autres, les ailes basses et le bout des ailes remonté, aussi appelé "dérives d'extrémités d'aile" ou ailettes (winglets), ainsi que par la forme de la queue arrière de l'appareil (empennages horizontal et vertical) qui est en forme de « T ». Puis, ils se distinguent également par leurs turboréacteurs qui sont toujours en nombre de deux et qui sont montés sur pylône au niveau du tronçon arrière du fuselage de l'appareil, contrairement à plusieurs autres modèles d'avions à réaction de ligne régionale ou commerciale où les turboréacteurs sont montés sous les ailes de l'appareil comme, par exemple, la famille d'avions régionaux à réaction RJ Avroliner du constructeur aéronautique britannique Avro International Aerospace, soit les appareils RJ70, RJ85 et RJ100 d'Avro, ainsi que la plupart des modèles d'avions commerciaux gros porteurs de l'avionneur Boeing des États-Unis, puis aussi ceux du consortium européen Airbus Industrie qui est d'ailleurs le pionnier international dans le domaine des cockpits électroniques (glass cockpit) qui sont maintenant utilisés dans l'aviation civile. Ceci étant dit, passons maintenant à des informations plus détaillées concernant l'appareil CRJ de Canadair de 50 places.

3.1.1.3 Lancement du Regional Jet de Canadair

L'appareil Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-100) effectua son vol inaugural le 10 mai 1991, puis il est entré officiellement en service commercial en novembre 1992 chez le client de lancement européen Lufthansa CityLine de Cologne en Allemagne qui avait déjà commandé, en date de mars 1999, 45 appareils CRJ. Puis, en juin 1993, l'avion de transport régional de 50 places CRJ de Canadair est entré en service commercial chez le client de lancement nord-américain Comair qui est basé à Cincinnati en Ohio et à Orlando en Floride. En mars 1999, le transporteur régional Comair avait déjà commandé 110 appareils Regional Jet de Canadair de 50 places, dont 74 appareils CRJ étaient déjà en service commercial, à ce moment-là, alors que 36 appareils demeuraient à être livrés ; ce qui en fait de facto le plus important client d'avions régionaux (en nombre d'appareils) du Groupe Bombardier Aéronautique, toutes catégories confondues. En 1997, le Groupe Bombardier Aéronautique remporta le prestigieux prix « Airline Technology Achievement Award » pour le succès du Regional Jet de Canadair de 50 places. Ce prix est décerné depuis plusieurs années par la revue Air Transport World qui a émis le témoignage suivant lors de la publication de la nouvelle :

> « Bombardier Aerospace's gamble on the Regional Jet in the face of airline opinion is recognized as one of the industry's great success stories. [...] Much of the preliminary design work was completed before Bombardier acquired Canadair from the Canadian government in October, 1996. But Bombardier pushed the concept to reality, providing roughly $ 300 million to certify the aircraft. It gamble on an aircraft that the industry said early on never would be a commercial success. The industry was wrong. [...] Our Technology Achievement Award is a fitting tribute to Bombardier's effort. », (ATW, February 1998, p. 41).

En guise de témoignage éloquent du cas à succès du Regional Jet de Canadair, il convient de souligner ici qu'en octobre 1998, le client de lancement nord-américain du CRJ-100 de Canadair, à savoir le transporteur régional Comair, franchissait un pas important dans ses relations d'affaires avec le Groupe Bombardier Aéronautique et son avionnerie Canadair en concluant une entente d'une valeur de 1 milliard $US répartie sur les dix prochaines années pour l'acquisition de 150 nouveaux appareils Regional Jet de Canadair qui viendront ainsi s'ajouter à sa flotte actuelle de CRJ. L'entente prévoie également des commandes fermes pour 20 appareils Regional Jet de Canadair de

série 700 de 70 places qui deviendront ainsi les premiers appareils CRJ-700 à faire leur entrée chez ce transporteur régional ; le tout assorti d'options d'achat pour 115 autres appareils CRJ, dont 70 appareils Regional Jet de Canadair de 70 places. À l'expiration de cette entente de dix ans, la flotte d'appareils CRJ en service chez ce transporteur régional pourrait s'élever à 155 appareils CRJ de 50 places et à 90 appareils CRJ de 70 places, soit un grand total de 245 appareils Regional Jet de Canadair de 50 et 70 places, si celui-ci décidait d'exercer toutes ses options d'achat qu'il s'est réservé dans cette entente d'une durée de dix ans (Comair, site Internet, déc. 1998).

Le Regional Jet de Canadair de 50 places est offert depuis 1992, en série 100 (CRJ-100) ; puis, depuis 1996, il est aussi offert en série 200 (CRJ-200) qui se distingue de la série précédente par le choix, entre autres, des turboréacteurs fournis par le motoriste GE Aircraft Engines (GEAE), comme le montre à cet effet la figure 3.1 vue précédemment. L'appareil CRJ-200 de Canadair est entré officiellement en service commercial en janvier 1996 chez le transporteur régional Tyrolean Airways d'Innsbruck en Autriche qui avait déjà commandé, en mars 1999, 10 appareils CRJ de 50 places. Outre les clients de lancement Lufthansa CityLine d'Allemagne (45 CRJ) et Comair des États-Unis (110 CRJ), citons aussi, parmi les principaux clients actuels du Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-100/200), en date de mars 1999 : la compagnie aérienne Air Canada qui a déjà commandé 26 appareils CRJ ; puis les transporteurs régionaux suivants aux États-Unis : Mesa Air Group (32 CRJ) ; puis Atlantic Southeast Airlines (ASA) qui a placé, en avril 1997, une première commande ferme pour 30 appareils CRJ-200 de Canadair ; ce qui représentait, à ce moment-là, la plus importante première commande d'achat pour des appareils Regional Jet de Canadair de 50 places (en nombre d'appareils) jamais enregistrée par Bombardier Aéronautique de la part d'un nouveau client et ce, pour une somme totale de 825 millions $ ou 600 millions $US (Bombardier Inc. Notice annuelle 1997, p. 16). En mars 1999, Atlantic Southeast Airlines (ASA) avait déjà placé des commandes fermes pour 45 appareils CRJ de Canadair de 50 places.

Toutefois, en février 1999, un nouveau record de ventes devait être inscrit dans l'histoire du Regional Jet de Canadair de 50 places lorsque la Société Northwest Airlines Inc., qui est établie à Minneapolis aux États-Unis, décida de passer une première commande d'achat pour 54 appareils

CRJ-200LR de Canadair au prix courant approximatif de 1,9 milliard $ ou 1,3 milliard $US et ce, en plus de s'être réservée des options d'achat pour 70 autres appareils CRJ de 50 places (Bombardier, site Internet, avril 1999). Parmi les autres clients du Regional Jet de Canadair de 50 places aux États-Unis, en mars 1999, citons aussi : Atlantic Coast Airlines (43 CRJ) ; SkyWest Airlines (35 CRJ) ; Midway Airlines (23 CRJ) ; et enfin Air Wisconsin (9 CRJ). Du côté de l'Europe, les principaux clients du Regional Jet de Canadair de 50 places, en mars 1999, sont les transporteurs régionaux suivants : Brit Air de Morlaix et Air Littoral de Montpellier en France qui avaient déjà commandé, en date de mars 1999, 20 et 19 appareils CRJ, respectivement ; auxquels s'ajoutent les transporteurs régionaux Tyrolean Airways et Lauda Air d'Autriche qui avaient déjà commandé, en mars 1999, 10 et 8 appareils CRJ, respectivement.

Rappelons que Tyrolean Airways est également le client de lancement du Regional Jet de Canadair de série 200 (CRJ-200) qui est entré en service commercial en janvier 1996 (Regional Update, Jan./Feb. 1996, p. 4). Enfin, soulignons en dernier lieu que les clients du Regional Jet de Canadair de 50 places se retrouvaient aussi, en mars 1999, au Royaume-Uni (Maersk Air : 8 CRJ ; Jersey European Airways : 4 CRJ) ; en Australie (Kendell Airlines : 12 CRJ) ; en Afrique du Sud (South African Express : 6 CRJ) ; en Slovénie (Adria Airways : 3 CRJ) ; en Roumanie (DAC Air : 2 CRJ) ; en Espagne (Air Nostrum : 5 CRJ) ; en Malaisie (Saeaga : 1 CRJ) ; et enfin, en Argentine (Southern Winds : 2 CRJ) ; pour ne citer ici que quelques clients du Regional Jet de Canadair de 50 places ; ce qui nous donnait un grand total de 524 appareils CRJ de séries 100 et 200 qui avaient été commandés, en date de mars 1999, par plus d'une vingtaine de clients répartis dans plusieurs pays différents à travers le monde.

À ce nombre s'ajoutaient 2 autres appareils CRJ qui avaient été vendus à des clients qui préfèraient, à ce moment-là, garder l'anonymat ; puis 12 autres appareils Regional Jet de Canadair en version d'affaires, à savoir : (1) la navette d'affaires Corporate JetLiner de Canadair qui peut accommoder de 20 à 40 passagers que les grandes entreprises (p. ex., Xerox Corporation) ou les gouvernements utilisent lors de leurs déplacements comme, par exemple, la République populaire de Chine qui, en janvier 1997, en commanda 5 exemplaires ; puis ensuite (2) l'appareil Special Edition

de Canadair qui peut accueillir de 14 à 19 passagers, dont le premier exemplaire fut livré à TAG Aéronautique en 1995 qui est le représentant et le distributeur exclusif de plusieurs produits de Bombardier Aéronautique dans 22 pays arabes et au Moyen Orient (Bombardier, site Internet).

Parmi les clients utilisateurs du Regional Jet de Canadair de 50 places, le transporteur régional Comair des États-Unis est sans doute celui qui a été le plus médiatisé dans les publications spécialisées de l'industrie comme étant un témoignage éloquent du succès de l'introduction du Regional Jet de Canadair de 50 places dans un créneau de marché qui était presque entièrement dominé, en 1992, par des avions régionaux à turbopropulsion et ce, c'est sans compter non plus le scepticisme avec lequel le secteur de l'aviation régionale avait accueilli, à ce moment-là, l'arrivée d'un avion de transport régional à réaction d'une capacité de 50 sièges, comme nous l'avons vu précédemment avec le témoignage de la revue Air Transport World qui a tout de même décerné, en 1997, au Groupe Bombardier Aéronautique, le prix « Airline Technology Achievement Award » pour le succès du Regional Jet de Canadair.

Fondé en 1977, le transporteur Comair, qui effectue notamment les correspondances[58] pour d'autres destinations pour la compagnie aérienne Delta Air Lines (DL), qui détient d'ailleurs 20% des actions ordinaires de Comair Holdings Inc., la société-mère de Comair Inc., Delta Connection, avait déjà placé, en mars 1999, des commandes fermes pour 110 appareils CRJ de 50 places. Bien que le transporteur Comair ait déjà été primé en 1991 par l'industrie et par la revue Air Transport World comme étant le transporteur régional de l'année (Regional Airline of the Year) en raison notamment

---

[58] Le réseau de transport aérien aux États-Unis est développé en étoile (hub and spokes) autour de certaines plaques tournantes. Dès lors, de nombreux transporteurs régionaux sont ainsi associés à de grandes compagnies aériennes comme Delta Air Lines (DL), par exemple, en vue d'effectuer les correspondances vers d'autres destinations ; d'où la désignation "Comair Inc. Delta Connection". En plus de bénéficier de la clientèle de ces compagnies aériennes, les transporteurs régionaux bénéficient également des avantages liés au système de réservation de ces grandes compagnies aériennes, ainsi que de leur système de transfert de passagers et de leurs bagages ; ce qui représente un net avantage concurrentiel par rapport aux autres transporteurs régionaux qui opèrent seuls ou sans affiliation avec une compagnie aérienne et qui ne peuvent ainsi bénéficier d'économies de réseau. La plaque tournante de Cincinnati, par exemple, où est situé le transporteur régional Comair, lui donne accès à quelque 450 routes aériennes différentes. Dans les faits, Comair effectue en moyenne 700 départs par jour à partir de la plaque tournante de Cincinnati (Northern Kentucky International Airport), puis 100 départs par jour à partir de la plaque tournante d'Orlando en Floride où Comair a là aussi concentré ses activités ; desservant ainsi plus de 80 villes dans 28 États américains et dans 3 pays différents, incluant le Canada (Comair, site Internet : http://fly-comair.com/).

de sa croissance exceptionnelle ; puis qu'il fut primé à nouveau en 1998 en remportant, cette fois-ci, le prix « 1998 Bain Award for Strategy Excellence in Transportation » ; dès sa mise en service commercial en juin 1993, le Regional Jet de Canadair de 50 places a permis au transporteur régional Comair de continuer sur sa lancée et d'augmenter substantiellement son chiffre d'affaires de 248,2 à 563,8 millions $US (+127%) entre 1993 et 1996 ; alors que son bénéfice net passait de 19,2 à 75,4 millions $US (+291%) durant cette période, comme le montre à cet égard le tableau 3.2 ci-après.

Tableau 3.2 Résultats financiers de Comair avant et après l'utilisation du Regional Jet de Canadair.

COMAIR pour son exercice clos le 31 mars 1997	Avant l'utilisation du Regional Jet de Canadair — 1993 —	Après l'utilisation du Regional Jet de Canadair — 1997 —	+ / -
Revenus d'exploitation	248 282 000 $US	563 815 000 $US	127,09%
Revenus de trafic passager	234 236 000 $US	537 873 000 $US	129,63%
Dépenses d'exploitation	216 028000 $US	447 698 000 $US	107,24%
Bénéfice (perte) d'exploitation	32 254 000 $US	116 117 000 $US	260,01%
Bénéfice net (perte)	19 268 000 $US	75 425 000 $US	291,45%
Actions	18 671 000	44 472 000	138,19%
Bénéfice par action	1,03 $US	1,70 $US	64,35%
Marge bénéficiaire d'exploitation	12,99%	20,59%	7,60
Marge bénéficiaire nette	7,76%	13,38%	5,62
Revenus-passagers	2 394 871	4 708 498	96,61%
Sièges offerts	1 182 124 000	2 774 926 000	134,74%
Revenus-passagers-milles (RPM)	545 459 000	1 551 093 000	184,36%
Tarif moyen	97,81 $US	114,23 $US	16,80%
Distance moy. parcourue (milles)	228	329	44,64%
Rendement (yield)	0,43 $US	0,35 $US	-19,25%
Coût unitaire	0,17 $US	0,15 $US	-11,05%
Ratio	2,51	2,28	-9,22%
Taux moyen d'occupation	46,1%	55,9%	9,80
Seuil minimum d'occupation	39,8%	43,8%	4,00

Source : Adaptation de Business & Commercial Aviation (July 1997)

Précisons que le Regional Jet de Canadair de 50 places représentait déjà 80% des sièges qui étaient offerts, à ce moment-là, par le transporteur régional Comair ; ce qui établit un lien difficilement réfutable entre les résultats d'exploitation de ce transporteur régional et ce, avant et après l'utilisation du Regional Jet de Canadair de 50 places. Nous verrons un peu plus loin dans ce chapitre 3, la ventilation de coûts directs d'opération du Regional Jet de Canadair chez le transporteur régional Comair par rapport au rendement ou aux recettes unitaires moyennes générées (yield). Par ailleurs, comme le montre la figure 3.3 ci-dessous et à la suivante, en 1997, Comair se positionnait au deuxième rang du classement « Top 50 » des principaux transporteurs régionaux individuels en service aux États-Unis et au quatrième rang des groupes de transporteurs en service aux États-Unis avec quelque 5,3 millions de passagers transportés en 1997, selon les statistiques cumulées annuellement par la firme indépendante AvStat Associates Inc. et ce, pour le compte de l'association des transporteurs régionaux RAA (Regional Airline Association) qui sont situées toutes les deux dans la Capitale américaine, soit Washington, D.C. (District of Columbia).

Tableau 3.3 Top-50 des transporteurs régionaux (individuels et en groupe) aux États-Unis.

Rang en 1997		Groupe de transporteurs / Transporteurs individuels sous le contrôle du groupe, et codes partagés avec les compagnies aériennes	Nombre de passagers transportés en 1997	
Transporteur individuel	Groupe de transporteurs		Transporteur individuel	Groupe de transporteurs
	1	American Eagle [1]		12 106 757
1		Simmons Airlines (AA)	6 044 580	
10		Flagship Airlines (AA)	2 811 671	
14		Wings West Airlines (AA /AS /HA /QQ)	1 884 354	
18		Executive Airlines (AA)	1 366 152	
	2	Mesa Air Group		6 621 424
4		Mesa Airlines (HP / UA / US)	4 370 864	
15		WestAir (UA)	1 840 264	
29		Air Midwest (US)	410 296	
	3	US Airways Express		6 121 996
8		Piedmont Airlines (US)	2 912 309	
12		Allegheny Airlines (US)	2 035 162	
20		PSA Airlines (US)	1 174 525	
2	4	Comair (DL)	5 298 293	
3	5	Continental Express (CO)	4 880 774	
5	6	Atlantic Southeast Airlines (DL)	3 774 617	
6	7	Horizon Air (AS / NW)	3 463 372	
7	8	Mesaba Airlines (NW)	3 204 416	

Tableau 3.3 (suite) Top-50 des transporteurs régionaux (individuels et en groupe) aux États-Unis.

Rang en 1997		Groupe de transporteurs / Transporteurs individuels sous le contrôle du groupe, et codes partagés avec les compagnies aériennes	Nombre de passagers transportés en 1997	
Transporteur individuel	Groupe de transporteurs		Transporteur individuel	Groupe de transporteurs
	9	SkyWest Airlines		3 194 375
9		SkyWest Airlines (CO / DL)	2 898 972	
33		Scenic Airlines	295 403	
	10	Trans States Airlines		3 053 227
11		Trans States Airlines (AS / NW / TW / UA / US)	2 386 401	
25		U.F.S. (UA)	666 826	
13	11	Air Wisconsin (UA)	1 944 746	
16	12	Express Airlines, I (NW)	1 669 751	
17	13	Atlantic Coast Airlines (UA)	1 665 170	
19	14	Business Express Airlines (AA / DL / NW)	1 326 300	
21	15	CCAir (US)	782 818	
22	16	Chautauqua Airlines (US)	704 810	
23	17	Commutair (US)	677 325	
24	18	Great Lakes Aviation (JI / UA)	676 014	
26	19	Gulfstream Int'l Airlines (CO / UA)	589 202	
27	20	Aloha Islandair (AQ)	422 414	
28	21	Era Aviation (AS)	416 833	
30	22	Cape Air / Nantucket Airlines	368 808	
31	23	Mahalo Air [2] (HA / NW)	324 946	
32	24	Astral Aviation (YX)	319 269	
34	25	Paradise Island Airlines (KW)	244 644	
35	26	Eagle Canyon Airlines	202 468	
36	27	Peninsula Airways (AS)	176 170	
37	28	Aspen Mountain Air (AA / F9)	165 728	
38	29	Mountain Air Express (W7)	159 948	
39	30	Air Vegas	136 343	
40	31	Corporate Airlines (JI)	129 613	
41	32	Chicago Express Airlines (TZ)	125 349	
42	33	Colgan Air (CO)	91 215	
43	34	Vieques Air Link	80 378	
44	35	Yute Air Alaska	79 732	
45	36	Taquan Air Service	75 548	
46	37	Air Nevada	71 064	
47	38	Seaborne Aviation	64 006	
48	39	Harbor Airlines (AS)	56 408	
49	40	Hageland Aviation	53 939	
50	49	Merlin Express	53 283	
Total des embarquements — Top 50 des transporteurs			65 573 493	98,9%
Total des embarquements dans l'industrie			66 303 386	
Total des revenus-passagers-milles — Top 50 (milliers)			15 216 037	99,5%
Total des revenus-passagers-milles dans l'industrie (milliers)			15 297 422	

[1] Flagship, Simmons et West Airlines ont fusionnés avec American Eagle Airlines, Inc

[2] Transporteur ayant cessé ses opérations durant l'année 1997.

Source : ©1998 AvStat Associates, pour la Regional Airline Association (RAA 1998 Annual Report)

Précisons qu'aux États-Unis, les 50 principaux transporteurs régionaux ont transporté en 1997, 98,9% de tout le trafic passager régional et qu'ils se sont partagés 99,5% des revenus-passagers-milles (ou revenus-passagers-kilomètres), c'est-à-dire le produit du nombre total de passagers payants transportés par le nombre de milles (ou kilomètres) qu'ils ont parcourus, pour employer ici la définition de la compagnie aérienne Air Canada (Rapport annuel 1998).

3.1.1.4 Nouvel avion de transport régional à turbopropulsion

Devant les perspectives de croissance du marché des avions régionaux, Bombardier Aéronautique lança officiellement, le 12 juin 1995, au Salon international de l'aéronautique de Paris, le programme de développement d'un nouvel avion de transport régional à turbopropulsion de 70 places, soit le Dash 8Q de série 400 de de Havilland, dont le dévoilement du premier exemplaire a eu lieu comme prévu en novembre 1997, soit 29 mois après son lancement officiel (Regional Update, Nov./Dec. 1997, p. 1). Le nouvel appareil effectua son vol inaugural le 31 janvier 1998 ; après quoi il a entamé son programme d'essais en vol au Centre d'essais en vol (CEV) de Bombardier qui est situé à Wichita au Kansas en vue de sa certification du type Dash 8Q-400 qui est prévue pour la mi-1999. En général, un tel programme s'échelonne sur une période de 18 mois et comporte environ 2 000 heures d'essais en vol. Ce nouvel appareil est la plus récente série de la gamme des avions régionaux à turbopropulsion Dash 8Q de de Havilland qui sont déjà offerts en séries 100, 200 et 300, respectivement de 37, 37 et 50 sièges.

D'ailleurs, avec l'ajout de ce nouvel appareil Dash 8Q-400, Bombardier Aéronautique est maintenant le seul constructeur aéronautique civil au monde à desservir tous les créneaux clés du marché des avions régionaux à turbopropulsion avec une gamme complète d'appareils de 37 à 70 places comportant une grande compatibilité (commonality) entre les différentes séries au sein de cette même famille d'appareil : le Dash 8Q. D'ailleurs, à ce sujet, il convient de souligner ici que cet aspect de compatibilité entre les différentes séries au sein d'une même famille d'appareil (p. ex., la famille d'avions régionaux à réaction Regional Jet de Canadair, de séries 100, 200 et 700 ; etc.) est un élément clé de la stratégie des entreprises en aéronautique comme Bombardier Aéronautique,

car cette compatibilité (commonality) au niveau des systèmes techniques spécialisés des appareils tels un même système intégré d'avionique (p. ex., un système Collins Pro Line V) et un système de propulsion du même modèle (p. ex., le moteur GE, modèle CF34) dans le cas spécifique des appareils de la famille Regional Jet de Canadair, permet aux transporteurs aériens d'utiliser indistinctement l'un ou l'autre de ces séries d'appareils (p. ex., CRJ-100 ; CRJ-200), puis de les assigner ensuite sur des routes aériennes différentes selon leurs besoins spécifiques et ce, en utilisant les mêmes équipes de pilotage. Cette façon de faire particulière a une incidence importante sur les frais d'exploitation des transporteurs aériens (p. ex., sur les coûts de formation des pilotes ; sur les frais de maintenance, d'entretien, de réparation, de révision périodique des appareils ; puis aussi sur les frais d'entreposage des pièces de rechange ; etc.).

En décembre 1998, 561 exemplaires de la gamme des appareils Dash 8Q de l'avionnerie de Havilland avaient été commandés par plus de 75 exploitants répartis dans 34 pays différents, dont la répartition était la suivante : 298 et 83 exemplaires des appareils de 37 places Dash 8Q de séries 100 et 200, respectivement ; auxquels s'ajoutaient 150 exemplaires des appareils Dash 8Q de série 300 de 50 places ; et enfin 30 exemplaires du nouvel appareil Dash 8Q de série 400 de 70 places (Bombardier, site Internet, mars 1999). Dans ce dernier cas, par contre, tout porte à croire que des annulations de commandes ont eu lieu, puisqu'en juillet 1998, le carnet du Dash 8Q-400 s'élevait à 34 commandes fermes, alors qu'il n'était plus que de 30 commandes fermes, en décembre 1998, soit la date du dernier relevé d'informations qui ait été diffusé à ce sujet par le Groupe Bombardier Aéronautique. Toutefois, en mars 1999, le Groupe Bombardier Aéronautique annonçait la conclusion de nouveaux contrats de ventes pour son nouvel appareil Dash 8Q-400 de de Havilland auprès des transporteurs Augsburg Airways d'Allemagne et Jersey European Airways du Royaume-Uni. Dès lors, en tenant compte des annulations de commandes et des nouvelles commandes d'appareils, le carnet du Dash 8Q-400 de de Havilland devait se situer, en mars 1999, à 37 commandes fermes. De façon plus spécifique, le client de lancement sur le marché asiatique du nouvel appareil Dash 8Q-400 de de Havilland est la compagnie aérienne Great China Airlines de Taipei en Taiwan qui a commandé lors de l'Exposition aéronautique « Asian Aerospace '96 » qui s'est tenue à Singapore en 1996, 6 exemplaires de ce nouvel appareil, en plus de s'être réservée des options d'achat sur 6 autres

appareils (Regional Update, Jan./Feb. 1996, p. 1). Soulignons, par ailleurs, que Great China Airlines avait déjà commandé, à cette date, 24 autres appareils Dash 8 de de Havilland depuis 1989. Mais ce qui a sans doute été plus encourageant pour la suite de ce projet, c'est que le transporteur régional SAS Commuter (Scandinavian Airlines System) de Suède plaça, en août 1997, une première commande ferme pour 15 exemplaires du nouvel appareil Dash 8Q de série 400 pour une valeur de 350 millions $ US, assortie de commandes conditionnelles et d'options d'achat pour 18 autres appareils ; ce qui représentait, à ce moment-là, pour Bombardier Aéronautique et de Havilland, la plus importante commande ferme réalisée pour ce nouvel appareil (Flight, Dec. 3, 1997, p. 6). Puis, autre signe encourageant, quelques mois plus tard, le transporteur régional SAS Commuter exerça une partie de ses options en portant le nombre de ses appareils Dash 8Q-400 en commandes fermes à 17 appareils ; ce qui correspond à environ la moitié du carnet du Dash 8Q de série 400 qui, rappelons-le, devait se situer, en mars 1999, aux alentours de 37 commandes fermes, si l'on tient compte des annulations de commandes et des nouvelles commandes d'appareils.

Parmi les autres clients du Dash 8Q-400 en mars 1999, citons les transporteurs régionaux Tyrolean Airways et Rheintalflug d'Autriche qui commandèrent respectivement 4 et 1 Dash 8Q de série 400 ; puis le transporteur régional Widerøe de Norvège qui commanda lui aussi un seul exemplaire, mais se réserva tout de même des options d'achat pour 3 autres appareils. Enfin, nous avions aussi à un certain moment un client anonyme qui avait commandé à lui seul 5 appareils Dash 8Q-400 (Regional Update, Jan./Feb. 1998, p. 2). Enfin, comme nous l'avons indiqué un peu plus haut, en mars 1999, Bombardier Aéronautique annonça l'arrivée de deux nouveaux clients du Dash 8Q-400, soit le transporteur Augsburg Airways de l'équipe Lufthansa d'Allemagne qui se porta acquéreur de 3 appareils Dash 8Q-400 ; puis Jersey European Airways basé à Exeter au Royaume-Uni qui se porta acquéreur de 4 appareils Dash 8Q-400 de de Havilland en configuration intérieure de 78 places ; portant, à ce moment-là, le nombre de commandes en carnet de 30 appareils qu'il était en décembre 1998 à 37 appareils en mars 1999 (Bombardier, site Internet, avril 1999). Le nouvel appareil Dash 8Q de série 400 de l'avionnerie de Havilland est équipé d'un nouveau turbopropulseur hautement performant qui permettra à l'appareil de voler à une vitesse de croisière maximale de 350 noeuds (648 km/h ou 402 mi/h). À titre de comparaison, l'appareil Dash 8Q de série 300 de 50

places peut voler à une vitesse de croisière maximale de 285 noeuds (528 km/h ou 328 mi/h). Ce nouveau turbopropulseur, modèle PW150A, a été mis au point par le motoriste Pratt & Whitney Canada (P&WC) de Longueuil qui est un leader mondial dans son domaine d'activité et qui a en outre investi plusieurs centaines de millions de dollars dans ce turbopropulseur[59] de nouvelle génération, dont 100 millions $ proviennent d'une aide financière du gouvernement fédéral (Interavia, January 1997, p. 12). Ce nouveau turbopropulseur, modèle PW150A a été conçu de manière à pouvoir livrer une puissance sur l'arbre de 5 071 shp ; ce qui représente, dans les faits, le double de la puissance unitaire des turbopropulseurs qui équipent présentement les appareils Dash 8Q de séries 100, 200 et 300. Nous verrons d'ailleurs, lors de notre analyse comparative à la section 3.2, les conséquences d'une telle puissance sur la vitesse du Dash 8Q-400 et sur sa consommation de carburant par rapport à tous les autres avions régionaux à turbopropulsion faisant partie de notre analyse, puis par rapport aussi aux avions régionaux à réaction, tel le Regional Jet de Canadair.

Malgré cette puissance des moteurs qui équipent le nouvel appareil Dash 8Q-400, il est à noter cependant que les hélices Dowty R408 à six pales à pas réversible entièrement fabriquées en composites dont est muni cet appareil, présentent une faible vitesse de rotation de 850 tr/min en régime de croisière, tant et si bien que les hélices et le moteur à gestion électronique produisent des niveaux de bruit et d'émission bien en-deçà de ceux exigés par les règlements internationaux, affirme à ce sujet Bombardier Aéronautique (site Internet). Précisons cependant qu'au moment du décollage, les hélices ont une vitesse de rotation de 1 020 tr/min. Outre ses turbopropulseurs PW150A hautement performants, le nouvel appareil Dash 8Q-400 comporte d'autres changements techniques importants qui le distinguent de tous les autres appareils de la gamme Dash 8Q de de Havilland, soit les séries 100, 200 et 300. Citons, entre autres, le système intégré d'avionique de l'appareil qui est fourni par la firme française Sextant Avionique ; alors que les appareils Dash 8Q de séries 100, 200 et 300 sont plutôt équipés d'un système de contrôle de vol numérique de type AFCS (Automatic Flight Control System) qui est fourni par la firme Honeywell des États-Unis.

---

[59] Plus spécifiquement, c'est plus de 400 millions $ que Pratt & Whitney Canada (P&WC) a investi en 1997 dans deux projets spécifiques de R-D, dont le développement du nouveau moteur PW150A qui a été sélectionné par de Havilland pour équiper son nouvel appareil Dash 8Q-400. L'aide financière du gouvernement fédéral pour ses deux projets de R-D s'élève à 147 millions $, dont 100 millions $ vont pour le développement du moteur PW150A (Interavia, Jan. 1997, p. 12).

Puis, citons aussi le choix des hélices de propulsion qui se distinguent des autres appareils de la gamme Dash 8Q de de Havilland, dans le sens que les appareils Dash 8Q-400 sont propulsés par des hélices à six pales à pas réversible fournies par la firme Dowty Aerospace du Royaume-Uni ; alors que les appareils Dash 8Q de séries 100, 200 et 300 sont propulsés par des hélices Hamilton Standard à quatre pales à pas réversible (Bombardier Aéronautique, fiches techniques des appareils). Enfin, le coût de développement du biturbopropulseur Dash 8Q-400 de de Havilland est estimé à 600 millions $ (420 millions $US), dont 400 millions $ sont défrayés par les entités membres du Groupe Bombardier Aéronautique qui participent au programme, alors que ses partenaires d'affaires et ses fournisseurs se verront assumer une partie du risque financier, soit quelque 200 millions $. Enfin, soulignons que le gouvernement fédéral contribue lui aussi à ce projet par le biais de son programme Partenariat technologique Canada (PTC) pour 57 millions $ et ce, sous forme de prêt participatif remboursable à partir de royautés sur la vente de chaque appareil (AW&ST, Dec. 15, 1997, pp. 39-42). D'ailleurs, à ce propos, il serait sûrement intéressant de connaître le seuil de rentabilité du programme Dash 8Q-400, compte tenu du fait que seulement 37 commandes fermes d'appareils avaient été placées en mars 1999, approximativement quatre ans après son lancement officiel qui a eu lieu en juin 1995 au Salon international de l'aéronautique de Paris. Cet état de fait rend le programme de développement de ce nouvel avion de transport régional à turbopropulsion Dash 8Q-400 de de Havilland très différent d'un autre programme de développement d'un nouvel avion de transport régional qui fut entrepris par le Groupe Bombardier Aéronautique ces derniers temps, comme nous allons le voir à l'instant à la prochaine sous-section.

3.1.1.5 Nouveau biréacteur Regional Jet de Canadair de 70 places

En effet, en janvier 1997, Bombardier Aéronautique lança le programme de développement d'un nouvel avion de transport régional à réaction de 70 places, soit le Regional Jet de Canadair de série 700 (CRJ-700), dont le coût de développement est estimé à 645 millions $ (478 millions $US). De ce montant, 440 millions $ seront défrayés à nouveau par les entités membres de Bombardier Aéronautique qui participent au programme, alors que le gouvernement fédéral contribue lui aussi au projet pour quelque 87 millions $ et ce, à nouveau sous forme de prêt participatif remboursable à

partir de royautés, comme cela a été le cas pour sa contribution au projet de développement du Dash 8Q-400 de de Havilland (Flight, Feb. 26, 1997, p. 10). À titre de comparaison, rappelons que le coût de développement du Regional Jet de Canadair de 50 places s'était élevé à 275 millions $, selon le manuel de références Jane's All the World's Aircraft (1998), mais que le coût de développement du modèle de base à partir duquel le Regional Jet de Canadair a pu être développé, soit l'avion d'affaires à large fuselage Challenger 601 de Canadair, s'était élevé à 1,4 milliard $, selon une étude effectuée par Industrie Canada (site Internet de Strategis, Industrie des aéronefs et des pièces d'aéronef. Analyse fondamentale). En effet, ce nouvel appareil CRJ-700 de Canadair est une variante du Regional Jet de Canadair à 50 places qui, lui-même, est une version commerciale allongée de l'avion d'affaires à large fuselage Challenger 601 de Canadair, comme nous l'avons vu précédemment à la figure 3.1 intitulée "Évolution du modèle de base du Regional Jet de Canadair et ses produits dérivés". D'ailleurs, il convient de rappeler à ce propos que les appareils de la gamme d'avions d'affaires Challenger de Canadair avaient déjà été commandés, en date de novembre 1998, à plus de 435 exemplaires depuis leur homologation en 1980, s'accaparant ainsi plus du tiers du créneau de marché des avions d'affaires à large fuselage, selon Bombardier Aéronautique (site Internet).

Le nouvel appareil Regional Jet de Canadair de série 700 (CRJ-700) sera propulsé par deux turboréacteurs General Electric, modèle CF34 de la nouvelle série 8C1 qui procureront à l'appareil environ 50% plus de poussée unitaire que ceux du Regional Jet de Canadair de séries 100 et 200 de 50 places et comprendront, en prime, 30% moins de pièces (Air Transport World, April 1997, p. 73). Bombardier Aéronautique affirme que son nouvel appareil CRJ-700 de 70 places offre 40% plus de capacité de sièges par rapport à un appareil de 50 places et ce, à seulement 15% d'augmentation des coûts par voyage ; ce qui, au bout du compte, devrait se traduire par une réduction de 20% des coûts directs d'opération par siège offert (Interavia, March 1997, p. 33). Depuis son lancement officiel qui a eu lieu en janvier 1997, le nouvel appareil Regional Jet de Canadair de série 700 affichait, en mars 1999, un carnet de 96 commandes fermes qui étaient réparties comme suit : American Eagle (25 CRJ-700) ; Horizon Air (25 CRJ-700) ; Comair (20 CRJ-700) ; Atlantic Southeast Airlines (12 CRJ-700) ; Lufthansa (10 CRJ-700) ; et enfin Brit Air (4 CRJ-700). Un fait important mérite ici d'être souligné : le nombre de commandes fermes enregistrées pour le CRJ-700 de

Canadair depuis son lancement officiel en janvier 1997 est presque trois fois supérieur à celui du Dash 8Q-400 de de Havilland qui fut lancé officiellement en 1995, soit 30 commandes fermes en décembre 1998 (ou 37 commandes fermes en mars 1999, si l'on tient compte des annulations de commandes et des nouvelles commandes), comparativement à 96 commandes fermes pour le CRJ-700 en mars 1999 et ce, c'est sans compter ses nombreuses options d'achat que les transporteurs régionaux se sont réservées dans leur première commande d'achat respective de ce nouvel appareil. À lui seul, par exemple, le transporteur régional Comair s'est réservé des options d'achat pour 70 appareils CRJ-700 qui viendront s'ajouter aux 20 appareils Regional Jet de Canadair de 70 places et aux 110 appareils CRJ de 50 places qui avaient déjà été commandés en mars 1999, si celui-ci décidait d'exercer toutes ses options d'achat ; alors que le transporteur régional American Eagle s'est réservé, pour sa part, des options d'achat pour 25 autres appareils CRJ-700 qui viendront eux aussi s'ajouter aux 25 appareils CRJ-700 déjà commandés, si celui-ci décidait d'exercer toutes ses options d'achat ; le tout pour une valeur de 1,4 milliard $US. Soulignons ici que le transporteur régional American Eagle Airlines Inc., aussi appelé AMR Eagle (affilié à la compagnie aérienne American Airlines), est le client de lancement nord-américain du nouvel appareil Regional Jet de Canadair de série 700 ; en plus d'être le plus important groupe de transporteurs régionaux aux États-Unis, comme nous l'avons vu au tableau 3.3 dans les pages précédentes portant sur le « Top-50 » des principaux transporteurs régionaux (individuels et en groupe) aux États-Unis.

En Europe, le client de lancement du nouvel appareil Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 places est le transporteur régional Brit Air de Morlaix en France qui avait déjà placé, en mars 1999, des commandes fermes pour 4 appareils CRJ-700, qui viendront ainsi s'ajouter aux 20 autres appareils Regional Jet de Canadair de 50 places déjà commandés à ce moment-là (Bombardier, site Internet, mars 1999). La certification du type du CRJ-700 de Canadair et les premières livraisons des appareils sont prévues au premier trimestre de l'an 2001. Bombardier Aéronautique prévoit le retour de son investissement dans ce programme en l'an 2020, c'est-à-dire au moment où le seuil des 400 exemplaires commandés du CRJ-700 aura été franchi, selon la revue helvétique Interavia Business & Technology (March 1997, p. 34). Soulignons ici que le Regional Jet de Canadair de 50 places a déjà franchi ce seuil, car il en était à 536 exemplaires commandés, en mars 1999, incluant

12 appareils Regional Jet de Canadair en version d'affaires, dont 294 appareils avaient déjà été livrés à cette date ; laissant ainsi des commandes en carnet pour 242 appareils CRJ de 50 places qui n'avaient pas encore été exécutées en mars 1999 (Bombardier, site Internet, avril 1999).

3.1.1.6 Nouvel avion d'affaires très long-courrier

En plus de ces deux nouveaux avions régionaux à 70 places, soit (1) le modèle Dash 8Q de série 400 de de Havilland ; puis (2) le Regional Jet de Canadair de série 700, il convient de souligner, ne serait-ce uniquement qu'à titre informatif, que le Groupe Bombardier Aéronautique a également au programme, depuis 1993, le développement d'un tout nouvel avion d'affaires très long-courrier qui a été désigné sous l'appellation commerciale Global Express de Bombardier. L'avionnerie Canadair est responsable de l'ensemble du programme en plus d'être le concepteur absolu de l'appareil, affirme à ce sujet la Société Bombardier Inc. Comme nous l'avons déjà souligné au chapitre 1, les activités de conception/design du Global Express constitue un témoignage éloquent du "potentiel stratégique technologique" de Canadair qui est ainsi "hérité" des activités de conception/design des produits antérieurs et des produits actuels de Canadair, à savoir les appareils Challenger 601 et 604, ainsi que le Regional Jet de Canadair de 50 places de séries 100 et 200. Aussi, à partir de ce riche héritage, l'avionnerie Canadair a donc été en mesure d'exprimer son "potentiel stratégique technologique" dans d'autres activités de conception/design qui ont conduit au développement d'un nouveau produit aéronautique : le Global Express de Bombardier.

Le vol inaugural du Global Express de Bombardier a eu lieu en octobre 1996 et celui-ci a obtenu l'aval des autorités fédérales américaines de l'aviation (FAA) en novembre 1998, soit trois mois après obtenu son certificat de navigabilité de Transports Canada (Flight, Nov. 25, 1998, p. 27). Le coût de développement de ce nouvel appareil s'élève à quelque 800 millions $. De ce montant, Bombardier en défraie seulement la moitié, soit 400 millions $; le reste étant partagé entre les différents partenaires du projet (Livesey 1997, p. 42). Le seuil de rentabilité du programme Global Express de Bombardier est de 100 appareils. D'ores et déjà, Bombardier est en voie d'atteindre ce seuil, puisqu'en décembre 1998, son carnet s'élevait déjà à 80 commandes fermes (Vézina, 1998a).

L'appareil est conçu de manière à avoir une autonomie de vol d'environ 12 400 km (6 500 milles nautiques) ; ce qui lui permettra, par exemple, de parcourir la distance New York à Tokyo en 14 heures sans escale à une vitesse de croisière normale atteignant 85% de la vitesse du son, soit Mach 0,85 (904 km/h ou 561 mi/h) à une altitude de 15 545 mètres (FL 510 ou 51 000 pi). Précisons ici que ce corridor aérien est au-dessus de toutes les lignes aériennes régionales et commerciales. Le coût d'un tel déplacement est estimé à 50 000 $; ce qui correspond à une consommation de 41 000 lb (18 600 kg) de carburant pour environ 14 heures de vol (Nadeau, 1997b). L'appareil est offert en configuration affaires de 8 sièges, puis aussi en configuration haute densité de 19 sièges. D'ailleurs, écrit à ce sujet Vézina (1998a) :

> « Le tout premier appareil Global Express à sortir du Centre de finition de Bombardier Aéronautique, à Dorval, sera aménagé aux couleurs de Toyota. Le troisième constructeur automobile au monde devient donc client du troisième avionneur au monde. Dorénavant, huit dirigeants de Toyota pourront embarquer dans leur salon volant, à Tokyo, et atteindre New York, 13 heures plus tard et 12 000 kilomètres plus loin, sans jamais faire escale. À 35 millions de dollars, plus 5 millions pour la finition, le Global Express n'est pas précisément une Corolla, mais il devient à son tour un puissant symbole. » (p. 143).

La pièce maîtresse de ce chef-d'oeuvre québécois, c'est l'aile, le secret le mieux gardé de Bombardier Aéronautique, affirme à ce sujet Nadeau (1997b). Bien que la conception comme telle de l'aile ait été effectuée par Canadair, précisons que c'est le partenaire d'affaires Mitsubishi Heavy Industries (MHI) de Nagoya au Japon qui est chargé de la fabrication du jeu d'ailes de l'appareil et du tronçon central du fuselage où celles-ci sont rattachées à la structure. Par ailleurs, la fabrication du stabilisateur horizontal du Global Express qui est en fait l'une des plus grandes structures tout composite destinée à un avion commercial à jamais avoir été réalisée, est assumée par la filiale Short Brothers plc d'Irlande du Nord qui assume également la fabrication du carénage de l'appareil (Bombardier, site Internet, avril 1998). Enfin, soulignons que l'assemblage final du Global Express de Bombardier est effectué par l'avionnerie de Havilland qui est une autre entité du Groupe Bombardier Aéronautique à participer à ce programme en plus de Shorts et Canadair ; faisant ainsi de ce nouvel appareil haut de gamme une véritable création collective.

L'un des principaux concurrents du Global Express de Bombardier est l'appareil Gulfstream V, aussi appelé GV, du constructeur aéronautique Gulfstream Aerospace des États-Unis qui est le tout premier avion d'affaires très long-courrier au monde (Flight, March 5, 1997, p. 40). Dans ce nouveau créneau, affirme à ce sujet la Société Bombardier Inc., le Global Express est également en concurrence, mais dans une mesure beaucoup moindre, avec le Business Jet de Boeing et l'Airbus A319CJ (Bombardier Inc. Notice annuelle 1998, p. 12). Le modèle Gulfstream V se détaille lui aussi aux alentours de 32 à 35 millions $US l'unité. À titre de comparaison, le Regional Jet de Canadair de 50 places a une valeur d'environ 21,3 millions $US ; bien que le prix réel sur le marché soit inférieur à ce montant, compte tenu de la vive concurrence en provenance du Brésil de la part du constructeur aéronautique Embraer et de son jet régional ERJ-145. Le premier exemplaire du Gulfstream V a été livré en juin 1997 au client de lancement Walter Annenberg (Flight, March 4, 1998, p. 38). En mai 1998, déjà une douzaine d'appareils Gulfstream V étaient en service (Flight, May 13, 1998, p. 57).

Fait à souligner, les deux produits concurrents (le Global Express de Bombardier et le Gulfstream V) sont propulsés par les mêmes turboréacteurs fournis par le motoriste BMW Rolls-Royce, modèle BR710 qui sont montés au niveau du tronçon arrière du fuselage de l'appareil ; puis, dans les deux cas, les appareils concurrents sont conçus avec des ailes basses avec le bout des ailes remonté (winglets). Soulignons, par ailleurs, que pour développer cette nouvelle famille de turboréacteurs BR700, la nouvelle entreprise BMW Rolls-Royce a, en outre, investi 1 milliard $US en coûts de développement et de construction d'une nouvelle usine qui est située en Allemagne (Flight, June 18, 1997, p. 13). Soulignons aussi que les deux appareils concurrents ont un rayon d'action supérieur à 12 000 kilomètres (Flight, March 4, 1998, p. 46). Et enfin, soulignons que pour la première fois de l'histoire de l'aviation d'affaires, le Gulfstream V effectua, le 20 août 1997, un vol sans escale de New York à Tokyo, soit 11 310 km, en 13h 22 min (Flight, Sept. 3, 1997, p. 22).

Bien que ces deux modèles d'avions d'affaires haut de gamme à très long rayon d'action ne fassent pas partie de notre analyse comparative, il serait tout de même intéressant de vérifier sur la base de quelles caractéristiques ces deux produits concurrents se distinguent ; compte tenu de

leurs nombreuses similarités. Certains analystes de l'industrie estiment que le marché potentiel de ce type d'avion d'affaires à très grande distance franchissable se situera entre 550 et 800 appareils d'ici l'an 2010 ; dont des ventes potentielles pour 250 appareils Global Express de Bombardier (Flight, Nov. 25, 1998, p. 27). D'autres analystes parlent plutôt d'un marché potentiel de 5 milliards $US (AW&ST, March 9, 1998, p. 13). En mai 1998, le Groupe Bombardier Aéronautique annonçait sur son site de communication sur le réseau Internet qu'il venait de recevoir le prix Von Karman du Conseil international des sciences de l'aéronautique en reconnaissance de sa collaboration internationale pour son programme Global Express de Bombardier.

3.1.1.7 Nouveaux projets de développement d'appareils

Enfin, en terminant sur les projets de développement de nouveaux appareils, il convient de souligner que la Société Bombardier Inc., par le biais de son Groupe Aéronautique, a fait part de son intention, lors de la convention 1998 de l'association NBAA (National Business Aviation Association) tenue à Las Vegas, de développer un tout nouvel avion d'affaires de moyenne dimension à portée transcontinentale ayant un rayon d'action d'environ 3 100 milles nautiques (nm) avec huit passagers à bord qui a été désigné sous l'appellation commerciale le "Continental" de Bombardier (Bombardier BD-100 Continental) dont le lancement officiel est prévu à la mi-1999, tandis que sa certification et ses premières livraisons pourraient avoir lieu au troisième trimestre de l'an 2003 (AW&ST, Oct. 26, 1998, p. 23 ; B/CA, Dec. 1998, p. 66). Ce nouvel avion d'affaires qualifié de « Super Mid-Size » vise une niche bien précise se situant entre les appareils de la famille Learjet de petite et moyenne dimensions qui ont un rayon d'action d'environ 2 300 nm (nautical miles) et l'appareil Challenger 604 de Canadair à large fuselage à portée intercontinentale qui a un rayon d'action d'environ 3 900 milles marins avec huit passagers à bord. Ainsi, le Continental de Bombardier sera en mesure d'effectuer les liaisons entre n'importe laquelle des villes aux États-Unis (p. ex., New York - Los Angeles) avec une probabilité de vents de face (headwinds) de 99% ; puis il sera en mesure également d'effectuer la traversée de l'Atlantique sur des liaisons comme Hambourg en Allemagne et Halifax en Nouvelle-Écosse et ce, avec une probabilité de vents de face de 85% (B/CA, Dec. 1998, p. 66 et p. 69).

En plus de ce nouvel avion d'affaires de moyenne dimension, Bombardier Aéronautique annonça publiquement à l'Exposition aéronautique « Farnborough Air Show » qui s'est tenue en Angleterre en septembre 1998, son intention de développer un nouvel avion de transport régional d'une capacité de 88 à 108 places qui est désigné, pour le moment, sous le nom de projet BRJ-X (sans doute l'acronyme pour Bombardier Regional Jet, Series X). Le coût de développement d'un tel appareil est estimé à 1 milliard $ (650 millions $US). La certification et les premières livraisons de ce nouvel avion de transport régional pourraient avoir lieu à la fin de l'an 2003 (AW&ST, Sept. 14, 1998, p. 27). Or, ce qui est important de souligner, à ce moment-ci, c'est que la conception de ce nouvel avion de transport régional est passablement différente de celle de la gamme actuelle des appareils Regional Jet de Canadair, selon les premiers dessins publiés par la revue Regional Update (Jan./Feb. 1999) de Bombardier Aéronautique et par la revue Aviation Week & Space Technology (Sept. 14, 1998, p. 28).

Outre le fait que le nouvel appareil BRJ-X sera muni de deux turboréacteurs qui seront montés sur pylône sous les ailes de l'appareil, plutôt qu'au niveau du tronçon arrière du fuselage, comme c'est le cas présentement avec tous les modèles actuels d'avions à réaction de Bombardier Aéronautique (p. ex., les appareils Challenger ; Learjet ; Regional Jet de Canadair) ; le BRJ-X sera conçu avec un fuselage beaucoup plus large que celui du Regional Jet de Canadair, soit 3,25 m (128 po) de diamètre intérieur pour le BRJ-X, comparativement à 2,57 m (101 po) dans le cas des appareils CRJ. Dès lors, le nouvel avion de transport régional BRJ-X pourra être aménagé avec deux schémas différents d'aménagement intérieur, soit : 4 sièges de front en classe affaires ; puis 5 sièges de front en classe régulière (coach) ; ce qui est difficilement possible avec les appareils Regional Jet de Canadair qui sont conçus pour un aménagement intérieur optimum comprenant un maximum de 4 sièges de front, soit 2 sièges de passagers qui sont situés de chaque côté de l'allée centrale de circulation. Comme nous allons le voir à la section 3.2, ce schéma d'aménagement optimum du CRJ de 50 places fait dire à certains critiques que le Regional Jet de Canadair de 50 places est un appareil peu flexible ; ce que d'ailleurs son fabricant a tenté de solutionner en partie avec le nouvel appareil Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 places qui est présentement en cours de développement et ce, avec un réaménagement complet de la cabine.

Enfin, une autre différence significative du BRJ-X par rapport à tous les modèles actuels d'avions à réaction et à turbopropulsion de Bombardier Aéronautique qui ont tous la conception de la queue arrière de l'appareil en forme de « T » (T-Tailplane), à l'exception de l'avion utilitaire de type amphibie Canadair 415 ; l'empennage ou le stabilisateur horizontal du nouvel appareil BRJ-X sera situé au niveau du tronçon arrière du fuselage de l'appareil, plutôt qu'au dessus de l'empennage vertical qui est la conception dominante de la queue arrière en forme de « T » d'un appareil, tel le Regional Jet de Canadair. Dès lors, dans l'éventualité où le Groupe Bombardier Aéronautique décidait d'aller de l'avant avec le développement de ce nouvel avion de transport régional de 88 à 108 places qui est désigné pour le moment sous le nom de projet « BRJ-X Series » (BRJ-X-90 et BRJ-X-110) ; le constructeur aéronautique canadien risque alors de rencontrer sur son chemin les deux joueurs majeurs actuels dans l'industrie aéronautique civile, à savoir le constructeur aéronautique américain The Boeing Company de Seattle dans l'État de Washington qui offre présentement sur le marché un avion de ligne qui se situe justement dans cette catégorie de sièges, soit le modèle Boeing 717 d'une capacité d'environ 106 sièges de passagers qui, en fait, est la nouvelle appellation commerciale pour l'appareil MD-95 de McDonnell Douglas ; puis, il risque aussi de rencontrer sur sa voie le consortium européen Airbus Industrie qui est basé à Toulouse en France et qui a annoncé en avril 1999 son intention de développer un nouvel avion de ligne qui se situe dans cette même catégorie de sièges, soit le modèle A318.

C'est donc toute une histoire à suivre pour connaître comment les trois plus importants constructeurs aéronautiques civils au monde (Boeing ; Airbus et Bombardier Aéronautique) vont se positionner prochainement les uns par rapport aux autres dans cette zone grise qui se situe à la frontière supérieure du secteur de l'aviation régionale, qui est définie en général comme étant les appareils de 20 à 90 sièges ; puis au début de la frontière inférieure du secteur de l'aviation commerciale qui, en général, est définie comme étant les appareils de plus de 90 sièges. Sur ce, passons maintenant à un bref survol de l'aviation régionale qui va nous permettre de mieux saisir les enjeux actuels et futurs dans ce secteur d'activité.

3.1.2 L'aviation régionale en bref

Selon certains observateurs, l'aviation régionale est le secteur d'activité qui affiche la plus forte croissance de toute l'aviation commerciale, soit 12% versus 5% dans le secteur de l'aviation commerciale (Interavia, May 1997, p. 33). En terme, par exemple, de trafic passager, l'association européenne de l'aviation régionale ERA (European Regions Airline Association, auparavant désignée sous l'appellation European Regional Airlines Association) souligne qu'en Europe, le trafic passager régional s'est élevé à 49,8 millions de passagers en 1996, comparativement à 31,6 millions en 1992, comme le montre le tableau 3.4 ci-après. En 1997, le trafic passager régional en Europe s'est élevé à 56,5 millions de passagers, en hausse de 13% par rapport à 1996 (AW&ST, May 18, 1998, p. 58).

Tableau 3.4 Trafic passager régional en Europe, de 1992 à 1996.

Année	Passagers-km (milliards)	Sièges-km (milliards)	Passagers (millions)	Sièges offerts (millions)	Heures de vol (millions)	Atterrissages (millions)
1992	11,8	22,6	31,6	60,6	1,28	1,25
1993	13,7	26,1	36,2	67,7	1,43	1,43
1994	17,4	32,1	43,9	79,6	1,61	1,55
1995	20,2	36,8	47,4	85,3	1,70	1,57
1996	28,0	48,1	49,8	89,4	1,81	1,58

Source : Interavia Business & Technology (October 1997)

En ce concerne les États-Unis, le trafic passager régional est passé de 31,7 millions de passagers qu'il était en 1987 à quelque 66,3 millions de passagers en 1997 et ce, avec un taux d'occupation moyen des appareils de 55,04% en 1997, selon le rapport annuel 1998 de l'association des transporteurs régionaux RAA (Regional Airline Association). À cet égard, la figure 3.2 de la page suivante illustre la progression rapide du trafic passager régional aux États-Unis de 1970 à 1997. Fait intéressant à souligner, alors que le nombre d'avions régionaux en service commercial aux États-Unis s'élevait avec le trafic passager régional pour ainsi passer de 1 841 appareils qu'il était en 1987 à quelque 2 104 en 1997 ; le nombre de transporteurs régionaux accusait pour sa

part une baisse significative, soit de 169 en 1987 à 104 en 1997. En guise de comparaison, en Europe, le nombre de transporteurs régionaux membres de l'association européenne de l'aviation régionale ERA (European Regions Airline Association), était de 70 en 1996, alors que le nombre d'avions régionaux se situait à 859 appareils (AW&ST, May 12, 1997, p. 60).

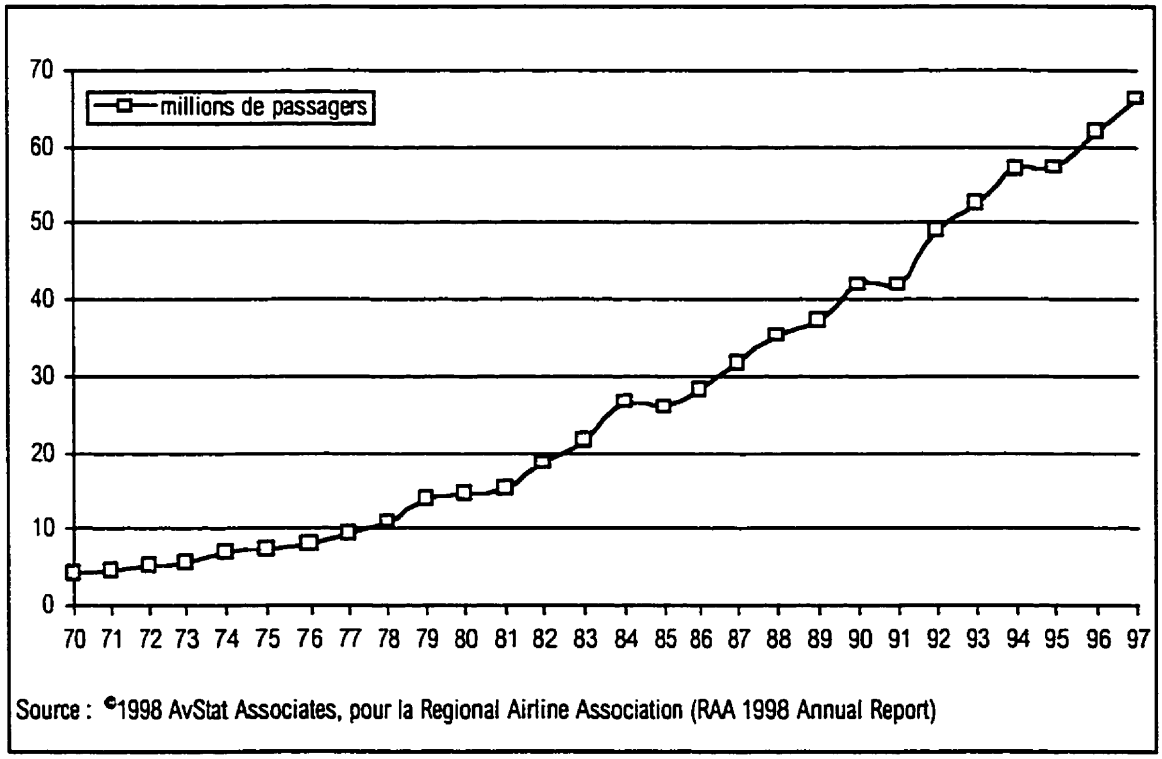


Figure 3.2 Progression du trafic passager régional aux États-Unis de 1970 à 1997.

En termes de revenus-passagers-milles (RPM), c'est-à-dire le produit du nombre total de passagers payants transportés par le nombre de milles qu'ils ont parcourus, ce facteur multiplicatif est passé de 5,0 milliards qu'il était en 1987 aux États-Unis à 15,3 milliards en 1997, comme le montre le tableau 3.5 de la page suivante. D'autre part, la capacité moyenne de sièges par appareil en service aux États-Unis s'est accrue légèrement pour passer de 19,7 sièges à 25,9 sièges entre 1987 et 1997. La distance parcourue en moyenne aux États-Unis lors d'une mission de vol d'un avion de transport régional s'élevait à 372 km (231 milles) en 1997, comparativement à 254 km (158

milles) dix ans auparavant, soit en 1987. En Europe, la distance parcourue en moyenne lors d'une mission de vol d'un avion régional était de 500 km en 1997 (AW&ST, May 18 1998, p. 58).

Tableau 3.5 Statistiques récentes concernant l'industrie du transport aérien régional.

	1987	1992	1993	1994	1995	1996	1997	% de changement p/r à 1996
Nombre de transporteurs aériens en opération	169	127	130	125	124	109	104	-4,6
Quantité de passagers transportés (millions)	31,7	48,9	52,7	57,1	57,2	61,9	66,3	7,0
Qté moyenne de passagers par transporteurs	187 700	384 986	405 200	456 963	461 369	568 345	637 533	12,2
Revenus-passagers-milles (milliards)	5,00	9,46	10,61	12,02	12,75	14,22	15,30	7,6
RPM moyens par transporteurs (millions)	29,60	74,50	81,59	96,15	102,80	130,49	147,09	12,7
Sièges-milles disponibles (milliards)	—	19,53	21,64	23,73	25,54	26,85	27,79	3,5
Taux moyen d'utilisation (%)	—	48,44	49,01	50,64	49,91	52,98	55,04	3,9
Nombre de départs complétés (millions)	3,20	4,24	4,58	4,63	4,69	4,46	4,38	-1,6
Aéroports desservis en Amérique du Nord	834	802	829	806	780	782	766	-2,0
Distance moyenne des passagers (milles)	158	194	201	210	223	230	231	0,5
Nombre d'appareils en opération	1 841	2 103	2 208	2 172	2 138	2 127	2 104	-1,1
Capacité moyenne (sièges par appareil)	19,7	23,4	23,0	23,7	24,6	25,1	25,9	3,1
Total des heures de vol des appareils (milliers)	2 942	4 259	4 490	4 565	4 559	4 568	4 695	2,8
Utilisation annuelle moyenne (hrs/appareil)	1 598	2 025	2 033	2 102	2 179	2 148	2 231	3,9

Source : ©1998 AvStat Associates, pour la Regional Airline Association (RAA 1998 Annual Report).

Côté "projections", l'association des transporteurs régionaux RAA faisait état, dans son rapport annuel 1997, qu'en l'an 2007, c'est-à-dire dans moins de dix ans, que le trafic passager régional aux États-Unis devrait s'élever à environ 120 millions de passagers ; ce qui correspond, en fait, au double du trafic actuel, alors que le nombre d'avions régionaux devrait se situer, quant à lui,

à 2 600 appareils, dont la majorité seront de type turboréacteurs et ce, dans les trois catégories de base suivantes : (1) les appareils dits « Micro Jet » de 33 à 37 sièges ; (2) les turboréacteurs de 50 sièges ; et enfin, (3) les turboréacteurs de 70 sièges (RAA 1997 Annual Report).

Tableau 3.6 Comparaison des avions régionaux en service aux États-Unis.

	Capacité (sièges de passagers)							
					41 >			
Flotte active d'appareils	1-9	10-19	20-30	31-40	Turbo-propulseur	Turbo-réacteur	Autres	Total
1997	521	549	292	434	169	137	2	2 104
1992	489	796	210	376	194	23	17	2 105
1987	605	781	113	176	115	28	23	1 841
1982	688	544	105	9	175	41	11	1 573
1978	667	270	36	36	22	11	5	1 047
Heures de vol (milliers)								
1997	426	1 342	890	1 255	465	316	0,5	4 695
1992	402	1 737	591	991	461	62	15,0	4 259
1987	541	1 480	579	579	226	116	116	2 942
1982	589	1 053	179	179	287	52	52	2 160
1978	566	474	34	23	23	N/A	N/A	1 131
Revenus-passagers-milles								(milliards)
1997	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,0	15,3
1992	0,0	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0	9,46
1987	0,0	0,4	26,70%	26,70%	0,2	12,5%	12,5%	5,00
1982	0,1	0,4	12,0%	12,0%	0,3	3,0%	3,0%	2,61
1978	0,2	0,6	0,1	0,0	0,1	N/A	N/A	1,28

Source : ©1998 AvStat Associates, pour la Regional Airline Association (RAA 1998 Annual Report)

Le tableau 3.6 ci-dessus nous montre la répartition de la flotte des appareils en service aux États-Unis en fonction de leur nombre, du nombre d'heures de vol et des revenus-passagers-milles que chaque catégorie d'appareils a été en mesure de générer au cours des années 1978, 1982, 1987, 1992, et enfin 1997 au cours de laquelle les revenus-passagers-milles ont totalisé quelque 15,3

milliards, comparativement à 1,28 milliard en 1978 ; constituant ainsi un témoignage on ne peut plus éloquent de la croissance rapide et soutenue du secteur de l'aviation régionale. Pour sa part, Bombardier Aéronautique anticipe que la demande annuelle moyenne pour les avions régionaux devrait se situer aux alentours de 300 et 350 appareils pour les cinq prochaines années (Bombardier Inc. Rapport annuel. Exercice clos le 31 janvier 1997, p. 22).

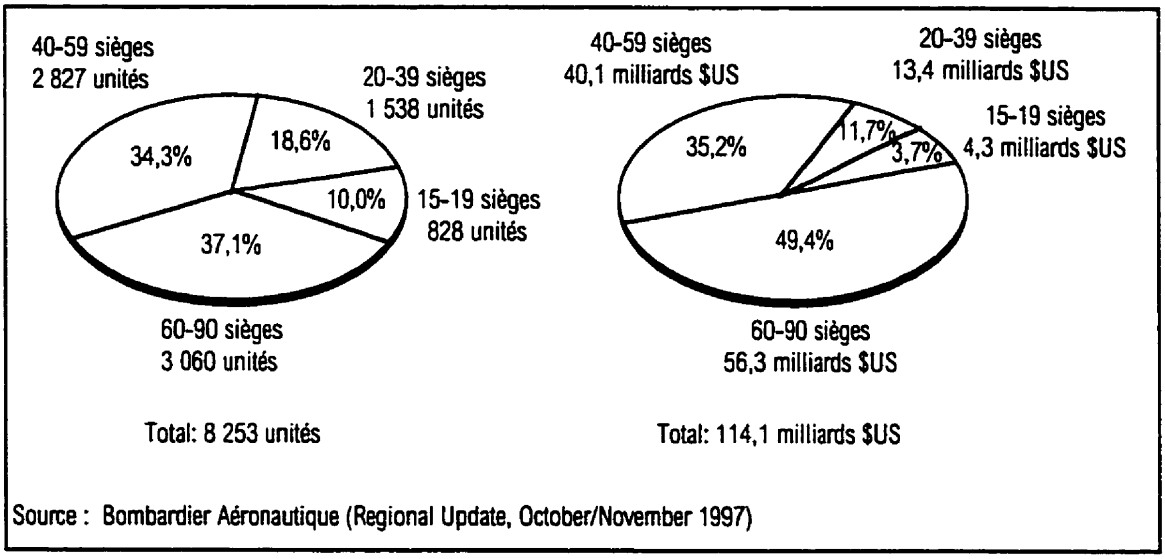


Figure 3.3 Prévisions des livraisons d'avions régionaux de 1997 à 2016.

Plus spécifiquement, la figure 3.3 ci-dessus nous donne un bref aperçu des prévisions de livraisons pour la période 1997-2016 et ce, par catégorie de sièges. Ces prévisions font donc état de 8 253 avions régionaux qui seraient possiblement en demande durant cette période ; le tout pour une valeur approximative de 114,4 milliards $US. En terme de répartition géographique, les prévisions de Bombardier Aéronautique mentionnent que les livraisons d'avions régionaux seront réparties comme suit : 35,2 % aux États-Unis ; 20,7% en Europe ; 16,3% en Asie-Pacifique ; 11,3% en Amérique latine ; 8% en Afrique ; 7,3% au Canada ; et enfin, 1,2% des livraisons d'avions régionaux seront destinées au Moyen-Orient au cours de la période 1997-2016 (Regional Update, Oct./Nov. 1997, p. 3).

3.1.3 Principal concurrent du Regional Jet de Canadair

Évidemment, les concurrents ne sont pas demeurés impassibles devant tous ces événements et les perspectives de croissance du secteur de l'aviation régionale. Suite au succès du Regional Jet de Canadair, un autre constructeur aéronautique a depuis imité le geste de Bombardier Aéronautique, soit la Société brésilienne Embraer (Empresa Brasileira de Aeronautica S.A.) qui a introduit sur le marché américain, en décembre 1996, un nouveau jet régional de 50 sièges, soit le modèle EMB-145, désigné par la suite sous une nouvelle appellation, à savoir le jet régional RJ145 d'Embraer ou son acronyme ERJ (Embraer Regional Jet). Comme nous l'avons dit dix fois plutôt qu'une auparavant, ce jet régional est évidemment en concurrence directe avec le Regional Jet de Canadair de séries 100 et 200 de 50 places (CRJ-100 et CRJ-200). La Société Embraer affirme que le coût de développement de ce nouvel appareil n'a pas excédé 300 millions $US, dont 34% de l'investissement a été assumé par la Société Embraer, le reste ayant été partagé par ses partenaires d'affaires (33%) ; ses fournisseurs (10%) ; et enfin, les institutions financières et de développement du Brésil dans une proportion de 23% (B/CA, January 1996, p. C7).

Mais là où le bât blesse le plus, c'est que le jet régional ERJ-145 d'Embraer est offert à un prix de vente de 20% à 25% inférieur au prix de liste du Regional Jet de Canadair de 50 places. La presse populaire fait même état d'un avion de ligne biréacteur vendu au prix d'un avion à hélices (Science & Vie, Juin 1997, p. 26). Puis, comme en ont fait écho pendant un bon moment plusieurs quotidiens et revues spécialisées en aéronautique, les avionneurs canadien et brésilien se sont livrés une guerre commerciale sans mercis au cours des dernières années ; s'accusant mutuellement d'avoir des prix de vente subventionnés par leur gouvernement respectif, notamment par le biais de leurs programmes d'aide aux exportations ; contrevenant ainsi aux principes de l'Organisation Mondiale du Commerce (WTO : World Trade Organization) qui est située à Genève en Suisse et qui est ici l'un des nombreux organismes accrédités des Nations-Unies qui ont pour mission d'assurer une meilleure collaboration entre les pays membres.

Le nerf de la guerre était, à ce moment, le programme ProEx (Programa de Finenciamento as Exportaçoes) de financement des exportations qui fut institué en juin 1991 par le gouvernement brésilien par la Loi No 8187/91, puis maintenu par la suite en vertu de mesures provisoires arrêtées mensuellement par le gouvernement brésilien. Nous devons parler ici au passé, car le programme ProEx fut invalidé, en mars, 1999 par le groupe spécial mis sur pied par l'Organisation Mondiale du Commerce pour étudier la question et régler ce litige qui perdurait depuis 1996. En effet, dès le mois de juin 1996, à la demande de la Société canadienne Bombardier Inc., le Canada a entamé des consultations avec le Brésil pour discuter de la question des subventions aux exportations accordées dans le cadre du programme ProEx de financement des exportations aux acheteurs étrangers d'avions d'Embraer que le Canada considérait discriminatoires ou préjudiciables à l'endroit de la Société Bombardier Inc. Devant l'échec des consultations, le Canada a donc demandé à l'OMC, d'abord en octobre 1996, puis à nouveau en juillet 1998, l'établissement d'un groupe spécial conformément à l'article 4 de l'Accord SMC, soit l'Accord sur les subventions et les mesures compensatoires, afin de régler ses différends avec le Brésil ; ce à quoi l'ORD (l'Organe de règlement des différends) de l'OMC a agréé, le 23 juillet 1998. Précisons ici que ce sont les États (p. ex., le Canada) qui doivent adresser une demande à l'Organisation Mondiale du Commerce et faire valoir leurs arguments et non les entreprises (p. ex., la Société Bombardier Inc.). En octobre 1998, un groupe spécial fut formé à cet effet, soit : le « Groupe spécial Brésil - Programme de financement des exportations pour les aéronefs ».

En bref, le programme ProEx (Programa de Finenciamento as Exportaçoes) de financement des exportations visait à aider les manufacturiers brésiliens à être plus compétitifs financièrement sur les marchés des exportations en leur offrant des taux d'intérêt plus avantageux que ceux qu'ils pourraient obtenir sur les marchés financiers internationaux, compte tenu du fait, entre autres, que le Brésil est considéré comme un pays nouvellement industrialisé et donc, à risques plus élevés ; ce que le gouvernement brésilien appelle le "risque Brésil". Dès lors, pour le gouvernement du Brésil, le programme ProEx de financement des exportations était considéré comme un instrument de développement économique du pays en contribuant, notamment, à un meilleur "équilibrage des

règles du jeu". Plus spécifiquement, le programme ProEx[60] fournissait, à ce moment-là, des crédits à l'exportation aux exportateurs brésiliens, soit : (1) par un financement direct ; soit (2) par des versements de péréquation des taux d'intérêt. Mais avant d'expliquer plus en détail les enjeux et les implications de ce programme ProEx, il convient de préciser tout de suite que le Groupe spécial mis sur pied par l'Organisation Mondiale du Commerce, dans son rapport final aux parties le 12 mars 1999, donna raison au gouvernement du Canada et, par extension, à la Société Bombardier Inc. qui avaient décidé de porter devant cette instance internationale leurs différends qui les opposaient au gouvernement brésilien et à la Société brésilienne Embraer en particulier. Aussi, conformément au Mémorandum d'accord sur le règlement des différends de l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC), le rapport du Groupe spécial Brésil -Programme de financement des exportations pour les aéronefs a été mis en distribution générale le 14 avril 1999 et celui-ci est disponible, entre autres, au site de communication de Bombardier Inc. sur le réseau Internet (http://www.Bombardier.com/) ainsi qu'au site Internet de l'OMC (http://www.wto.org/wto/french/disputef/distabf.htm).

Au cours de ce litige, le Canada, par la voix de ses représentants, affirmait que les subventions aux exportations aux acheteurs d'avions régionaux d'Embraer conféraient un "avantage important" à ce manufacturier ; causant ainsi un préjudice à la Société canadienne Bombardier Inc. Plus spécifiquement, le Canada a fait valoir devant le Groupe spécial de l'OMC, que les versements de péréquation des taux d'intérêt du programme ProEx équivalaient à des dons purs et simples, car il n'y avait aucune obligation de rembourser une quelconque portion des versements reçus dans le cadre du programme ProEx.

---

[60] En résumé, le programme ProEx (Programa de Finenciamento as Exportaçoes) de financement des exportations du Brésil fournit des crédits à l'exportation aux exportateurs brésiliens, soit (1) par un financement direct, soit (2) par des versements de péréquation des taux d'intérêt. ProEx est administré par le Comité du crédit à l'exportation, qui est un organisme rassemblant 13 départements sous la supervision du Ministère des finances du Brésil. La gestion courante du programme ProEx est assurée par la Banque du Brésil qui est la banque mandataire du gouvernement du Brésil dans ce dossier. Selon le mécanisme de financement direct, le Brésil prête une partie des fonds requis pour la transaction. À travers le mécanisme de péréquation des intérêts, il est prévu dans les instruments juridiques pertinents, que le Trésor public accorde à la partie finançant l'opération un versement de péréquation couvrant, au plus, la différence entre les intérêts fixés par contrat avec l'acheteur et ce qu'il en coûterait à la partie finançant l'opération pour se procurer le financement requis. Les versements de péréquation des intérêts au titre du ProEx sont effectués à l'organisme prêteur sous forme de bons du Trésor public non rémunérés. Ceux-ci sont attribués à la banque mandataire du gouvernement du Brésil pour la gestion courante du programme ProEx, soit la Banque du Brésil, qui les transfère à son tour aux banques prêteuses finançant la transaction (Organisation Mondiale du Commerce, 1999. Rapport du Groupe spécial Brésil - Programme de financement des exportations pour les aéronefs. Rapport WT/DS46/R, pp. 2-3).

Attendu que lesdites contributions financières sont faites par des pouvoirs publics et ce, directement ou indirectement, celles-ci équivalent à des subventions ; ce à quoi, d'ailleurs, le Brésil n'a pas contesté devant le Groupe spécial de l'OMC. Notons ici que le mot "péréquation" est très important, car lesdits versements de péréquation des taux d'intérêt versés dans le cadre du programme ProEx ne sont pas effectués directement aux acheteurs étrangers d'avions régionaux d'Embraer, mais plutôt aux institutions financières avec lesquelles lesdits acheteurs étrangers font affaires ; que ces institutions soient ou non basées au Brésil. Précisons que pour recevoir leurs versements de péréquation des taux d'intérêt prévus au programme ProEx, les institutions financières étrangères devaient cependant transiger par l'intermédiaire d'une institution financière brésilienne, car les versements se faisaient sous forme de bons du Trésor public non rémunérés, aussi appelés "bons ou obligations NTN-1" (Notas do Tesouro Nacional - Série I). De plus, ces bons du Trésor public étaient libellés en "réais" brésiliens qui est la monnaie du Brésil (OMC, 1999, p. 3). Dans ses éléments de preuve, le Canada a fait valoir, entre autres, l'argument selon lequel les contributions financières, lorsque celles-ci sont faites par des pouvoirs publics, directement ou indirectement, elles équivalent à des subventions ; ce qui a alors pour effet de réduire le coût des avions d'Embraer pour les acheteurs étrangers et ce faisant, cela confère au manufacturier brésilien Embraer un "avantage important" qui contrevient, à ce moment-là, à certains articles de l'Accord SMC sur les subventions et les mesures compensatoires. De façon plus spécifique, dans ses éléments factuels déposés en preuve, le Canada a fait valoir les arguments suivants devant le Groupe spécial de l'Organisation Mondiale du Commerce (1999) :

> « Le Canada fait valoir que depuis qu'Embraer a pénétré sur le marché des aéronefs régionaux à réaction avec la certification du type EMB-145 (aujourd'hui ERJ-145) en 1996, puis avec le lancement du type ERJ-135 de 37 places en 1997, cette société a capturé plus de la moitié du marché des aéronefs régionaux et elle a annoncé qu'elle entendait porter sa production d'aéronefs régionaux à réaction à 12 appareils par mois, ce qui suffirait pour lui permettre de satisfaire, à elle seule, la demande d'aéronefs régionaux à réaction sur ce segment de marché dans un avenir prévisible. Le Canada fait valoir que ce sont les versements ProEx qui ont permis à Embraer de devenir un acteur dominant dans le secteur des aéronefs régionaux à réaction et accru sa part de marché. », (p. 15).

Dans ses conclusions et sa recommandation unique, le Groupe spécial de l'OMC conclue que les subventions versées dans le cadre du programme ProEx de financement des exportations du Brésil sont incompatibles avec certains articles de l'Accord sur les subventions et les mesures compensatoires ; conséquemment, le Brésil a été sommé par l'Organisation Mondiale du Commerce de mettre fin sans délai à ses subventions accordées dans le cadre du programme ProEx et ce, à toutes transactions conclues après la date où la composition du Groupe spécial a été arrêtée, soit le 22 octobre 1998 (Organisation Mondiale du Commerce, 1999. Rapport du Groupe spécial Brésil - Programme de financement des exportations pour les aéronefs. Rapport WT/DS46/R, p. 5). Dans les faits, le programme ProEx permettait aux acheteurs étrangers d'avions d'Embraer d'obtenir une réduction du taux d'intérêt payable pour le financement d'avions d'Embraer pouvant aller jusqu'à 3,8 points de pourcentage (3,8%) par rapport au taux d'intérêt librement négocié sur les marchés financiers internationaux par ces acheteurs et ce, sur une période maximale de 15 ans sur 85% du coût d'acquisition d'un appareil, moyennant un paiement initial de 15%. En clair, cela signifiait pour les acheteurs étrangers du jet régional ERJ-145 d'Embraer une économie sur une échéance de 15 ans d'environ 3,5 à 3,8 millions $US par appareil, dont le prix de vente était estimé à 15 millions $US en 1996 par la revue Business & Commercial Aviation (B/CA, Aug. 1996, p. C7). Déjà au départ, le prix de liste en 1996 du jet régional ERJ-145 d'Embraer (15 millions $US) était de beaucoup inférieur au prix de liste du Regional Jet de Canadair que B/CA estimait à 19,3 millions $US de 1995.

Or, si l'on prend en considération le fait que les transporteurs régionaux achètent souvent plus d'un seul appareil à la fois, les économies d'achat peuvent parfois faire oublier les différences entre les produits et les fabricants. Au cours de leur dispute, la Société brésilienne Embraer réfuta les allégations de la Société Bombardier Inc. à l'effet que le programme[61] ProEx était une forme de subvention illégale, tout en lui rappelant qu'elle pouvait elle aussi bénéficier d'un programme d'aide aux exportations (p. ex., par le biais de la SEE : Société pour l'expansion des exportations), puis en

[61] Soulignons ici que les programmes d'aide aux exportations existent également dans d'autres pays, dont les États-Unis (EXIM : Export Import Bank of the United States) et le Canada avec la Société pour l'expansion des exportations (SEE) qui offre aux entreprises manufacturières divers services de financement des ventes (p. ex., prêts ; garanties de prêts et assurances prêt-bail ; etc.).

lui rappelant aussi que le programme[62] Partenariat technologique Canada (PTC) dont elle bénéficie pour le développement de ses nouveaux appareils est lui aussi une subvention illégale. Bombardier rétorqua en disant que ce programme n'est pas une subvention car le gouvernement canadien sera remboursé, tout en lui précisant que la contribution du gouvernement ne représente que 25% du coût de développement des nouveaux appareils, alors que la limite permise par les ententes internationales pour ce genre de contribution gouvernementale est de 30% (Flight, Feb. 4, p. 24). Le conflit entre les constructeurs aéronautiques canadien et brésilien était tel, qu'il a bien failli faire échouer la mission économique du Mercosur qu'avait entreprise Équipe Canada à la fin de l'année 1997 lors de sa tournée des pays de l'Amérique du Sud, dont le Brésil fait partie, comme l'ont évoqué à l'époque certains quotidiens d'actualité ou les médias de communication en général.

Bien que ce nouvel appareil ERJ-145 ne comporte aucune innovation technologique véritable, aux dires de la revue britannique Flight Int'l (July 3, 1996), son prix de vente relativement attrayant, conjugué au programme de financement avantageux qui était offert, à ce moment-là, par la Société brésilienne Embraer par le biais de sa division de crédit ECC (Embraer Credit Corporation) et du programme ProEx qui permettait ainsi aux acheteurs étrangers d'avions d'Embraer d'emprunter à un taux d'intérêt préférentiel grâce à un mécanisme de péréquation, semblent avoir eu l'effet escompté car, en septembre 1998, le carnet du jet régional ERJ-145 d'Embraer s'élevait à 207 commandes fermes, auxquelles s'ajoutaient 219 options d'achat (Embraer, site Internet, déc. 1998). Rappelons ici que le jet régional ERJ-145 d'Embraer est entré en service commercial aux États-Unis en décembre 1996. De façon plus spécifique, le client de lancement nord-américain de ce nouvel appareil ERJ-145 d'Embraer et de son premier produit dérivé, le jet régional ERJ-135 de 37 places que nous allons examiner d'ici peu, est le transporteur régional Continental Express qui est basé à Houston au Texas qui avait commandé, en septembre 1998, 75 appareils ERJ-145 et 25 appareils ERJ-135, en plus de s'être réservé des options d'achat pour 175 autres appareils ERJ-145 de 50 places ou ERJ-135 de 37 places qu'il pourra exercer à son gré au cours des dix prochaines années.

---

[62] En 1996, le gouvernement fédéral lança un nouveau programme de partage des risques en R-D pour appuyer un certain nombre de secteurs de haute technologie, dont celui de l'aéronautique et de l'aérospatiale. En vertu de ce programme, pour chaque 1 $ qui est investi par le gouvernement fédéral, le secteur privé investit à son tour 3 $.

En Europe, le client de lancement est le transporteur REGIONAL Airlines de France qui s'est d'ailleurs départi de ses appareils Saab 2000 de 50 places de Saab Aircraft pour pouvoir dorénavant concentrer ses activités autour du jet régional de 50 places ERJ-145 d'Embraer, comme nous allons le voir ultérieurement dans ce troisième chapitre. Pour sa part, le transporteur régional AMR Eagle, maintenant désigné sous la raison sociale American Eagle Airlines Inc., avait déjà commandé, en septembre 1998, 42 appareils ERJ-145, en plus de s'être réservé des options pour 25 appareils ERJ-145 additionnels et ce, c'est sans compter les 75 appareils ERJ-135 de 37 places qu'il avait déjà placé en commandes fermes, à ce moment-là, puis aussi des 75 autres appareils ERJ-135 qu'il s'était là aussi réservé en options ; ce qui porte donc le nombre d'appareils d'Embraer qu'il a en commandes ou en options à 217 appareils ERJ-145 ou ERJ-135 (Embraer, site Internet, déc. 1998).

Par ailleurs, la revue Business & Commercial Aviation (B/CA) prétend que le transporteur AMR Eagle aurait payé à peine 12 millions $US par appareil ERJ-145 d'Embraer, alors que son prix de vente annoncé est 15,4 millions $US ; ce qui constitue une économie de 142,8 millions $US pour les 42 appareils ERJ-145 commandés ; ce qui n'est pas négligeable. En guise de comparaison, B/CA estime le prix de vente du Regional Jet de Canadair de 50 places à 19,7 millions en $US 1995 (B/CA, August 1997, p. 36). Précisons que le prix de vente réel sur le marché du Regional Jet de Canadair de 50 places est inférieur au prix de vente estimé par B/CA, soit 19,7 millions en $US 1995, en plus d'être inférieur à la valeur annoncée au moment d'une transaction, comme nous allons le voir en détail à la section 3.2 portant sur l'étude de cas proprement dite du Regional Jet de Canadair. Qu'il suffise de souligner, à ce moment-ci, que certaines transactions récentes font état d'une valeur de 21,3 millions $US par appareil CRJ de 50 places ; ce qui le positionne à une fourchette de prix qui est bien au-dessus du jet régional de 50 places ERJ-145 d'Embraer, dont le prix de vente estimé de B/CA de 15,4 millions $US par unité semble assez près de son prix de vente sur le marché et ce, c'est sans compter sur le programme ProEx d'aide aux exportations dont le résultat ultime était, comme nous l'avons vu ci-haut, de réduire le coût de financement des appareils et, ce faisant, de réduire le coût combiné d'acquisition et de financement du jet régional ERJ-145 d'Embraer.

En conséquence, si les estimations de prix de la revue B/CA s'avèrent exactes, il s'en suit que le transporteur American Eagle des États-Unis aurait eu à débourser un montant additionnel de 323 millions $US pour se procurer 42 appareils Regional Jet de Canadair de 50 places, plutôt que des appareils ERJ-145 d'Embraer, soit 180 millions $US de plus sur le prix de vente suggéré (19,7 millions $US 1995 pour un CRJ versus 15,4 millions $US pour un ERJ-145) ; auxquelles s'ajoutent des économies additionnelles de 142,8 millions $US que le transporteur régional AMR Eagle a réalisé en achetant ses 42 appareils à 12 millions $US l'unité, au lieu du prix de liste de 15,4 millions $US, si l'on en croit les dires de B/CA. D'ailleurs, en avril 1998, la revue B/CA publia un communiqué (backgrounder) émis par AMR Eagle qui justifiait de la façon suivante sa décision de se procurer des appareils ERJ-145 plutôt que des appareils CRJ-200 de Canadair :

> « The wholly owned AMR subsidiary recently issued a "backgrounder" on the company, emphasizing that the decision was based on ownership cost. "The direct operating costs are nearly identical between the ERJ-145 and the CRJ-200. But the profit potential is significantly higher with Embraer, due to its much lower cost of ownership", the backgrounder stated. "The ownership cost difference was significant enough that it could not be ignored, and it far outweighed any efficiencies gained from ordering only Canadairs versus a mixed fleet." [...] The backgrounder said the competition between the two jets was "rigourous" because the performance and operating economics were similar. », (B/CA, April 1998 : 58).

Ce court extrait souligne bien le genre de concurrence à laquelle est confrontée Bombardier Aéronautique sur les marchés des exportations pour son Regional Jet de Canadair de 50 places, de même que le rôle déterminant et même structurant des programmes d'aide aux exportations des gouvernements (p. ex., le programme brésilien ProEx). Rappelons ici qu'American Eagle est le plus important groupe de transporteurs régionaux aux États-Unis (voir tableau 3.3) ; puis, rappelons qu'il est aussi le client de lancement nord-américain du nouvel appareil Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 places. Enfin, soulignons le fait qu'en 1997, la firme Embraer remporta le premier prix « Flight International Aerospace Industry Awards 1997 » dans la catégorie « Corporate Strategy » pour le succès exceptionnel du lancement de son nouveau jet régional ERJ-145 (EMB-145) et ce, au moment même où l'entreprise devait passer au secteur privé et qu'elle devait faire face également à d'importantes pertes financières cumulatives (Flight, June 18, 1997, p. 13).

En 1994, soit l'année de sa privatisation,[53] l'avionnerie brésilienne Embraer enregistra des pertes financières de 337 millions $US ; lesquelles ont été suivies par la suite par des pertes financières additionnelles de 306,7 millions $US en 1995 sur des revenus de 362,2 millions $US. Toutefois, en 1996, après six années de pertes financières cumulatives, le vent tourna enfin pour la Société brésilienne Embraer avec les premières ventes de son jet régional de 50 places ERJ-145 de sorte que, cette année-là, ses pertes financières ont pu être réduites à 40 millions $US sur des revenus de 377,4 millions $US. Puis, revirement encore plus spectaculaire, en 1997, la Société Embraer augmenta son chiffre d'affaires de 98% par rapport à 1996, soit 746,1 millions $US ; ce qui lui a permis de diminuer ses pertes financières à seulement 29,6 millions $US en 1997. Au cours de son exercice financier clos le 31 décembre 1998, la Société brésilienne Embraer a enregistré des revenus bruts d'exploitation de 1,3 milliard $US ; ce qui correspond à une augmentation de 75% par rapport à 1997 et à une augmentation de 247% par rapport à 1996. En terme de bénéfice, le bénéfice net de la Société Embraer s'est élevé à 102,9 millions $US en 1998, comparativement à des pertes financières de 29,6 millions $US en 1997. Et enfin, à la fin de son exercice financier clos le 31 décembre 1998, le carnet de commandes de la Société brésilienne Embraer s'élevait à 4,1 milliards $US (Embraer, site Internet, avril 1999).

En guise de comparaison, rappelons certains résultats financiers du Groupe Bombardier Aéronautique qui a réalisé, au cours de son exercice financier clos le 31 janvier 1999, des revenus d'exploitation de 6,4 milliards $, comparativement à des revenus d'exploitation de 1,3 milliard $US pour son plus proche compétiteur dans le créneau de marché des avions régionaux à réaction, à savoir l'avionneur brésilien Embraer. En terme de bénéfice, Bombardier Aéronautique a affiché, au cours de son exercice clos le 31 janvier 1999, un bénéfice avant impôt sur le revenu de quelque 681,9 millions $, comparativement à bénéfice net de 102,9 millions $US en 1998 pour Embraer au cours de son exercice clos le 31 décembre 1998. Et enfin, le carnet de commandes du Groupe Bombardier Aéronautique s'élevait à 16,2 milliards $ au 31 janvier 1999, comparativement à un carnet de

[53] Fondée en 1969 et contrôlée à 96,5% par le gouvernement du Brésil, en décembre 1994, un consortium financier d'investisseurs dirigé par le Groupe Bozano Simensen, le plus important conglomérat financier du Brésil, prit le contrôle majoritaire de la Société Embraer en se portant acquéreur de 45,44% des actions (B/CA, January 1995, p. C16).

commandes de 4,1 milliards $US au 31 décembre 1998 pour le constructeur aéronautique brésilien Embraer (Bombardier, site Internet avril 1999 ; Embraer, site Internet, avril 1999).

3.1.3.1 Nouveaux projets de développement d'appareils

Devant un tel succès commercial avec son jet régional de 50 places ERJ-145 qui a fait taire plusieurs de ses détracteurs, la Société brésilienne Embraer lança officiellement, en septembre 1997, le programme de développement d'un nouveau jet régional de 37 places, soit le modèle EMB-135 qui fut désigné par la suite sous une nouvelle appellation, à savoir RJ135 d'abord, puis ERJ-135 ensuite qui est aujourd'hui l'appellation la plus utilisée pour le jet régional de 37 places d'Embraer. Son coût de développement est estimé à 100 millions $US. Le premier prototype de ce nouvel appareil a effectué sa sortie de l'usine en mai 1998, soit huit mois à peine après son lancement officiel. La certification du type ERJ-135 par les autorités brésiliennes d'abord (CTA : Centro Técnico Aerospacial), puis américaines ensuite (FAA : Federal Aviation Administration), ainsi que sa mise en service commercial sont prévues en mai et juin 1999 (Flight, Nov. 18, 1998, p. 19).

Comme nous l'avons évoqué précédemment, ce nouvel appareil ERJ-135 de 37 places est en réalité un produit dérivé du jet régional ERJ-145 de 50 sièges avec plus de 90% des systèmes, des pièces et des composants en compatibilité avec le modèle ERJ-145 (AW&ST, Oct. 13, 1997, p. 18). Notons ici que, contrairement à l'appareil Regional Jet de Canadair de 50 sièges qui a pu être utilisé pour en faire une version allongée de 70 places (CRJ-700), le jet régional ERJ-145 d'Embraer ne pouvait plus être allongé davantage, car la cellule du fuselage de l'appareil avait déjà atteint, semble-t-il, les limites de ses possibilités en terme de résistance structurale ; étant lui-même une version allongée du modèle biturbopropulsé EMB-120 Brasilia de 30 sièges qui continue encore aujourd'hui à être un très bon vendeur pour la firme Embraer. En février 1998, par exemple, le transporteur régional SkyWest des États-Unis pris tout le monde par surprise dans le secteur de l'aviation régionale en se portant acquéreur de 20 nouveaux appareils EMB-120 d'Embraer, portant ainsi sa flotte d'appareils EMB-120 à 80 appareils et ce, en plus de s'être réservé des options d'achat pour 40 autres appareils (B/CA, April 1998, p. 50). En mars 1998, Embraer avait déjà enregistré des

commandes pour plus de 329 exemplaires de son modèle EMB-120 à turbopropulsion (Embraer, site Internet, avril 1998). Ceci dit, attendu que le jet régional ERJ-145 de 50 places d'Embraer avait déjà atteint les limites de ses possibilités pour en faire en version encore plus allongée ; dès lors, la seule option possible, à coût raisonnable, pour l'avionneur brésilien était donc de le raccourcir pour en faire un produit dérivé ; d'où l'idée du jet régional ERJ-135 de 37 places que l'industrie positionne dorénavant dans une nouvelle catégorie d'avions régionaux à réaction dite « Micro Jet ». En septembre 1998, soit un an seulement après son lancement officiel, le carnet du jet régional de 37 places ERJ-135 d'Embraer s'élevait déjà à 145 commandes fermes, assorties d'options d'achat pour 195 autres appareils ; ce qui n'est pas du tout banal. Or, si l'engouement pour les avions régionaux à réaction qui a envahi ces dernières années la catégorie des appareils de 50 places (p. ex., le Regional Jet de Canadair (CRJ-100/200) ; le jet régional ERJ-145 d'Embraer) se fait ressentir, dans les prochaines années, dans la catégorie des appareils de 37 sièges ; il est donc probable que les modèles biturbopropulsés Dash 8Q de séries 100 et 200 de 37 places de l'avionnerie de Havilland se retrouveront en concurrence directe avec le nouveau jet régional ERJ-135 de 37 places d'Embraer sur certains marchés où la « Jet Mania » bât son plein et ce, en plus d'avoir à affronter un autre nouveau produit concurrent additionnel, soit le nouvel avion de transport régional à réaction 328JET de 32 à 34 places du constructeur aéronautique américano-germanique Fairchild-Dornier, comme nous allons le voir d'ici peu.

Les premières livraisons du jet régional ERJ-135 d'Embraer sont prévues à la mi-1999, sitôt après sa certification. Tel que stipulé précédemment, le client de lancement nord-américain de ce nouvel appareil ERJ-135 est le même que celui du ERJ-145, soit le transporteur régional Continental Express qui a placé, en mai 1998, une première commande ferme pour 25 appareils ERJ-135 au prix de liste 12,6 millions US l'unité ; ce qui représente une transaction d'une valeur de 315 millions US et ce, en plus de s'être réservé des options d'achat pour 50 autres appareils ERJ-135 additionnels (AW&ST, May 11, 1998, p. 22). Le client de lancement européen du jet régional de 37 places ERJ-135 d'Embraer est le transporteur régional Flandre Air qui est basé à Lille en France qui, en octobre 1998, avait déjà commandé 10 exemplaires de ce nouvel appareil ERJ-135 d'Embraer, en plus de s'être réservé des options d'achat pour 10 autres appareils ERJ-135. Mais ce qui a surtout retenu

l'attention dans le secteur de l'aviation régionale, à un certain moment, c'est la commande sans précédent du transporteur American Eagle pour 75 appareils ERJ-135 en commandes fermes et 75 autres appareils en options qui a été dévoilé publiquement à l'Exposition aéronautique « Farnborough Air Show » qui s'est tenue en Angleterre en septembre 1998. La Société brésilienne Embraer parle d'une commande d'une valeur potentielle de 2 milliards $US (Embraer. site Internet. déc. 1998). Parmi les autres clients du jet régional de 37 places ERJ-135 d'Embraer, citons entre autres : Wexford Management (20 appareils ERJ-135 en commandes et 20 autres appareils en options) ; puis REGIONAL Airlines de France qui, rappelons-le, est le client de lancement européen du ERJ-145, avait déjà placé des commandes fermes pour 5 appareils ERJ-135 qui viendront ainsi s'ajouter à ses 6 appareils ERJ-145 qui étaient déjà en service commercial et aux 5 autres appareils ERJ-145 qui étaient toujours en commandes, à ce moment-là ; ce qui nous donne un total de 145 appareils ERJ-135 en commandes fermes et 195 autres appareils en options (AW&ST, Oct. 5, 1998, p. 100 ; B/CA, Nov. 1998, p. 52). Devant ces résultats on ne peut plus probants, il n'est sans doute pas excessif d'affirmer que le nouveau jet régional ERJ-135 de 37 places de l'avionneur brésilien Embraer est déjà assuré, en principe, d'un succès commercial et ce, faut-il le préciser, avant même d'avoir obtenu son certificat de navigabilité des autorités concernées (p. ex., la CTA du Brésil ; la FAA des États-Unis ; etc.) ; ce qui ne devrait pas causer problème, puisqu'il s'agit d'un produit dérivé d'un modèle d'appareil déjà certifié, à savoir le jet régional de 50 places ERJ-145 d'Embraer.

Enfin, soulignons en dernier lieu que la firme Embraer envisage sérieusement la possibilité d'élargir sa famille d'avions régionaux à réaction en développant, dans un premier temps, un nouvel appareil de 70 places (ERJ-170) qui viendrait ainsi faire concurrence, entre autres, au Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 places qui est présentement en cours de développement et dont la certification et les premières livraisons sont prévues au premier trimestre de l'an 2001. Puis, dans un second temps, la firme Embraer envisage aussi la possibilité de développer une version allongée du ERJ-170 qui comprendrait 90 sièges, soit le ERJ-190. Celui-ci viendrait, à ce moment-là, faire concurrence au nouvel appareil BRJ-X de 88 à 108 places que Bombardier Aéronautique envisage de développer, mais dont la décision finale n'était pas encore prise au moment d'écrire ces lignes.

Le coût de développement de ces deux nouveaux modèles d'avions régionaux à réaction d'Embraer s'élève à 750 millions $US, soit 500 millions $US pour le développement du modèle de base ERJ-170 dont la certification et les premières livraisons pourraient avoir lieu en l'an 2002 ; puis le reste, soit 250 millions $US, pour le développement d'un premier produit dérivé, à savoir le ERJ-190 de 90 places dont la certification et les premières livraisons pourraient avoir lieu en l'an 2004, (AW&ST, Feb. 15, 1999, p. 18 ; Embraer, site Internet, mars 1999). Fait important à souligner, la conception de ces deux nouveaux modèles d'avions régionaux à réaction, à savoir : (1) le ERJ-170 de 70 places ; puis (2) le ERJ-190 de 90 places, est similaire, à biens des égards, à celle du nouvel appareil BRJ-X que Bombardier Aéronautique envisage de développer au coût de 1 milliard $ (650 millions $US), c'est-à-dire un appareil comprenant des ailes basses et les turboréacteurs montés sur pylône sous les ailes de l'appareil, comme c'est le cas présentement pour la majorité des avions de ligne commerciale de type gros porteur des constructeurs aéronautiques The Boeing Company des États-Unis et Airbus Industrie d'Europe. La Société Embraer prévoit annoncer le développement de ces deux nouveaux modèles d'appareils vers la mi-1999 (AW&ST, Feb. 15, 1999, p. 18).

Malgré le succès commercial relatif de ces deux avionneurs avec leurs nouveaux appareils biréacteurs de 50 sièges, à savoir le Regional Jet de Canadair d'une part, et le jet régional ERJ-145 d'Embraer d'autre part ; l'aviation régionale est un secteur d'activité qui est non seulement très dynamique et hautement concurrentiel, mais il est également un secteur d'activité qui vit depuis un certain temps une restructuration importante, dont l'un des signes les plus révélateurs est sans doute le changement de propriété de plusieurs entreprises en aéronautique comme, par exemple, les avionneries Canadair en 1986 et de Havilland en 1992 qui passèrent toutes les deux dans le giron de la Société Bombardier Inc., puis l'avionnerie brésilienne Embraer qui passa au secteur privé en 1994 et ce, c'est sans compter non plus les nombreux changements de propriété et de structures d'organisation des constructeurs d'avions régionaux qui sont situés du côté européen. Examinons brièvement cette composante structurelle et territoriale du secteur de l'aviation régionale.

3.1.4 L'aviation régionale européenne

En effet, l'Europe n'a pas échappé elle non plus à la vague actuelle de restructuration et de rationalisation qui déferle, depuis un certain temps, dans le secteur de l'aviation régionale et sur l'aviation commerciale en général, si l'on tient compte de la mégafusion de Boeing et de McDonnell Douglas comme nouveau leader mondial dans l'aéronautique civile avec un chiffre d'affaires de quelque 50 milliards $US et un carnet de commandes d'environ 100 milliards $US (Interavia, Sept. 1997, p. 8). À titre de comparaison, le N° 2 mondial dans l'industrie aéronautique civile, à savoir le consortium européen Airbus Industrie dont le chef-lieu est située à Toulouse en France, a réalisé un chiffre d'affaires de 13,3 milliards $US en 1998 et détenait toujours, à la fin de son exercice financier 1998, un carnet de commandes d'environ 92,7 milliards $US. En terme de part de marché, Airbus Industrie a réussi ainsi à s'accaparer plus 46% du marché mondial des avions de ligne commerciale (AW&ST, Jan. 18, 1999, p. 39). Enfin, pour faire un portrait global de la situation, soulignons que le N° 3 mondial dans l'industrie aéronautique civile, à savoir le Groupe Bombardier Aéronautique, a enregistré des revenus d'exploitation, avant cessions intersectorielles, de 6,4 milliards $ au cours de son exercice clos le 31 janvier 1999, alors que son carnet de commandes atteignait le sommet sans précédent des 16,2 milliards $ au 31 janvier 1999. Au moment de la fusion, Boeing comptait environ 240 000 employés après l'intégration des activités de McDonnell Douglas ; mais, depuis, la nouvelle entité a réduit ses effectifs d'environ 20 000 employés, dont 800 à ses installations de Toronto où l'entreprise fabrique, entre autres, les jeux d'ailes des avions de ligne MD-80 et MD-90 de McDonnell Douglas qui seront portés à disparaître au cours des prochaines années.

D'ailleurs, un autre signe révélateur de la restructuration actuelle du secteur de l'aviation régionale, sont les "entrées" et les "sorties" dans ce secteur industriel d'activité. D'abord, du côté des "entrées", disons simplement que les fabricants actuels d'avions régionaux semblent prendre au sérieux, sinon comme une menace l'idée de voir à nouveau le géant américain de l'aéronautique civile The Boeing Company s'immiscer dans le marché des avions régionaux avec son nouvel appareil Boeing 717 qui, en fait, est une nouvelle appellation commerciale du modèle d'appareil déjà existant de McDonnell Douglas, soit le MD-95. Cette nouvelle appellation est donc un signe concret des

efforts d'intégration des activités de Boeing et de McDonnell Douglas suite à leur fusion. Rappelons ici que l'avionneur de Seattle avait déjà tenté l'expérience dans le secteur de l'aviation régionale, comme nous l'avons souligné précédemment, en faisant l'acquisition auprès du gouvernement fédéral de l'avionnerie de Havilland dans laquelle elle a d'ailleurs englouti 1 milliard de dollars avant de s'en départir définitivement en 1992 en vendant ses actions à la Société de Havilland Inc. détenue par la Société Bombardier Inc. dans une proportion de 51% et par le gouvernement provincial de l'Ontario dans une proportion de 49% qui, par la suite, cédera en 1992 toutes ses actions détenues dans la Société de Havilland Inc. à la Société Bombardier Inc. qui fusionneront ensuite en février 1998.

Comme nous en avons fait écho un peu plus tôt, avec ce nouvel appareil Boeing 717 de 106 places, la Société américaine The Boeing Company tente de se positionner dans la zone mitoyenne se situant aux limites du secteur de l'aviation régionale et du secteur de l'aviation commerciale. Bien que le nouvel appareil Boeing 717 doit lui aussi se soumettre à l'épreuve de la certification, l'avionneur de Seattle avait déjà en août 1998 des commandes en carnet pour 50 appareils, dont les premières livraisons sont prévues pour septembre 1999 (AW&ST, March 1, 1999, p. 43). Enfin, pour clore du côté des "entrées", rappelons que le consortium européen Airbus Industrie a lui aussi annoncé, en avril 1999, son intention de développer un nouvel appareil, soit le modèle Airbus A318, qui viendra lui aussi se positionner dans la zone mitoyenne se situant aux limites du secteur de l'aviation régionale et du secteur de l'aviation commerciale.

Notons, par ailleurs, que la clientèle cible de ces deux nouveaux modèles d'avions de ligne commerciale, à savoir : (1) le Boeing 717 ; puis (2) l'Airbus A318, est souvent la clientèle respective déjà existante de ces constructeurs aéronautiques qui envisage, à ce moment-là, d'élargir leur gamme de produits en introduisant dans leur flotte des appareils de moindre capacité en termes de sièges offerts. Tel que stipulé un peu plus tôt, le nouvel avion de ligne régionale BRJ-X que le Groupe Bombardier Aéronautique envisage de développer va donc entrer en concurrence avec ces deux nouveaux modèles d'appareils des constructeurs aéronautiques Boeing et Airbus. C'est donc toute une histoire à suivre pour savoir comment les choses vont se dérouler, notamment au niveau des acheteurs de ces nouveaux modèles d'appareils et du nombre d'appareils vendus de chacun de ces

modèles d'appareils. Va pour les "entrées". Du côté des "sorties", le mouvement des entreprises en aéronautique a, cette fois-ci, été plus important et conséquent sur la structure du secteur de l'aviation régionale.

3.1.4.1 Chute de Fokker Aircraft

Fondée en 1919 par Anthony Fokker, le constructeur aéronautique Fokker Aircraft BV des Pays-Bas déclarait faillite, en mars 1996, après plusieurs décennies d'opérations dans ce secteur d'activité (Flight, May 15, 1996, p. 37). Depuis, de nombreux bruits courent à l'effet que Fokker Aircraft pourrait reprendre ses activités de production sous un nouveau nom, soit Rekkof Restart NV (Rekkof étant le nom de Fokker écrit dans l'autre sens), notamment au niveau de sa ligne de produits JetLine de 70 places (Fokker 70) et de 100 places (Fokker 100) et ce, en raison de la forte demande prévue dans ce créneau au cours des vingt prochaines années que Boeing estimait en 1998 à environ 1 331 appareils de 70 sièges et à 2 160 appareils de 100 sièges (AW&ST, Feb. 2, 1998, p. 40). Rappelons ici que Bombardier Aéronautique anticipe des prévisions de livraisons d'avions régionaux dans la catégorie des appareils de 60 à 90 sièges de 3 060 appareils durant la période 1997-2016 (voir figure 3.3).

D'autre part, si jamais la nouvelle entreprise Rekkof Restart voyait le jour, et tout porte à croire que ce sera effectivement le cas puisque, en novembre 1998, la revue britannique Flight International (Nov. 25, 1998, p. 17) publiait une nouvelle à l'effet que la nouvelle entité Rekkof Restart des Pays-Bas avait déjà obtenu le feu vert des autorités concernées pour reprendre les activités du constructeur aéronautique Fokker Aircraft ; elle pourrait cependant affronter un certain problème au niveau de ses approvisionnements, car l'un des principaux fournisseurs de Fokker Aircraft était justement la filiale irlandaise Short Brothers plc de Bombardier Inc. qui était chargée, avant la faillite de Fokker Aircraft en mars 1996, de la fabrication des ailes des modèles Fokker 70 et Fokker 100. D'ailleurs, la faillite de Fokker Aircraft avait entraîné la perte de quelque 900 emplois en 1996 aux installations de Shorts à Belfast (Bombardier, site Internet, avril 1998). Or, puisque le Groupe Bombardier Aéronautique est en voie présentement de développer son propre avion de transport

régional de 70 places, soit le Regional Jet de Canadair de série 700 (CRJ-700) et qu'il envisage de développer un nouvel avion de transport régional de 88 à 108 places (BRJ-X) ; dès lors, il n'est pas acquis d'avance, pour la nouvelle entreprise Rekkof Restart qui envisage de renaître des cendres de Fokker Aircraft, que Bombardier Aéronautique va vouloir ainsi alimenter sa propre concurrence en agissant, par exemple, comme sous-traitant ou fournisseur de pièces et de composants d'aéronefs pour des avions régionaux à réaction de 70 et de 100 places que les promoteurs actuels de Rekkof Restart voudraient bien remettre en production pour relancer les activités de la défunte avionnerie néerlandaise Fokker Aircraft BV. Évidemment, si les fournitures des pièces et des composants d'aéronefs se limitent uniquement à l'une des spécialités de l'avionnerie Shorts, à savoir les nacelles de moteurs, les conséquences sont moins importantes que s'il s'agissait de la fourniture de pièces et de composants clés d'un aéronef tel, par exemple, l'empennage horizontal, comme cela a été le cas avec le nouvel avion d'affaires à très long rayon d'action Global Express de Bombardier où le savoir et le savoir-faire de l'avionnerie irlandaise Shorts dans ce domaine ont été mis en valeur.

3.1.4.2 Retranchement de Daimler-Benz Aerospace

Au moment de sa faillite en mars 1996, l'avionnerie néerlandaise Fokker Aircraft BV était sous le contrôle majoritaire, depuis 1993, du Groupe allemand Daimler-Benz Aerospace (DASA, antérieurement Deutsche Aerospace) qui décida, en 1996, de céder ses actions détenues dans l'avionnerie allemande Dornier Luftfahrt GmbH qui fut fondé en 1922 par Claude Dornier. Dès lors, après plusieurs tentatives infructueuses pour trouver de nouveaux investisseurs, le constructeur aéronautique allemand passa finalement sous le contrôle majoritaire du constructeur aéronautique américain Fairchild Aerospace Corporation du Texas. En 1995, l'avionneur allemand enregistra des pertes financières de l'ordre de 325 millions $US sur des ventes de 650 millions $US (B/CA, July 1996, p. C4). Suite à cette prise de contrôle, la nouvelle Société américano-germanique Fairchild-Dornier Luftfahrt Beteiligungs GmbH (FDLB), qui est contrôlée à 80% par Fairchild et à 20% par DASA (B/CA, August 1996, p. C2), décida de développer un produit dérivé du produit principal de Dornier, soit l'avion de transport régional à turbopropulsion Do-328 de 32 sièges qui était devenu non rentable au fil des ans. En effet, l'avionneur allemand Dornier disait perdre 1 million $US en

moyenne pour chaque appareil Do-328 qui était vendu et pour lequel le prix de liste se situait à environ 9,7 millions $US (Flight, May 1, 1996, p. 10). Ce qui est quelque peu problématique, compte tenu du fait que le constructeur aéronautique Dornier offrait sur le marché, à ce moment-là, deux seuls modèles d'avions régionaux à turbopropulsion, soit : (1) le modèle Do-328 qui, pourtant, comprend l'un des meilleurs systèmes intégrés d'avionique, soit le système Primus 2000 de la firme Honeywell qui a révolutionné le poste de pilotage des avions régionaux de la catégorie de 30 sièges (B/CA, March 1996, p. 44) ; puis ensuite (2) le modèle Do-228 de 19 sièges qui est un appareil non pressurisé dont l'avenir est loin d'être assuré, en raison du fait que Fairchild offre déjà sur le marché un appareil pressurisé de 19 sièges, soit le Metro 23 ; lequel semble connaître un certain succès commercial avec plus de 600 exemplaires vendus (Flight, June 19, 1996). En service commercial depuis 1981, le nombre d'unités commandées du modèle Do-228 s'élevait, en août 1998, à 243 appareils (Flight, Aug. 12, 1998, p. 62).

Suite à l'acquisition de l'avionnerie allemande Dornier, le nouveau constructeur aéronautique Fairchild-Dornier décida donc de développer un produit dérivé du produit principal de Dornier, soit l'avion régional à turbopropulsion Do-328 de 32 à 33 sièges ; lequel dérivé est un avion de transport régional à réaction de 32 à 34 sièges qui est désigné sous la nouvelle appellation commerciale 328JET afin de le distinguer du modèle de base Do-328 à turbopropulsion. Quant à l'avenir justement du modèle Do-328 à turbopropulsion, l'avionneur américano-germanique continue, pour le moment, à le produire sur la même ligne de production que le nouvel appareil 328JET aux installations de Dornier situées à Oberpfaffenhofen en Allemagne. Le coût de développement de ce nouveau biréacteur 328JET est estimé à environ 60 millions $US (Interavia, May 1997, p. 38) ; ce qui, somme toute, est relativement peu pour pouvoir ainsi s'immiscer dans le créneau de marché des avions régionaux à réaction qui est en forte croissance, comme nous allons le voir ultérieurement à la section 3.2.

En août 1998, le carnet du nouvel appareil 328JET de la nouvelle entreprise Fairchild-Dornier s'élevait à 43 commandes fermes (Flight, Aug. 12, 1998, p. 63). Les premiers essais en vol de l'appareil ont eu lieu en janvier 1998 et sa certification est prévue en mars 1999. Précisons ici que les turboréacteurs du 328JET sont fournis par le motoriste Pratt & Whitney Canada (PW306B) et

sont situés aux endroits mêmes où sont situés les turbopropulseurs du modèle Do-328 qui sont fournis eux aussi par Pratt & Whitney Canada, c'est-à-dire sous les ailes de l'appareil qui est conçu avec des ailes hautes, faut-il le préciser, car cela est une conception peu commune pour les avions régionaux à réaction, à part la gamme des avions régionaux RJ du constructeur aéronautique Avro Aerospace International du Royaume-Uni qui a épousé cette conception d'aile des appareils. Le client de lancement européen du nouvel appareil 328JET de Fairchild-Dornier est le transporteur régional Proteus Airlines de France qui a placé une première commande d'achat pour 6 appareils 328JET ; alors que du côté nord-américain, le client de lancement est le transporteur Midwest Express (5 appareils 328JET en commandes et 10 autres en options) qui, dans les faits, vient remplacer à ce titre le transporteur Aspen Mountain Air/Lone Star qui a été forcé d'annuler ses commandes d'achat d'appareils 328JET en raison de ses difficultés financières (Flight, Aug. 12, 1998, p. 63). Parmi les autres clients du 328JET, citons le transporteur EuroCityLine d'Allemagne qui, en mai 1998, plaça une première commande d'achat pour 9 appareils 328JET, en plus de s'être réservé des options sur 6 autres appareils (Fairchild-Dornier, site Internet, déc. 1998). En août 1998, le carnet du nouvel appareil 328JET s'élevait à 43 commandes fermes (Flight, Aug. 12, 1998, p. 63).

Lors de l'Exposition de l'aéronautique tenue en mai 1998 à Berlin en Allemagne, l'avionneur américano-germanique Fairchild-Dornier lança officiellement le programme de développement d'un produit dérivé du 328JET de 32 à 34 places qui sera un biréacteur de 42 à 44 places, soit le modèle 428JET qui sera lui aussi fabriqué sur la même ligne de production que le modèle 328JET qui est située à Oberpfaffenhofen en Allemagne (Flight, Aug. 12, 1998, p. 63). Au cours de ce même événement, l'avionneur américano-germanique lança officiellement le programme de développement d'une nouvelle famille d'avions régionaux à réaction de 55 à 90 sièges et ce, à partir d'une nouvelle plate-forme de développement qui sera basée sur le modèle 728JET de 70 places qui sera le premier né de cette nouvelle famille. Le vol inaugural du modèle 728JET est prévu en mars de l'an 2000, alors que sa certification et ses premières livraisons pourraient avoir lieu au milieu de l'an 2001. Ce nouvel avion de transport régional à réaction 728JET de 70 à 78 places pourrait être suivi, 14 mois plus tard, par un nouvel appareil de 55 à 63 places, à savoir le 528JET ; puis ensuite par le modèle 928JET de 90 à 100 places, à nouveau 14 mois plus tard qui, selon Fairchild-Dornier, pourrait lui aussi être allongé

encore davantage à 110 sièges, soit le modèle 1128JET. Le coût de développement de la nouvelle plate-forme, à savoir le modèle 728JET de 70 à 78 places, est estimé à environ 850 millions $US, alors que le coût de développement des deux premiers produits dérivés, à savoir : (1) le modèle 528JET de 55 à 63 places ; puis ensuite (2) le modèle 928JET de 90 à 100 places, est estimé à 150 millions $US chacun ; ce qui porte le coût total de développement à 1,15 milliard $US pour l'ensemble du projet.

Fait important à souligner, le premier né de cette nouvelle famille d'appareils, à savoir le modèle 728JET de 70 à 78 places, sera propulsé par des turboréacteurs, modèle CF34, série 8D, qui seront fournis par le motoriste GE Aircraft Engines (GEAE) des États-Unis ; lesquels moteurs seront, en fait, un produit dérivé des turboréacteurs General Electric, modèle CF34 de série 8C1 qui équiperont prochainement le tout nouvel avion de transport régional de 70 places de Bombardier Aéronautique, à savoir le Regional Jet de Canadair de série 700 (Flight, Aug. 12, 1998, p. 63). À notre connaissance, ce sera ici la toute première fois que les turboréacteurs du modèle CF34 de General Electric équiperont des appareils autres que ceux du Groupe Bombardier Aéronautique ; rompant ainsi avec une relation d'affaires de longue date qui semblait en apparence d'exclusivité avec Bombardier Aéronautique, car aucun autre avion de transport régional à réaction, ni même aucun autre avion d'affaires à réaction qui est actuellement offert sur le marché est propulsé par cette famille de turboréacteurs CF34 du motoriste GE Aircraft Engines (GEAE) des États-Unis. Rappelons ici que les turboréacteurs GE, modèle CF34, équipent tous les appareils Challenger de Canadair de séries 601 et 604, ainsi que tous les appareils Regional Jet de Canadair de séries 100 et 200 de 50 places et d'ici peu, de série 700 de 70 places, comme nous l'avons vu auparavant à la figure 3.1 intitulée "Évolution du modèle de base du Regional Jet de Canadair et ses produits dérivés".

Notons, par ailleurs, que le choix des motoristes en liste présentement pour la fourniture des turboréacteurs devant équiper le tout nouvel avion de transport régional à réaction BRJ-X de 88 à 108 places que Bombardier Aéronautique envisage de développer, n'inclue pas le motoriste GE Aircraft Engines (GEAE). En effet, selon les spécifications préliminaires qui ont été divulguées pour ce nouvel appareil, le choix du fournisseur et des turboréacteurs devant équiper le nouvel appareil

BRJ-X devrait, en principe, s'effectuer entre les trois choix suivants : (1) les turboréacteurs CFM 56-9 du motoriste CFM International ; puis (2) les turboréacteurs BR 715 du motoriste BMW Rolls-Royce ; et enfin (3) les turboréacteurs PW 6000 du motoriste Pratt & Whitney des États-Unis (Regional Update, Jan./Feb. 1999, p. 7).

3.1.4.3 Retranchement de Saab Aircraft

Enfin, une autre "sortie" importante est prévue prochainement dans le secteur de l'aviation régionale, alors que le constructeur aéronautique suédois Saab Aircraft AB annonça, en décembre 1997, son intention de cesser définitivement toute sa production d'avions régionaux vers le milieu de l'année 1999, après avoir enregistré annuellement des pertes financières d'environ 128 millions $US au cours des dernières années d'exploitation. L'avionneur suédois invoqua, entre autres, comme raisons justificatives pour sa sortie prochaine : (1) la faible demande actuelle pour les avions régionaux à turbopropulsion ; couplée (2) à la demande accrue pour les avions régionaux à réaction, en raison notamment de la « Jet Mania » qui secoue depuis quelque temps l'aviation régionale ; puis il invoqua aussi (3) la surcapacité de production qui menace de plus en plus ce secteur d'activité ; ainsi (4) qu'un fort marché d'avions régionaux usagés ou d'occasion (AW&ST, Dec. 22, 1997, p. 12). Nous verrons sous peu à la prochaine section 3.2 que l'avionneur suédois n'a pas tout à fait tort en invoquant des raisons portant sur la faible demande des avions régionaux à turbopropulsion si on la compare à la demande des avions régionaux à réaction que l'industrie qualifie de « Jet Mania ». Quant à la surcapacité de production qui menace de plus en plus ce secteur d'activité, aux dires Saab Aircraft, le lancement des nombreux programmes de développement de nouveaux avions régionaux dont nous avons fait état jusqu'à présent, a de quoi alimenter les appréhensions de ce constructeur d'avions régionaux qui, en dernière analyse, décida finalement de tirer sa révérence. Notons, par ailleurs, que l'avionneur suédois fabrique seulement deux modèles[64] d'avions régionaux à turbopropulsion.

---

[64] Les avions régionaux à turbopropulsion de Saab Aircraft sont facilement reconnaissables à leur profil aérodynamique, notamment les ailes basses ; ce qui est très différent de la gamme des appareils Dash 8Q de de Havilland et de la gamme des appareils ATR 42 et ATR 72 de la coentreprise franco-italienne Avions de Transport Régional (ATR) qui sont tous conçus avec des ailes hautes.

Nous avons d'abord (1) le modèle Saab 340 à 33 à 37 places qui, en août 1998, avait déjà été commandé à plus de 455 exemplaires ; puis ensuite (2) le modèle Saab 2000 de 50 à 58 places qui, pour sa part, ne fut commandé qu'à 67 exemplaires uniquement à cette même date (Flight, Aug. 12, 1998, p. 71). En 1996, le chiffre d'affaires de Saab Aircraft AB s'élevait à 415 millions $US, en baisse de 14% par rapport à l'année précédente (B/CA, April 1997, p. C1). Fait à souligner, en 1997, le modèle Saab 340 de Saab Aircraft était l'avion de transport régional qui était encore le plus utilisé aux États-Unis avec 262 appareils en service ; ce qui représente 8 821 sièges offerts, soit 16,2% de toute la flotte d'avions régionaux en service aux États-Unis au 1er janvier 1998, selon les statistiques cumulées annuellement par la firme AvStat Associates des États-Unis pour le compte de l'association des transporteurs régionaux RAA (Regional Airline Association), comme le montre à cet effet le tableau 3.7 de la page suivante. Ce tableau nous indique également que le Regional Jet de Canadair se situait au sixième rang en terme du nombre de sièges offerts aux États-Unis en 1997, soit 4 050 sièges offerts ; ce qui correspond à 81 appareils CRJ de 50 places en service sur ce territoire, dont une forte proportion d'appareils CRJ de 50 places est en service commercial chez le transporteur régional Comair. De plus, nous sommes à même de constater dans ce tableau 3.7 que les appareils biturbopropulsés de la gamme Dash 8 de l'avionnerie canadienne de Havilland ne font pas trop mauvaises figures aux États-Unis car, en 1997, ceux-ci se situaient au troisième rang au classement du nombre de sièges offerts par ce modèle d'appareil, soit 5 809 sièges au total.

Nous remarquons également que l'appareil biturbopropulsé EMB-120 Brasilia d'Embraer est lui aussi un appareil très populaire aux États-Unis, de même que les deux modèles d'appareils biturbopropulsés de la gamme ATR 42 et ATR 72 d'Avions de Transport Régional (ATR). Quant au modèle Saab 340, à titre indicatif, le transporteur American Eagle Airlines opérait, à lui seul, 115 appareils Saab 340, alors que le transporteur Mesaba Airlines opérait, quant à lui, 71 appareils Saab 340 en versions A et B lors du recensement de 1998 de la revue Flight International (World Airliner Census, 18 - 24 November 1998). Le hic de l'affaire, c'est que le Saab 340 est un modèle qui date déjà de 1984. En décembre 1997, lorsque l'avionneur suédois annonça son intention de se retirer définitivement de la production d'avions régionaux, le carnet de commandes du Saab 340B s'élevait à seulement 27 appareils (AW&ST, Dec. 22, 1997, p. 12).

Tableau 3.7 Principaux modèles d'avions régionaux en service aux États-Unis.

Rang	Manufacturier	Modèle	Nombre d'appareils en service au 1/1/98	Total des sièges offerts	% de a capacité totale de la flotte	Total des heures de vol en 1997	
1	Saab	340	262	8 821	16,2	696 954	
2	Embraer	Brasilia	210	6 300	11,6	658 318	
3	Bombardier	Dash 8-100/200	157	5 809	10,7	500 950	
4	Raytheon	1900	261	4 959	9,1	804 437	
5	ATR	ATR-42	90	4 168	7,7	270 007	
6	Bombardier	Regional Jet	81	4 050	7,4	210 542	
7	ATR	ATR-72	56	3 584	6,6	157 029	
8	Jetstream	J31 / J32	168	3 192	5,9	401 159	
9	BAe	146/RJ85	24	2 008	3,7	47 234	
10	Jetstream		57	1 653	3,0	176 840	
11	Fairchild-Dornier	328	38	1 198	2,2	112 137	
	Total des principaux appareils de vol		1 404	45 742	84,0%	4 035 607	86,0%
	Total des autres appareils en service		700	8 707	16,0%	659 387	14,0%
	Total de l'industrie		2 104	54 449	100,0%	4 694 994	100,0%

Source : ©1998 AvStat Associates, pour la Regional Airline Association (RAA 1998 Annual Report)

D'autre part, Saab Aircraft offre également sur le marché, depuis 1994, le modèle d'avion de transport régional à turbopropulsion Saab 2000 de 50 à 58 places que l'avionneur suédois qualifie d'ailleurs de « JetProp », en raison du fait que l'appareil est équipé de deux turbopropulseurs hautement performant d'une puissance sur l'arbre de 4 152 shp chacun ; ce qui permet, à ce moment-là, au Saab 2000 d'atteindre une vitesse de croisière maximale de 370 noeuds à 9 450 m d'altitude (FL 310 ou 31 000 pi) ; rivalisant ainsi fièrement avec certains modèles d'avions régionaux équipés de turboréacteurs, tels les biréacteurs de 50 sièges Regional Jet de Canadair de séries 100

et 200 (CRJ-100 et CRJ-200) et le jet régional ERJ-145 d'Embraer, comme nous allons le voir de façon plus détaillée un peu plus loin à la section 3.2. En dépit de ses mérites technologiques, le succès commercial de cet appareil est plutôt mitigé, si l'on tient compte du fait que seulement 67 appareils Saab 2000 avaient été commandés, en août 1998, dont la majorité chez deux seuls clients uniquement, à savoir, d'une part, 34 appareils chez le transporteur régional Crossair de Suisse qui est d'ailleurs le client de lancement des modèles Saab 340 et Saab 2000 et ce, en plus d'être le plus important client européen de Saab Aircraft qui opérait, en outre, 14 appareils Saab 340 lors du recensement de 1998 de la revue britannique Flight International (World Airliner Census, 18 - 24 Nov. 1998) ; auxquels s'ajoutent, d'autre part, 9 autres appareils Saab 2000 qui étaient en service, à ce moment-là, chez le transporteur REGIONAL Airlines de France. Par contre, celui-ci s'apprêtait, semble-t-il, à se départir de ses appareils Saab 2000 de Saab Aircraft pour lesquels deux autres transporteurs régionaux s'étaient déjà montrés fort intéressés (Business Air et CityJet) et ce, afin de standardiser ses opérations autour du jet régional de 50 places ERJ-145 d'Embraer, affirme à ce sujet le transporteur REGIONAL Airlines de France (Flight, Jan. 28, 1998, p. 13).

D'ailleurs, à ce propos, en avril 1998, le transporteur régional CityJet qui est basé à Dublin en Irlande avait déjà procédé à l'acquisition de 3 de ces appareils Saab 2000 que le transporteur REGIONAL Airlines louait à Saab Aircraft Credit (Flight, April 1, 1998, p. 11). Enfin, soulignons qu'en décembre 1997, lorsque l'avionneur suédois Saab Aircraft annonça son intention de se retirer complètement de la production d'avions régionaux à turbopropulsion, le carnet de commandes du Saab 2000 s'élevait à seulement 15 appareils (AW&ST, Dec. 22, 1997, p. 12). Enfin, comme plusieurs autres[65] constructeurs aéronautiques qui offrent à leur clientèle une grande variété de services de financement, de crédit-bail et de gestion des actifs en matière de matériels volants, il est estimé que Saab Aircraft AB est, en fait, propriétaire par le biais de sa division Saab Aircraft Credit, de quelque 300 des 455 appareils Saab 340 qui étaient en service commercial dans le monde,

[65] Citons, entre autres, British Aerospace Asset Management Turboprops (AMT) et British Aerospace Asset Management Jets (AMJ) ; puis la Division Business JetSolutions de Bombardier Aéronautique qui est ici une coentreprise avec AMR Combs des États-Unis et qui offre à leur clientèle d'avions d'affaires le programme FlexJet de multipropriété. À titre indicatif du volume d'affaires qui peut potentiellement être généré par ce genre de services à l'aviation, BAe Asset Management Jets (AMJ) a réalisé, en 1996, un chiffre d'affaires de 320 millions $US (B/CA, March 1997, p. C4).

en août 1998 ; puis il est estimé qu'il est aussi propriétaire de la majorité des appareils Saab 2000 qui étaient eux aussi en service commercial à ce moment-là.

D'ailleurs, à ce sujet, British Aerospace Asset Management (BAeAM) qui gère une flotte de 454 appareils (p. ex., RJ ; BAe 146 ; J41 ; J31 ; et ATP), serait fortement intéressé à prendre une participation de 35% dans Saab pour un montant de 450 millions $US afin de consolider sa position dans le domaine de la gestion des actifs en matière de matériels volants (Flight, May 6, 1998, p. 4). Donc, pour clore sur le cas de l'avionneur suédois Saab Aircraft, il importe de souligner ici le fait que même si celui-ci envisage de cesser définitivement toute sa production d'avions régionaux vers la mi-1999, il entend néanmoins maintenir son support à sa clientèle et la fourniture des pièces de rechange pour la flotte des appareils Saab 340 (versions A et B) et Saab 2000 qui s'élèvera à plus de 500 appareils à la terminaison de ses activités de production à la mi-1999 et ce, à plus forte raison puisqu'il possède lui-même la majorité des appareils Saab 340 et Saab 2000 qui sont actuellement en service commercial dans de nombreux pays à travers le monde.

3.1.4.4 Entrée et sortie d'un nouveau consortium européen

Nonobstant ces quatre événements marquants dans le secteur de l'aviation régionale européenne, à savoir : (1) la faillite de l'avionnerie néerlandaise Fokker Aircraft BV ; puis ensuite (2) le retranchement du Groupe allemand Daimler-Benz Aerospace (DASA) du secteur de l'aviation régionale après y avoir englouti 2,6 milliards $US dans les avionneries Fokker et Dornier (Interavia, March 1997, p. 35) ; de même (3) que le passage du constructeur aéronautique allemand Dornier sous le contrôle de la Société Fairchild Aerospace des États-Unis ; et enfin (4) le retrait éminent de l'avionneur suédois Saab Aircraft AB de ce secteur d'activité ; l'aviation régionale européenne en n'était pas encore rendue au bout de ses peines. En effet, en janvier 1996, les avionneurs régionaux de France, d'Italie et du Royaume-Uni décidèrent de regrouper leur force en commun en matières de marketing, de ventes et de support à la clientèle dans un nouveau consortium appelé AI (R), soit l'acronyme pour Aero International (Regional), dont le siège-social était situé à Toulouse en France qui est le château fort du consortium européen Airbus Industrie (Interavia, July 1995, p. 9). Mais

voilà que, deux ans plus tard, en janvier 1998, l'avenir de ce consortium fut sérieusement remis en question, tant et si bien qu'en juillet 1998, le consortium européen Aero International (Regional) fut complètement démantelé par ceux-là même qui l'avait constitué. Examinons la courte histoire du consortium AI (R) qui a alimenté deux ans durant l'actualité dans le secteur de l'aviation régionale.

Lors de sa constitution en janvier 1996, le consortium franco-italo-britannique était formé à parts égales de trois partenaires principaux, à savoir : (1) Aerospatiale de France ainsi que (2) Alenia Aerospazio/Finmeccanica d'Italie (antérieurement Aeritalia) qui, ensemble, forment depuis 1981 un Groupement d'Intérêt Économique (GIE) ou une coentreprise : Avions de Transport Régional (ATR). Cette coentreprise franco-italienne est connue, entre autres, pour sa gamme d'appareils ATR 42 et ATR 72 qui avaient déjà été commandés, en août 1998, à plus de 562 exemplaires (341 ATR 42 et 221 ATR 72) ; lesquels appareils figurent d'ailleurs parmi les plus fiers compétiteurs de la gamme des appareils Dash 8Q de l'avionnerie de Havilland. Et enfin, le troisième partenaire principal de l'ex-consortium européen AI (R) était (3) British Aerospace Regional Aircraft (BARA) qui, en fait, regroupe les activités de British Aerospace (BAe) au niveau des avions régionaux. Ces activités sont surtout regroupées autour (1) du constructeur aéronautique Avro International Aerospace du Royaume-Uni qui est une division de British Aerospace Regional Aircraft (BARA) ; puis ensuite (2) du constructeur aéronautique écossais Jetstream Aircraft Limited qui était, pour sa part, une filiale de British Aerospace plc avant la fermeture de ses installations de fabrication par l'ex-consortium européen AI (R), comme nous allons le voir d'ici peu. En fait, pour certains partenaires de ce nouveau consortium Aero International (Regional) dont, entre autres, Aerospatiale de France et British Aerospace (BAe) du Royaume-Uni qui, incidemment, sont aussi partenaires du consortium[66] européen Airbus Industrie qui, rappelons-le, est le deuxième plus important fabricant au monde d'avions commerciaux de type gros porteur ; il s'agissait pour eux d'une occasion de consolider leur position concurrentielle dans le marché des avions régionaux qui est en croissance rapide.

[66] Airbus Industrie est un consortium d'entreprises européennes constitué d'Aerospatiale de France (37,9%) ; Daimler-Benz Aerospace Airbus d'Allemagne (37,9%) ; British Aerospace plc du Royaume-Uni (20%) ; et enfin, CASA d'Espagne (4,2%). Les activités du consortium Airbus Industrie sont surtout basées à Toulouse en France.

Cette rationalisation de l'aviation régionale en France, en Italie et au Royaume-Uni a eu pour effet, entre autres, la fermeture définitive de toute la production britannique d'avions régionaux à turbopropulsion qu'assumait, jusqu'à ce moment-là, le constructeur aéronautique écossais Jetstream Aircraft, dont le dernier modèle en production en série était le modèle Jetstream J41 de 30 places. Bien que ce modèle Jetstream J41 ait déjà été commandé à plus de 100 exemplaires ; British Aerospace disait perdre en moyenne un million de livres sterling par appareil (environ 2,4 millions $US) pour lequel le prix de liste se situait aux alentours de 4 millions de livres sterling, soit l'équivalent de 9,5 millions $US (Flight, June 4, 1997, p. 3). En plus d'avoir eu à assumer une marge déficitaire sur la vente des appareils Jetstream J41 qui étaient fabriqués par sa division écossaise Jetstream Aircraft Limited ; British Aerospace a dû radier de ses états financiers 250 millions de livres sterling (600 millions $US) pour la fermeture définitive des activités de Jetstream Aircraft Ltd (Interavia, June 1997, p. 12). Cette rationalisation des activités a eu également pour effet la mise au rancart de certains modèles d'avions régionaux à réaction, dont le jet régional RJ70 d'Avro et pour cause, puisqu'il s'agit ici d'un avion de transport régional de 70 sièges qui est équipé non pas de deux, mais de quatre turboréacteurs ; ce qui en fait un grand consommateur de carburant par rapport à sa capacité d'embarquement qui est de 70 à 82 sièges de passagers, dépendant du schéma d'aménagement intérieur. Faut dire aussi que depuis sa mise en service commercial en 1992, le constructeur aéronautique Avro International Aerospace avait réussi à vendre tout au plus une douzaine de ses appareils RJ70 ; ce qui est loin d'être un succès commercial.

Nonobstant cette situation problématique, suite au démantèlement du consortium Aero International (Regional) en juillet 1998, le constructeur aéronautique Avro International Aerospace et sa société-mère, British Aerospace Regional Aircraft (BARA), décidèrent de réintégrer le modèle RJ70 dans leur offre de produits aéronautiques qui ne comprenait plus que deux seuls modèles (le RJ85 et le RJ100), en soulignant cependant que l'appareil sera fabriqué sur commande uniquement. Par contre, les modèles RJ85 et RJ100 semblent bénéficier d'un peu plus de succès sur les marchés desservis. En mars 1998, les appareils RJ85 et RJ100 d'Avro avaient déjà été commandés à 80 et 49 exemplaires, respectivement ; dont 53 appareils RJ85 et 37 appareils RJ100 avaient déjà été livrés, à ce moment-là (AI (R), site Internet, avril 1998). D'ailleurs, le transporteur régional Mesaba

Airlines qui est basé à Minneapolis aux États-Unis et qui est contrôlé à 29,7% par le transporteur régional Northwest Airlink, commanda en juillet 1997, 24 nouveaux appareils RJ85 d'Avro ; ce qui représente, dans les faits, la plus importante commande nord-américaine jamais enregistrée par le constructeur aéronautique Avro International Aerospace du Royaume-Uni. En réalité, ce qui va se passer, c'est que Mesaba Airlines achète les appareils RJ85 d'Avro, puis les loue par la suite sous forme de location-exploitation au transporteur régional Northwest Airlink qui les utilisera sous la bannière Northwest Jet Airlink (AW&ST, May 12, 1997, p. 52). Précisons ici que Northwest Airlink est aussi le plus important client de la gamme des appareils RJ d'Avro avec une flotte de 36 appareils RJ85. Soulignons ici que la famille des appareils RJ d'Avro, aussi appelés "Avroliner", à savoir les modèles RJ70, RJ85, RJ100 sont, en fait, les successeurs de la famille des appareils BAe 146 de séries 100, 200 et 300 qui, ensemble, ont été le plus important succès commercial de British Aerospace avec plus de 250 appareils commandés (Interavia, July 1995, p. 10). Les appareils de la famille RJ d'Avro et celle qui l'a précédée (BAe 146), sont facilement reconnaissables aux quatre turboréacteurs AlliedSignal qui sont montés sous les ailes des appareils qui sont tous conçus avec des ailes hautes ; ce qui est ici une conception nettement différente du Regional Jet de Canadair et du jet régional ERJ-145 d'Embraer qui sont tous les deux conçus avec des ailes basses et deux seuls turboréacteurs qui sont montés au niveau du tronçon arrière du fuselage de l'appareil, plutôt que sous les ailes de l'appareil.

Suite à sa création, en janvier 1996, le nouveau consortium AI (R) a pendant longtemps été à la recherche de nouveaux moyens pour consolider sa position concurrentielle dans le marché des avions régionaux. En effet, pendant plus de deux ans, le consortium européen a sérieusement étudié la possibilité de développer une nouvelle famille de produits appelée AI(R)JET, dont l'apparence aurait été similaire aux bimoteurs Regional Jet de Canadair et ERJ-145 d'Embraer, c'est-à-dire avec des ailes basses et deux seuls turboréacteurs, plutôt que quatre, comme c'est le cas présentement pour tous les appareils RJ d'Avro, lesquels auraient été montés au niveau du fuselage arrière de l'appareil plutôt que sous les ailes de l'appareil et ce, d'après les premiers dessins d'artistes qui ont été proposés, à ce moment-là, par le consortium AI (R). Le premier né de cette nouvelle famille d'avions régionaux à réaction aurait été un biréacteur de 70 places qui fut désigné sous l'appellation

commerciale AI(R) 70 ; lequel modèle aurait pu faire son entrée sur le marché dès l'an 2001. Le problème, c'est que le coût de développement de cette nouvelle famille d'avions régionaux à réaction était estimé à 1,2 milliard $US 1995 ; ce qui, somme toute, est un investissement considérable, compte tenu du fait que le coût développement du Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 places est estimé à 478 millions $US ; puis que le coût développement du nouvel appareil de 70 à 78 places 728JET de l'avionneur américano-germanique Fairchild-Dornier est estimé à 500 millions $US. L'avionneur brésilien Embraer croit pouvoir développer un biréacteur de 70 places (ERJ-170) et un biréacteur de 90 places (ERJ-190) pour un montant total de 750 millions $US, comme nous l'avons déjà souligné précédemment (AW&ST, Feb. 15, 1999, p. 18). De ce montant de 1,2 milliard $US, le consortium AI (R) aurait cependant demandé une contribution de 50% de la part de ses futurs partenaires d'affaires ; ce que d'ailleurs la plupart des constructeurs aéronautiques ont de plus en plus tendance à effectuer pour partager les risques d'un tel projet (B/CA, Aug. 1997, p. C3).

Revirement important, le consortium franco-italo-britannique AI (R) décida finalement, en décembre 1997, d'abandonner un tel projet de développement (B/CA, Jan. 1998, p. 46). Parmi les différentes raisons invoquées, à ce moment-là, pour justifier une telle décision, il y avait le fait que le partenaire britannique du consortium, à savoir British Aerospace (BAe) aurait, semble-t-il, refusé l'idée de partager le coût de développement de 1,2 milliard $US 1995 de ce nouvel appareil AI(R) 70, alors que le partenaire italien Alenia Aerospazia suggérait plutôt de reporter à plus tard la décision d'aller de l'avant devant le refus de British Aerospace. En réalité, le seul partenaire du consortium AI (R) qui voulait procéder sans plus tarder avec ce projet de développement, était Aerospatiale de France (Flight, Feb. 4, 1998, p. 39). Or, puisque l'une des principales raisons d'être du consortium européen Aero International (Regional) était justement de consolider la position concurrentielle des partenaires sur le marché des avions régionaux en développant, notamment, une nouvelle famille d'avions régionaux à réaction ; le projet ayant échouer, certains partenaires du consortium AI (R) dont, entre autres, Aerospatiale de France et Alenia d'Italie qui, ensemble, forment la coentreprise Avions de Transport Régional (ATR), ne voyaient donc plus d'intérêt à poursuivre conjointement leurs activités de ventes et de marketing au sein de ce consortium qui, finalement, fut démantelé en juillet 1998 en ses parties constituantes. Par ailleurs, cela ne signifie pas pour autant que le projet

de développement d'un nouvel avion de transport régional à réaction soit complètement abandonné, car la coentreprise franco-italienne Avions de Transport Régional (ATR) envisage sérieusement la possibilité de développer elle-même ou en partenariat avec d'autres ce nouvel appareil. D'ailleurs, parmi les partenaires d'affaires potentiels, la Société brésilienne Embraer s'était montrée intéressée par cette idée. Au moment d'écrire ces lignes, aucune décision n'avait encore été prise à savoir si la coentreprise Avions de Transport Régional allait développer ce nouvel avion de transport régional à réaction de 70 places désigné AIRJET ou si la Société Embraer allait développer son propre avion de transport régional à réaction de 70 places, le ERJ-170, ou encore, s'associer à la coentreprise ATR. Enfin, pour clore sur ce sujet, soulignons en dernier lieu un autre changement structurel et organisationnel important à venir. En effet, plusieurs analystes de l'industrie aéronautique civile croient que le constructeur aéronautique Aerospatiale de France sera privatisé prochainement et que le consortium européen Airbus Industrie, qui génère plus de 75% des revenus d'Aerospatiale, sera réorganisé sous forme d'une entreprise autonome (SCE : Single Corporate Entity) plutôt que de demeurer sous sa forme actuelle de consortium (AW&ST, Jan. 18, 1999, p. 39). Voilà donc pour ce bref aperçu des enjeux actuel et futurs dans le secteur de l'aviation régionale.

3.1.5 Domaine d'étude

Malgré l'intérêt que puisse susciter un sujet d'étude de cas comme celui du Regional Jet de Canadair de 50 places, il convient néanmoins de préciser que ce travail de recherche n'est pas une thèse en aéronautique, non plus qu'une étude de cas spécifique de la firme Bombardier, ni une étude sectorielle de l'aviation régionale et ce, non pas parce que l'une ou l'autre de ces orientations n'aurait pas été intéressante, mais pour les trois raisons principales suivantes. Premièrement, parce que le domaine d'étude de la présente est celui du management de la technologie et non celui de l'aéronautique ; puis, deuxièmement, parce que le cas de la Société Bombardier Inc. a déjà fait l'objet d'une étude antérieure de la part, entre autres, de Tremblay (1994) ; et enfin, troisièmement, parce qu'une étude sectorielle a elle aussi déjà été effectuée par le passé, entre autres, par Industrie Canada (Direction générale de l'Aérospatiale et de la Défense). La vue d'ensemble de cette étude intitulée Les aéronefs et les pièces d'aéronef. Partie 1 : Vue d'ensemble et perspectives

(Industrie Canada, 1996) a été publiée dans la série "Cadres de compétitivité sectorielle" que produit Industrie Canada en association avec les principales parties intéressées de cette industrie au Canada ; alors que l'étude proprement dite est disponible, entre autres, sur le site Internet de Strategis d'Industrie Canada (http://strategis.ic.gc.ca. SIC 3211 : Industrie des aéronefs et des pièces d'aéronef. Analyse fondamentale). Soulignons aussi que certaines questions concernant le secteur de l'aéronautique et de l'aérospatiale au Québec ont déjà fait l'objet d'études antérieures, telles les questions de la sous-traitance et de la compétitivité (Lefebvre et al., 1993), de même que certaines questions portant sur le marché de l'Asie-Pacifique (Lefebvre et al., 1997), pour ne citer ici que quelques exemples d'études récentes.

3.1.6 Analyse comparative

Tel qu'indiqué à maintes reprises auparavant, notre étude de cas vise à illustrer un aspect particulier du concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous voulons développer dans la présente de façon analytique ou descriptive, à savoir le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits offerts sur le marché, en particulier au niveau des caractéristiques comme telles desdits produits et du mix de celles-ci. Pour illustrer cet aspect particulier du "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous voulons mettre en lumière, il est sûrement souhaitable, mais sans doute pas nécessaire, à notre avis, d'analyser en détail la gamme complète de tous les produits d'une entreprise, ainsi que toutes les caractéristiques qui peuvent être utilisées pour décrire chacun desdits produits, de même que le mix ou la configuration de celles-ci dans chacun desdits produits de l'entreprise. C'est pourquoi nous avons pris le parti, dès le départ, de centrer notre attention et notre étude de cas sur un produit et une entreprise en particulier, soit le Regional Jet de Canadair de 50 places et, plus spécifiquement, l'avion de transport régional CRJ-200ER de Canadair ; compte tenu de la disponibilité des données concernant les caractéristiques de cet appareil qui est entré en service commercial en 1996 chez le transporteur autrichien Tyrolean Airways. Par ailleurs, comme nous l'avons déjà stipulé en introduction, pour jauger de l'importance "stratégique" du potentiel de l'avionnerie Canadair qui est ainsi "révélé" au niveau de ce produit en particulier (CRJ-200ER), nous

ne pouvons procéder de manière absolue en isolant complètement le Regional Jet de Canadair de son contexte, puis analyser ses caractéristiques sans aucune référence aux caractéristiques des autres produits concurrents présents sur le marché. Dès lors, il est impératif, selon nous, de procéder au moyen d'une analyse comparative des avions régionaux qui se trouvent en concurrence directe avec le biréacteur Regional Jet de Canadair de 50 places, tel le jet régional de 50 places ERJ-145 d'Embraer qui est son principal rival ; puis qui se retrouvent aussi, jusqu'à un certain point, en concurrence indirecte avec celui-ci, tels les avions régionaux à turbopropulsion qui se trouvent à proximité de la catégorie des avions régionaux à réaction de 50 sièges, incluant la gamme des appareils Dash 8Q de l'avionnerie de Havilland qui se retrouvent eux aussi, d'une certaine façon, en concurrence virtuelle et parfois réelle avec le biréacteur Regional Jet de Canadair pour l'obtention des nouvelles commandes, en particulier le Dash 8Q-300 de 50 places. Cela étant dit, la question est maintenant de savoir quels sont les avions régionaux qui sont en concurrence avec le Regional Jet de Canadair de 50 places.

3.1.6.1 Marché des avions régionaux

En général, le marché des avions régionaux couvre les appareils allant jusqu'à 90, parfois jusqu'à 120 sièges de passagers (selon la source d'information), seuil au-delà duquel nous nous situons plutôt dans le marché de l'aviation commerciale dont les deux principaux acteurs actuels sont, du côté de l'offre, les constructeurs aéronautiques The Boeing Company de Seattle dans l'État de Washington qui, rappelons-le, a fusionné avec le constructeur aéronautique McDonnell Douglas ; puis le consortium européen Airbus Industrie qui est basé à Toulouse en France ; alors que du côté de la demande, les principaux acteurs dans le marché de l'aviation commerciale sont généralement les transporteurs aériens nationaux et/ou internationaux comme, par exemple : Air Canada ; Canadian Airlines ; Air France ; British Airways ; Lufthansa ; KLM ; Suissair ; Delta Air Lines ; American Airlines ; etc. ; pour n'en nommer ici que quelques-uns.

Le secteur de l'aviation commerciale est régi par des organisations ou des associations qui sont différentes de celles que l'on retrouve, en général, dans le secteur de l'aviation régionale. Citons, entre autres, l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) et l'Association du transport aérien international (IATA : International Air Transport Association) qui ont toutes les deux leur siège social mondial à Montréal. Par ailleurs, il convient de souligner ici que plusieurs des transporteurs nationaux ou internationaux susmentionnés ont souvent des activités dans le secteur du transport régional de passagers et ce, soit en possédant en tout ou en partie le capital-actions d'un transporteur régional, ou encore, en procédant par la voie de franchisés comme le fait, par exemple, la compagnie aérienne British Airways avec plusieurs transporteurs régionaux tel Maersk Air de Birmingham en Angleterre qui affrète plusieurs appareils Regional Jet de Canadair, puis les transporteurs British Regional Airlines (BRAL), CityFlyer Express, et enfin British Midland qui opère, pour sa part, plusieurs appareils ERJ-145 d'Embraer, pour ne citer ici que quelques exemples de franchisés de British Airways (Flight, March 25, 1998, p. 3).

Notons qu'aux États-Unis, la formule des franchisés est un peu moins populaire qu'en Europe. Par contre, ce qui est populaire aux États-Unis, en raison notamment de la configuration de leur réseau aérien en forme d'étoile à partir d'une plaque tournante (hub and spokes), c'est la formule dite « Code Sharing » selon laquelle les transporteurs régionaux s'associent avec une ou plusieurs compagnies aériennes (p. ex., le transporteur régional Comair et la compagnie aérienne Delta Air Lines) pour effectuer les correspondances des passagers vers des destinations qui sont non desservies par ces compagnies aériennes, comme nous l'avons vu plus tôt au tableau 3.3. Fait à souligner, Air Canada est sans doute l'une des seules compagnies aériennes d'envergure nationale et/ou internationale à exploiter elle-même le Regional Jet de Canadair de 50 places qui fut d'ailleurs désigné CL-65 à un certain moment chez Air Canada ; la majorité des exploitants du Regional Jet de Canadair étant des transporteurs régionaux qui sont, soit : (1) indépendants ; soit (2) affiliés à une compagnie aérienne nationale et/ou internationale (p. ex., Comair Inc. Delta Connection) ; ou soit (3) des franchisés d'une compagnie aérienne nationale et/ou internationale (p. ex., Maersk Air qui est l'un des nombreux franchisés de British Airways).

D'autre part, certains constructeurs d'avions régionaux dont, entre autres, Bombardier Aéronautique, préfèrent limiter le marché des avions régionaux aux catégories d'appareils de 20 à 90 sièges de passagers et ce, afin de calculer leur part de marché respective, comme nous allons le voir de façon détaillée à la prochaine section 3.2. Par ailleurs, à l'intérieur de cet éventail d'appareils de 20 à 90 sièges, les avions régionaux se regroupent en catégories selon le nombre de sièges, comme nous l'avons vu précédemment à la figure 3.3 qui faisait état des prévisions de livraisons d'avions régionaux pour la période 1997-2016. Ainsi, nous retrouvons les catégories suivantes : (1) la catégorie des appareils de 15 à 19 sièges ; puis (2) la catégorie des appareils de 20 à 39 sièges ; ensuite (3) la catégorie des appareils de 40 à 59 sièges dans laquelle se retrouve le Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-100/200) ; et enfin, nous avons (4) la catégorie des appareils de 60 à 90 sièges dans laquelle se retrouve, cette fois-ci, le nouvel appareil Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 places (CRJ-700), puis le nouvel appareil Dash 8Q de série 400 de de Havilland.

3.1.6.2 Liste des appareils pour fins d'analyse comparative

Ceci étant dit, pour nous donner une idée, dans un premier temps, des modèles d'avions régionaux qui, en principe, pourraient être en concurrence avec le Regional Jet de Canadair de 50 places ; puis, dans un second temps, pour nous aider à sélectionner les modèles d'avions régionaux qui feront partie de notre analyse comparative ; le tableau 3.8, dans les pages suivantes, nous brosse un portrait de quelques-uns des modèles d'avions régionaux qui sont présentement en service commercial quelque part dans le monde, qu'ils soient ou non encore en production en série ; puis, du même coup, ce tableau nous brosse un portrait de quelques-uns des nouveaux modèles d'avions régionaux qui sont présentement au stade de développement (p. ex., le Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 places), ou encore, qui sont au stade de projet (p. ex., le nouvel avion de transport régional de 88 à 108 places BRJ-X de Bombardier ; le nouveau jet régional de 70 places d'Embraer, soit le ERJ-170 ; etc.). Figurent aussi dans ce tableau 3.8 certaines données de marché, tel le nombre d'exemplaires qui avait été commandé par modèle ou série d'appareils en août 1998 ou à la date spécifiée dans le tableau ; ce qui, bien entendu, est l'un des principaux indicateurs du succès commercial d'un modèle ou d'une série d'avion de transport régional. En fait, même si cette

donnée factuelle évolue très rapidement pour certains modèles ou séries d'appareils très populaires comme, par exemple, le Regional Jet de Canadair de 50 places, puis le jet régional ERJ-145 d'Embraer ; puis, qu'idéalement, il aurait sans doute été souhaitable d'avoir toutes les données à jour pour tous les modèles et séries d'appareils apparaissant dans ce tableau 3.8, cette donnée de marché, même incomplète et imparfaite, a tout de même son utilité. Cela nous permet de prendre acte, par exemple, du nombre d'unités qui a déjà été commandé d'un nouveau modèle d'appareil qui n'est pas encore en service commercial, soit parce qu'il est en développement (p. ex., le CRJ-700 de Canadair), soit parce qu'il est en cours d'essais en vol en vue de sa certification (p. ex., le Dash 8Q-400 de de Havilland ; le jet régional ERJ-135 d'Embraer ; le 328JET de Fairchild-Dornier).

Précisons ici que la date de mise en service d'un appareil est un facteur qui joue, d'une certaine manière, en faveur du nombre d'exemplaires commandés. C'est ainsi, par exemple, que le modèle Saab 340 de Saab Aircraft est un appareil qui est offert sur le marché depuis 1984. Or, le fait est qu'en 1997, il était encore une fois l'avion de transport régional le plus utilisé aux États-Unis en termes de sièges offerts ; ce qui correspond au nombre total d'appareils en service multiplié par le nombre de sièges offerts par appareil, comme nous l'avons vu précédemment au tableau 3.7. Hormis la date de mise en service d'un appareil qui, en général, suit de près la date de sa première certification, la date à laquelle la production d'un appareil a été discontinuée (p. ex., les appareils Shorts 330 et Shorts 360 de Short Brothers plc d'Irlande du Nord) ou s'apprête à être discontinuée prochainement (p. ex., les appareils Saab 340 et Saab 2000 de Saab Aircraft AB) est ici un autre indicateur révélateur du fait, entre autres, que l'appareil en question n'est plus véritablement en concurrence directe pour l'obtention des nouvelles commandes avec les modèles d'avions régionaux qui sont toujours en production en série ou qui s'apprêtent à entrer en production en série dans un avenir plus ou moins lointain, mais pour lesquels les commandes en carnet ont déjà commencé à s'accumuler, tels les deux nouveaux modèles d'avions régionaux de 70 places de Bombardier Aéronautique, soit (1) le Regional Jet de Canadair de série 700 et (2) le Dash 8Q de série 400 de de Havilland. Une fois que notre lecteur aura pris connaissance des informations contenues dans ce tableau 3.8 dans les pages suivantes, nous établirons par la suite, dans un second temps, la liste des avions régionaux sélectionnés dans la présente pour fins d'analyse comparative.

Tableau 3.8 Quelques avions régionaux dans les catégories d'appareils de 19 à 90 sièges.

CATÉGORIE D'APPAREIL (SIÈGES): MANUFACTURIER, pays d'origine • Modèle - Série	15-19 sièges	20-39 sièges	40-59 sièges	60-90 sièges	+90 sièges	Mise en service Début-Fin P (Prévu)	Nombre d'appareils commandés (août 1998)	REMARQUES
AIRTECH.* Coentreprise (50:50) entre CASA d'Espagne et IPTN d'Indonésie • CN-235			44			1986-	40**	*Aircraft Technology Industries **Avions civils seulement
ANTONOV, d'Ukraine • An-32			50			1977*-	-	*Vol inaugural
• An-38		26				1994*-	-	*Vol inaugural
• An-140			52-70			1997*-	-	*Vol inaugural
AVIONS DE TRANSPORT RÉGIONAL (ATR). Coentreprise* (GIE) franco-italienne • ATR 42 de séries 300, 320, 400 et 500			46-50			1985-	341	*Aerospatiale de France et Alenia Aerospazio d'Italie
• ATR 72 - de séries 200, 210 (A) et 500				66-69		1989-	221	
• AIRJET				70		P200X-		Projet seulement
BERIEV, de Russie • BE-200			49-64			P1999-	-	Prototype
THE BOEING COMPANY, des États-Unis • 717 (antérieurement MD-95) - de série 200					106	P1999*-	55	*Vol inaugural en septembre 1998 À être certifié
BOMBARDIER AÉRONAUTIQUE, du Canada • Regional Jet de Canadair - de séries 100 et 200 - en versions Standard, ER, LR			50			1992-	536*	*Mars 1999, dont 12 CRJ en version d'affaires
- de série 700				70		P2001-	96*	*Mars 1999. En développement
• BRJ-X - BRJ-X-90 - BRJ-X-110					88-108	P2003-		Projet à l'étude seulement

Tableau 3.8 (suite) Quelques avions régionaux dans les catégories d'appareils de 19 à 90 sièges.

CATÉGORIE D'APPAREIL (SIÈGES): MANUFACTURIER, pays d'origine • Modèle - Série	15-19 sièges	20-39 sièges	40-59 sièges	60-90 sièges	+90 sièges	Mise en service Début-Fin P (Prévu)	Nombre d'appareils commandés (août 1998)	REMARQUES
BOMBARDIER AÉRONAUTIQUE, du Canada (suite)								
• DE HAVILLAND Dash 8Q								
- de série 100 (A, B)		37-39				1984-	298*	*Décembre 1998
- de série 200 (A, B)		37-39				1995-	83*	*Décembre 1998
- de série 300 (A, B, E)			50-56			1989-	150*	*Décembre 1998
- de série 400				70-78		P1999-	30*	*Décembre 1998
• DE HAVILLAND Dash 7 - de séries 100 et 150			50			1977-19XX	113	Discontinué
• DE HAVILLAND DHC-6 (Twin Otter)	20					1965*- 1988	844	Discontinué *Vol inaugural
• Shorts 330 - de série 200		30				1974*- 19XX	139	Discontinué *Vol inaugural
• Shorts 360 - de série 300		36-39				1982- 1991	165	Discontinué
BRITISH AEROSPACE (BAe), du Royaume-Uni								
• BAe 146 - de séries 100, 200 et 300				70 à 122		1983-1993	219	Discontinué. Remplacé par la famille RJ d'Avro
• BAe 748			50			1960*- 1988	380	Discontinué *Vol inaugural
• BAC One-Eleven 475				89		1965-	232	
• Jetstream 31 (J31) Super Jetstream (J32)	19					1982-1993	382 + 64*	Discontinué *Version HP : High Performance
• Jetstream J41		29-30				1992-1997	100	Discontinué
ATP (Jetstream J61)				68-72		1988-1996	60	Discontinué
• Avro RJ70				70-82		1992*-	12**	Sur commande *Vol inaugural **Mars 1998
• Avro RJ85					85-100	1992*-	80**	*Vol inaugural **Mars 1998
• Avro RJ100					100-112	1992*-	49**	*Vol inaugural **Mars 1998

Tableau 3.8 (suite) Quelques avions régionaux dans les catégories d'appareils de 19 à 90 sièges.

CATÉGORIE D'APPAREIL (SIÈGES): MANUFACTURIER, pays d'origine • Modèle - Série	15-19 sièges	20-39 sièges	40-59 sièges	60-90 sièges	+ 90 sièges	Mise en service Début-Fin P (Prévu)	Nombre d'appareils commandés (août 1998)	REMARQUES
CASA, d'Espagne (Construcciones Aeronauticas S.A.)								
• C-212 (Aviocar) - de séries 100, 200, 300 et 400		26				1971*-	336	*Vol inaugural
EMBRAER, du Brésil (Empresa Brasileira de Aeronautica S.A.)								
• EMB-110 (Bandeirante)	19					1972-1990	500	Discontinué
• EMB-120 (Brasilia)		30				1985-	352	
• ERJ-145 (ER, LR)			50			1996-	207*	*Septembre 1998
• ERJ-135		37				P1999-	145*	*Septembre 1998 À être certifié
• ERJ-170				70		P2002-	-	Projet seulement
• ERJ-190					90	P2004-	-	Projet seulement
FAIRCHILD / DORNIER, des États-Unis et d'Allemagne								
• Do 228 - de séries 100, 200 et 212	19					1981-	243	Avenir incertain
• Do 328 - de séries 100 et 110		32-33				1993-	106	
• 328JET		32-34				P1999-	43*	*Décembre 1997
• 428JET			42-44			P200X-	-	Projet futur
• 528JET			55-63			P200X-	-	Projet futur
• 728JET				70-78		P2001-	-	Développement
• 928JET					90-100	P200X-	-	Projet futur
• METRO II / III / 23	19					1975-	609	

Tableau 3.8 (suite) Quelques avions régionaux dans les catégories d'appareils de 19 à 90 sièges.

CATÉGORIE D'APPAREIL (SIÈGES): MANUFACTURIER, pays d'origine • Modèle - Série	15-19 sièges	20-39 sièges	40-59 sièges	60-90 sièges	+90 sièges	Mise en service Début-Fin P (Prévu)	Nombre d'appareils commandés (août 1998)	REMARQUES
FOKKER AIRCRAFT* BV, des Pays-Bas								*FOKKER déclara faillite en mars 1996
• F27 / F-27 / FH-227			40-50			1955**-1985	787	Discontinué **Vol inaugural
• F28 - de séries Mk 1000, 2000, 3000 et 4000				65-85		1969-1987	241	Discontinué
• Fokker 50 / 60			46-58			1987-1996	212	Discontinué
• Fokker 70				79		1995-1996	46	Discontinué (Voir Rekkof)
• Fokker 100					107	1988-1996	280	Discontinué (Voir Rekkof)
ILYUSHIN DESIGN BUREAU, de Russie								
• IL-112			40			-	-	Développement
• IL-114				64		1998-	-	
IPTN, d'Indonésie (Industrie Pesawat Terbang Nusantara)								
• N-250 - de série 100				64-68		P20XX*-	20	*Certification prévue en 20XX Avenir incertain
HARBIN, de Chine								
• Y12 - de série I, II et IV	19					1985	-	
LET AERONAUTICAL WORKS, de la République Tchèque								
• L-410 et L-420	17-19					1993*-	1000+	*Vol inaugural
• L-610G			40			1992*-	-	*Vol inaugural À être certifié
RAYTHEON AIRCRAFT, des États-Unis								
• Beech 1900 - de séries C et D	19					1984-	578	

Tableau 3.8 (suite) Quelques avions régionaux dans les catégories d'appareils de 19 à 90 sièges.

CATÉGORIE D'APPAREIL (SIÈGES): MANUFACTURIER, pays d'origine • Modèle - Série	15-19 sièges	20-39 sièges	40-59 sièges	60-90 sièges	+90 sièges	Mise en service Début-Fin P (Prévu)	Nombre d'appareils commandés (août 1998)	REMARQUES
REKKOF RESTART NV, des Pays-Bas								Pourrait reprendre les activités de production de Fokker Aircraft
• Fokker 70				79-80		P200X-		
• Fokker 100					107-122			
•								
ROMAERO, de Roumanie								
• Romaero 1-11 - de séries 475 et 560					89 à 104	1982*-19XX	9	Discontinué *Vol inaugural
SAAB AIRCRAFT AB, de Suède								
• Saab 340 (A, B et B Plus)		33-37				1984-P1999*	455	*Modèle sera discontinué à la mi-1999
• Saab 2000			50-58			1995-P1999*	67	*Modèle sera discontinué à la mi-1999
XI'AN AIRCRAFT, de Chine								
• Y-7* - de séries 100, 200 et 500			56-60			1984-	70	*Version chinoise de l'appareil An-24
YAKOLEV DESIGN BUREAU, de Russie								
• Yak-40		23-34				1966*-1980	1200	Discontinué *Vol inaugural

Source : Multiple, dont les manufacturiers des appareils ; la revue britannique Flight International (Commercial Aircraft of the World Directory. Part 1 : Regional Jets and Turboprops, 12 -18 August 1998 ; World Airliner Census, 18 -24 November 1998) ; puis, compilation des données par l'auteur.

Prenant acte de cette liste non exhaustive des avions régionaux qui sont présentement en circulation dans le monde, qui l'ont déjà été ou qui projettent de l'être incessamment, mais pour lesquelles, cependant, les données concernant leurs caractéristiques étaient disponibles au moment de la cueillette des données qui s'est déroulée en grande partie en 1997 ; puis mises en jour à la fin

de 1998 et au début de 1999 dans le cas du Regional Jet de Canadair ; dès lors les appareils sélectionnés dans la présente pour fins d'analyse comparative dans la catégorie des appareils de 40 à 59 sièges sont les suivants : d'abord (1) le Regional Jet de Canadair et, plus spécifiquement, la plus récente série 200 offerte en version ER (Extended Range), c'est-à-dire à rayon d'action étendu (CRJ-200ER) ; puis son principal concurrent, à savoir (2) le jet régional ERJ-145ER qui est lui aussi offert en version ER ; (3) le biturbopropulseur Saab 2000 du constructeur aéronautique suédois Saab Aircraft qui se veut quelque peu en concurrence avec les avions régionaux à réaction de 50 sièges ; auxquels s'ajoutent deux autres biturbopropulseurs de 50 sièges, soit (4) le Dash 8Q de série 300 de de Havilland, en particulier la version B ; puis son principal concurrent dans cette catégorie d'appareils, à savoir (5) l'appareil ATR 42 de 48 places d'Avions de Transport Régional (ATR) et, plus spécifiquement, la plus récente version améliorée de série 500 (ATR 42-500).

Fait également partie des avions régionaux figurant dans la catégorie des appareils de 40 à 59 sièges qui sont présentement en service commercial, bien que récemment discontinué, (6) le modèle Fokker 50 du constructeur aéronautique néerlandais Fokker Aircraft qui fit faillite en mars 1996, mais que certains entrepreneurs tentent de faire renaître de ses cendres (Rekkof Restart), comme nous l'avons souligné auparavant ; auquel nous ajoutons (7) le modèle CN-235 de 44 sièges d'AIRTECH qui, en fait, est une coentreprise entre le constructeur aéronautique CASA d'Espagne et IPTN d'Indonésie, puisque les données de cet appareil étaient disponibles en 1997.

Sont exclus de la liste, les avions régionaux de 50 places des constructeurs aéronautiques qui semblent plus réservés face au commerce international ou qui préfèrent plutôt concentrer leurs activités sur leur marché intérieur ou domestique comme, par exemple, les avionneurs de la Russie et de l'Ukraine (p. ex., Beriev, Ilyushin, Yakolev, Antonov), ou encore, ceux qui font partie de certains pays du Bloc de l'Est ou de l'Europe Centrale comme, par exemple, Aero Vodochody de la République Tchèque, ou encore, qui font partie de la Chine (p. ex., XI'AN Aircraft). Dans les faits, il y a très peu, sinon aucun avion de transport régional de ces constructeurs aéronautiques qui soit en service commercial en Amérique du Nord, ou encore, qui fasse partie de l'association européenne de l'aviation régionale ERA (European Regions Airline Association). D'ailleurs, dans les données de

marché qui ont été cumulées et publiées par la Division Avions de transport régional de Bombardier Aéronautique dans sa revue Regional Update en ce qui a trait, entre autres, aux parts de marché respectives des principaux constructeurs aéronautiques, ces manufacturiers des pays étrangers ne faisaient pas partie des données, comme nous allons le voir d'ici peu (RU, Jan./Feb. 1998).

Par ailleurs, afin d'illustrer de manière encore plus éloquente la façon avec laquelle le Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) se distingue des avions régionaux des autres catégories, nous allons donc inclure dans notre liste pour fins d'analyse comparative, certains avions régionaux qui se trouvent à proximité de la catégorie des appareils de 40 à 59 sièges, dont la catégorie suivante, soit les appareils de 60 à 90 sièges et, plus spécifiquement, les deux nouveaux avions régionaux de Bombardier Aéronautique qui sont présentement en cours de développement ou d'essais en vol, à savoir : (1) le Regional Jet de Canadair de série 700 ; puis (2) le Dash 8Q de série 400 de de Havilland. Figurent aussi dans cette catégorie d'avions régionaux de 60 à 90 sièges (3) l'avion de transport régional ATR 72 de 66 places de la coentreprise franco-italienne Avions de Transport Régional (ATR) et, plus spécifiquement, la plus récente version améliorée de série 210A. Et enfin, nous avons inclus (4) le jet régional de 70 places RJ70 d'Avro qui, en principe, est supposé être discontinué, mais que le fabricant dit cependant pouvoir le fabriquer sur commande uniquement. Notre analyse comparative nous permettra, entre autres, de mettre en lumière les différences importantes entre le biréacteur Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 places (CRJ-700) et le jet régional RJ70 d'Avro qui, rappelons-le, est muni de quatre turboréacteurs.

Puis, pour illustrer de manière encore plus éloquente la façon avec laquelle le Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) se distingue des avions régionaux des autres catégories, nous allons inclure dans notre liste pour fins d'analyse comparative certains avions régionaux qui se trouvent dans la catégorie précédente, soit les appareils de 20 à 39 sièges et, plus spécifiquement, les avions régionaux à turbopropulsion Dash 8Q de séries 100 et 200 de de Havilland, en particulier la version B ; auquel nous ajoutons le modèle Saab 340 (version B) du constructeur aéronautique suédois Saab Aircraft qui sera discontinué à la mi-1999 ; mais qui était encore, en 1997, l'avion de transport régional le plus utilisé aux États-Unis en terme du nombre total de sièges offerts.

Sont exclus de notre liste les appareils qui sont présentement à l'étape de projet et pour lesquels les données concernant leurs caractéristiques n'étaient pas disponibles ou qui étaient trop préliminaires au moment de la cueillette de nos données comme, par exemple, le nouveau jet régional de 37 places ERJ-135 d'Embraer ou le nouveau jet régional de 34 places 328JET de Fairchild-Dornier.

Donc, en résumé, c'est une quinzaine d'avions régionaux qui ont été sélectionnés dans la présente pour fins d'analyse comparative, soit les quatre avions régionaux à réaction suivants : le CRJ-200ER de Canadair (cas à l'étude) et son principal rival, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer ; le nouvel appareil CRJ-700 de Canadair ; et le jet régional de 70 places RJ70 d'Avro qui est offert sur commande uniquement ; auxquels nous ajoutons les dix avions régionaux à turbopropulsion suivants : les quatre appareils biturbopropulsés de la gamme Dash 8Q de de Havilland, soit les appareils : Dash 8Q-100B ; Dash 8Q-200B ; Dash 8Q-300B ; et le nouvel appareil Dash 8Q-400 ; puis le Fokker 50 (maintenant discontinué) de Fokker Aircraft ; les deux modèles Saab 340B et Saab 2000 de Saab Aircraft qui seront tous deux discontinués à la mi-1999 ; ensuite les appareils ATR 42-500 et ATR 72-210A de la coentreprise franco-italienne Avions de Transport Régional ; et enfin le CN 235 de 44 places d'AIRTECH qui, rappelons-le, est une coentreprise à parts égales (50:50) entre les constructeurs aéronautiques CASA d'Espagne et IPTN d'Indonésie que nous avons inclus dans notre liste en raison du fait que les données étaient disponibles en 1997, même si en réalité le Regional Jet de Canadair de 50 places n'est pas véritablement en concurrence directe avec ce modèle d'appareil pour l'obtention de nouvelles commandes.

Voilà ce qui complète cette première section du chapitre 3 intitulée "Description du cas à l'étude". Sur ce, passons maintenant à la présentation des données et à l'étude de cas proprement dite du Regional Jet de Canadair de 50 places qui est basée sur une analyse comparative des avions régionaux qui sont en concurrence avec celui-ci et plus spécifiquement, l'avion de transport régional CRJ-200ER. C'est ce à quoi nous convie la prochaine section 3.2.

3.2 Données et analyse comparative des avions régionaux

Cette section 3.2 porte sur la présentation des données et sur l'analyse comparative des avions régionaux qui sont en concurrence directe ou indirecte avec le Regional Jet de Canadair de 50 places et, plus spécifiquement, l'appareil CRJ de série 200, version ER (Extended Range), c'est-à-dire à rayon d'action élargi. Tel qu'indiqué au chapitre 1 et dans le libellé de notre question de recherche présenté au chapitre 2, notre analyse de l'appareil CRJ-200ER de Canadair par rapport aux produits concurrents, en particulier son plus proche rival, le jet régional de 50 places ERJ-145ER de la Société brésilienne Embraer (Empresa Brasileira de Aeronautica S.A.) devrait nous permettre, entre autres, d'illustrer la performance technologique de l'avionnerie Canadair qui est ainsi reflétée au niveau de son appareil CRJ-200ER, en particulier au niveau de ses caractéristiques et du mix de celles-ci dans ledit appareil. Ces caractéristiques sont à la fois des déterminants de la performance technologique du CRJ-200ER et des éléments importants de la "proposition de valeur" de Canadair à la clientèle de cet appareil et, ce faisant, elles sont également l'un des facteurs importants de la performance de l'avionnerie Canadair, en particulier sa performance vue dans une perspective du client, pour employer à nouveau la terminologie utilisée par Kaplan et Norton (1996a).

Mais avant d'entamer notre discussion, rappelons que les données ont été recueillies au cours de l'année 1997, puis mises à jour vers la fin de l'année 1998 et au début de l'année 1999 dans le cas du Regional Jet de Canadair de 50 places et ce, avec les plus récentes publications des sources d'informations sur lesquelles nous nous appuyons dans la présente (p. ex., Flight ; B/CA ; AW&ST ; RAA ; Jane's All the World's Aircraft ; etc.). En général, les données concernant les caractéristiques techniques des avions régionaux faisant partie de notre analyse sont demeurées inchangées lors de cette mise à jour. Par contre, les informations de nature commerciale concernant notamment les ventes d'appareils ou le nombre d'appareils en service ou en commande, sont des informations qui changent régulièrement en fonction par exemple des nouvelles commandes que reçoivent les divers fabricants d'appareils, puis en fonction également des livraisons d'appareils. De ce fait, les données qui fluctuent avec le temps (p. ex., le nombre d'appareils en service ; nombre d'appareils en commande ; part de marché respective des entreprises ; ainsi de suite) s'appliquent

uniquement pour la période de temps couverte (p. ex., la part de marché du CRJ en 1997) ou bien elle s'applique jusqu'à la date spécifiée dans le texte (p. ex., en mars 1999, le transporteur Comair des États-Unis avait déjà placé des commandes fermes pour 110 appareils Regional Jet de Canadair de 50 places, dont 74 appareils étaient déjà en service commercial à ce moment-là ; etc.).

Cette section 3.2 est divisée en trois sous-sections. Dans un premier temps, la sous-section 3.2.1 nous présente la performance de l'avionnerie Canadair vue dans une perspective du client. En guise de rappel, soulignons que les cinq mesures[67] de base proposées par Kaplan et Norton (1996a) au sujet de la performance d'une entreprise vue dans une telle perspective sont : (1) la part de marché ; (2) la satisfaction de la clientèle ; (3) l'acquisition de nouveaux clients et (4) la rétention des clients existants ; et enfin (5) la rentabilité de chaque client. Aussi, après avoir pris en revue la performance de l'avionnerie Canadair dans une perspective du client en fonction de ces cinq mesures de base, la sous-section 3.2.2 nous présentera dans un second temps la performance technologique de Canadair qui est ainsi reflétée au niveau de son Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) et, plus spécifiquement, au niveau de ses caractéristiques et du mix de celles-ci et ce, non pas de manière absolue en isolant complètement le CRJ-200ER de Canadair de son contexte, mais au moyen d'une analyse comparative des avions régionaux qui se retrouvent en concurrence directe ou indirecte avec celui-ci, en particulier le jet régional ERJ-145ER d'Embraer. Cette sous-section 3.2.2 est le coeur même de notre analyse comparative des caractéristiques du CRJ-200ER de Canadair et du mix de celles-ci par rapport à celles de son plus principal rival, le ERJ-145ER d'Embraer. Attendu qu'un avion de transport régional est un produit technologique que l'on peut qualifier de relativement "complexe" ; dès lors, cette analyse des caractéristiques du CRJ-200ER et du mix de celles-ci par rapport à celles des produits concurrents faisant eux aussi partie de notre analyse pourrait paraître, à première vue, elle aussi complexe en raison notamment du vocabulaire technique qui pourrait parfois être utilisé, puis aussi de l'abondance des données et de leurs unités de mesure qui ne sont pas toujours évidentes au premier abord.

---

[67] Pour un rappel de ces cinq mesures de base de la performance d'une entreprise vue dans une perspective du client, voir la figure 1.16 au chapitre 1 ; puis, voir aussi les figures A.31 et A.32, ainsi que le tableau A.1 qui sont fournis en annexe A de ce document pour un rappel des trois autres perspectives concernant la performance d'une entreprise qui ont été développées par Kaplan et Norton (1996a).

Cependant, qu'il suffise de se rappeler en tout temps que ce travail de recherche ne s'inscrit pas dans le domaine d'étude de l'aéronautique, mais plutôt dans celui du management de la technologie. Rappelons aussi qu'il s'agit d'une étude de cas descriptive et non explicative. Qui plus est, l'utilisation de nombreuses figures schématiques permettra à quiconque qui est un non initié ou un non expert en aviation de saisir rapidement la position relative des constructeurs aéronautiques avec leurs avions régionaux et ce, en fonction d'un certain nombre de caractéristiques prises une à une (p. ex., la vitesse de croisière des appareils ; leur consommation de carburant ; leur rayon d'action ; etc.). D'entrée de jeu, précisons que nous ne sommes pas nous-mêmes experts en aéronautique et, de ce fait, nous espérons que la description de cette étude de cas sera aussi fidèle que possible aux pratiques de l'industrie en ce qui a trait à la manipulation et à l'interprétation des informations et des différentes données concernant les caractéristiques des avions régionaux faisant partie de notre analyse. Rappelons aussi que le cas du Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) est utilisé dans la présente dans le but d'illustrer le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est en partie "révélé" au niveau de ses produits (biens et services) et, plus spécifiquement, au niveau des caractéristiques et du mix de celles-ci dans chacun desdits produits de l'entreprise qui, dans notre étude de cas, est l'avion de ligne régionale CRJ-200ER de Canadair.

Par ailleurs, cette analyse présente en grande partie le point de vue des manufacturiers des appareils, c'est-à-dire le "côté de l'offre" dans cette industrie, même si nos diverses sources d'informations sont censées être neutres. Dès lors, afin de s'assurer que notre démarche soit tout de même fidèle aux pratiques de l'industrie situées du "côté de la demande", c'est-à-dire du côté des clients utilisateurs des avions régionaux, la démarche utilisée dans la présente, de même que les résultats de notre analyse ont été présentés à un groupe de personnes représentatives du côté de la demande dans l'aviation civile et, plus spécifiquement, à la compagnie aérienne Air Canada qui affrète elle-même 25 appareils Regional Jet de Canadair de 50 places et ce, c'est sans compter non plus les nombreux avions régionaux qui sont en service chez ses différents transporteurs régionaux à propriété exclusive, soit : Air Ontario et AirBC ; puis Air Nova et Air Alliance qui ont récemment fusionné leurs activités, mais tout en conservant leur identité respective.

Les résultats de cette consultation auprès de cet important utilisateur d'avions régionaux seront présentés à la fin de notre étude de cas du Regional Jet de Canadair de 50 places, soit à la sous-section 3.2.3 intitulée "Le cas du Regional Jet de Canadair de 50 places en bref" qui nous présentera, en plus, une brève synthèse de la performance du CRJ-200ER de Canadair par rapport à celle de son plus proche rival, à savoir le jet régional ERJ-145ER d'Embraer (sous-section 3.2.3.1), ainsi que quelques observations et commentaires sur les autres avions régionaux de Bombardier Aéronautique (sous-section 3.2.3.2). Sur ce, passons maintenant à la première sous-section 3.2.1.

3.2.1 Performance de Canadair vue dans une perspective du client

De prime abord, il importe de souligner que l'objectif visé dans ce travail n'est pas de mesurer de façon précise la performance de Canadair vue dans une perspective du client en fonction de chacune de ces cinq mesures de base de performance précitées et ce, pour différentes raisons. Premièrement, notre foyer d'attention porte sur un seul produit de l'avionnerie Canadair, à savoir son appareil CRJ-200ER, alors que celle-ci offre sur le marché une gamme de produits (biens et services) en aéronautique dont, entre autres, les deux versions d'affaires du Regional Jet de Canadair, à savoir : (1) le Corporate JetLiner de Canadair ; puis (2) le Special Edition de Canadair ; auxquels s'ajoutent l'avion d'affaires Challenger 604 et l'avion amphibie Canadair 415 (CL-415) qui sont tous des produits aéronautiques facilement identifiables à l'avionnerie Canadair.

En sus, l'avionnerie Canadair est engagée dans la fabrication de pièces et de composants d'aéronefs, ainsi que dans la fabrication de pièces de rechange pour d'autres produits aéronautiques de Bombardier, tout en étant engagée dans la fabrication de composants de structure pour d'autres constructeurs aéronautiques dont la Société The Boeing Company de Seattle aux États-Unis. Dès lors, même si chacun des produits et sous-produits aéronautiques (p. ex., pièces et composants d'aéronefs ; pièces de rechange ; etc.) sont fabriqués en tout ou en partie par l'avionnerie Canadair et que chacun d'eux contribue, d'une façon ou d'une autre, à sa performance d'ensemble ; il n'en demeure pas moins difficile, sinon impossible à un observateur extérieur d'obtenir toutes les informations concernant la contribution de chaque ligne de produits et de sous-produits de Canadair

afin d'y dégager sa performance vue dans une perspective du client (p. ex., la contribution marginale du Regional Jet de Canadair de 50 places). Deuxièmement, il importe de souligner à ce sujet que même les résultats financiers vérifiés de la Société Bombardier Inc. qui apparaissent dans ses rapports annuels sont consolidés et, de ce fait, ils ne font pas état des résultats d'exploitation de chacune de ses entités prises séparément comme, par exemple, l'avionnerie Canadair qui fait ici l'objet de notre attention dans la présente. Tout au plus, les rapports annuels de Bombardier Inc. présentent les résultats financiers en fonction de chacun de ses groupes manufacturiers et de service, dont le Groupe Bombardier Aéronautique ; mais ne révèlent aucun détail financier sur l'une ou l'autre de ses entités (p. ex., l'avionnerie Canadair). En fait, il convient de préciser ici que la Société Bombardier Inc. ne fait pas exception à la plupart des autres sociétés ouvertes ou publiques qui ne révèlent pas elles aussi, de façon générale, les résultats financiers détaillés de chacune de leurs entités ; qu'il s'agisse d'une filiale, d'une division, d'une société affiliée, etc. Les résultats financiers vérifiés des sociétés ouvertes sont, en général, regroupés selon certains principes de consolidation qui doivent néanmoins être en conformité avec les conventions comptables usuelles en vigueur au Canada, pour les entreprises canadiennes (p. ex., les entreprises à charte canadienne).

3.2.1.1 Rentabilité des clients du Regional Jet de Canadair

Ceci étant dit, il nous sera donc, à toutes fins pratiques, impossible d'obtenir les données factuelles nécessaires pour mesurer avec précision la performance de Canadair vue dans une perspective du client en fonction de certaines des mesures de base précitées, en particulier au chapitre de la rentabilité de chacun des clients du Regional Jet de Canadair de 50 places de série 200, version ER (Extended Range) à rayon d'action élargi que nous analysons plus attentivement dans la présente (CRJ-200ER). En réalité, très peu d'entreprises vont divulguer publiquement ce genre d'information confidentielle sur la rentabilité de chacun de leurs clients (p. ex., la contribution des ventes d'appareils CRJ au transporteur Comair). Par ailleurs, il convient de souligner ici un aspect singulier de la méthode utilisée par la Société Bombardier Inc. pour comptabiliser ses revenus d'exploitation, son coût des ventes, sa marge brute et son bénéfice d'exploitation provenant de ses activités liées au secteur de l'aéronautique ; ce que l'entreprise appelle la "méthode de

comptabilisation par programme" (p. ex., les programmes du Regional Jet de Canadair de séries 100, 200 et 700 ; etc.). Cette méthode de comptabilisation prend en compte, d'une part, le prix de vente réel des avions en fonction du nombre d'unités livrées et prend en compte, d'autre part, un coût des ventes qui n'est pas le coût réel pour chaque vente d'avion effectuée, mais plutôt un coût unitaire moyen estimatif qui est calculé à partir d'un pourcentage du prix de vente, de telle sorte que la rentabilité de chaque transaction et, par voie de conséquence, la rentabilité de chaque client de Bombardier Aéronautique, deviennent donc estimatives ; les ajustements entre le coût réel et le coût estimatif se faisant par la suite selon les modalités prévues par la méthode de comptabilisation par programme utilisée par l'entreprise (Bombardier Inc., Rapport annuel. Exercice clos le 31 janvier 1998, p. 51). Prenant acte de cette méthode particulière de comptabilisation qui est utilisée spécifiquement pour le Groupe Bombardier Aéronautique, force est de reconnaître que les données concernant cette mesure de base de la performance de Canadair vue dans une perspective du client, à savoir la rentabilité de chaque client du CRJ-200ER, ne sont donc pas disponibles.

Par-delà cette considération, un fait demeure, la rentabilité globale du Groupe Bombardier Aéronautique semble, somme toute, nettement favorable. En guise de rappel, soulignons que les activités liées au Groupe Aéronautique de Bombardier ont générées, au cours de l'exercice clos le 31 janvier 1999, un bénéfice d'exploitation avant impôts sur le revenu de 681,9 millions $ sur des revenus d'exploitation, avant cessions intersectorielles, de 6,4 milliards $; dégageant ainsi une marge bénéficiaire de 10,6%, comparativement à 9,8% pour l'exercice précédent clos le 31 janvier 1998 au cours duquel le bénéfice avant impôts sur le revenu avait atteint quelque 479,6 millions $ (Bombardier, site Internet avril 1999). La Société Bombardier Inc. attribue cet écart favorable de la marge bénéficiaire ainsi obtenue en 1998-1999 dans le secteur de l'aéronautique à une diminution des frais d'intérêt alloués à ce secteur, alors que l'écart favorable obtenu en 1997-1998 avait été attribué, à ce moment-là, à des gains de productivité réalisés sur les divers programmes d'avions et sur les contrats de fabrication de composants (Bombardier Inc., site Internet, avril 1999 ; Rapport annuel. Exercice clos le 31 janvier 1998, p. 32). De plus, il convient de souligner ici que la Société Bombardier Inc. mesure sa performance en se fondant sur le bénéfice avant impôts sur le revenu, puis que les cessions intersectorielles sont comptabilisées comme s'il s'agissait ici de ventes à des

tiers, c'est-à-dire au prix réel du marché. Au cours de l'exercice clos le 31 janvier 1999, les cessions intersectorielles ont totalisées 109,0 millions $, comparativement à 124,2 millions $ pour l'exercice précédent 1997-1998 (Bombardier, site Internet, avril 1999). Enfin, la Société Bombardier Inc. affirme que l'un de ses objectifs primordiaux est de porter sa marge bénéficiaire avant impôts sur le revenu à 9% et ce, dans chacun de ses secteurs d'activité.

Conséquemment, nous pouvons donc affirmer que Bombardier Aéronautique répond aux attentes de la Haute Direction de l'entreprise à cet égard avec une marge bénéficiaire de 10,6% obtenue au cours de l'exercice clos le 31 janvier 1999, puis une marge bénéficiaire de 9,8% obtenue en 1997-1998 ; ce qui est supérieure à l'objectif corporatif de 9% fixé par la Société Bombardier Inc. En terme de contribution aux résultats consolidés de Bombardier Inc., le bénéfice d'exploitation avant impôts sur le revenu du Groupe Bombardier Aéronautique, pour l'exercice clos le 31 janvier 1999, a représenté 82% du bénéfice d'exploitation avant impôts sur le revenu de Bombardier Inc. qui s'est élevé à 826,9 millions $ au cours de cet exercice 1998-1999. Ceci a permis à la Société Bombardier Inc. de dégager un bénéfice net de 554,0 millions de dollars pour l'exercice clos le 31 janvier 1999, sur des revenus d'exploitation consolidés de 11,5 milliards $, dont 6,4 milliards $ sont des revenus d'exploitation provenant du Groupe Bombardier Aéronautique à laquelle l'avionnerie Canadair est rattachée (Bombardier, site Internet, avril 1999).

Donc, pour conclure sur cette première mesure de base de la performance d'une entreprise vue dans une perspective du client, si la méthode particulière de comptabilisation par programme du Groupe Bombardier Aéronautique ne nous permet pas d'établir directement la rentabilité per se de chaque client du Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) en raison de la non disponibilité des données, rien de nous laisse croire que cette rentabilité par client pourrait être négative ou bien défavorable, compte tenu de la performance d'ensemble du Groupe Bombardier Aéronautique et de sa contribution très favorable aux résultats d'exploitation de la Société Bombardier Inc. pour ses deux plus récents exercices financiers clos les 31 janvier 1998 et 1999, notamment sa contribution aux revenus et au bénéfice avant impôts sur le revenu de la Société Bombardier Inc. Notons, par ailleurs, que nous ne pouvons évidemment pas attribuer cette performance exceptionnelle à la

Division Avions de transport régional uniquement, non plus également qu'à un seul produit de Bombardier Aéronautique, en l'occurrence, le Regional Jet de Canadair de 50 places, car les deux autres Divisions de commercialisation de Bombardier Aéronautique ont elles aussi contribué à ces résultats, à savoir la Division Avions d'affaires, puis la Division Avions amphibies. Qui plus est, il est souvent fait état que des biens de grand luxe, tels des avions d'affaires (p. ex., le Global Express de Bombardier), ainsi que des biens hautement spécialisés, tels des avions amphibies (p. ex., le CL-415 de Canadair), permettent aux manufacturiers de ce type de produits de dégager une plus grande contribution marginale qui, en bout de ligne, permet à l'entreprise d'afficher une meilleure rentabilité d'opération. Bien entendu, puisque les données factuelles à cet égard ne sont pas disponibles dans le cas de Bombardier Aéronautique, nous ne pourrons vérifier cet aspect de la question qui influe elle aussi sur la performance de Canadair vue dans une perspective du client. Va pour cette première mesure de base de la performance de l'avionnerie Canadair vue dans une perspective du client, à savoir la rentabilité de chaque client du Regional Jet de Canadair de 50 places.

3.2.1.2 Satisfaction de la clientèle du Regional Jet de Canadair

Outre la mesure de base de la performance vue dans une perspective du client portant sur la rentabilité de chacun des clients d'une entreprise, les données portant sur la mesure de la satisfaction de la clientèle du Regional Jet de Canadair de 50 places seront, elles aussi, difficiles à obtenir, car cette mesure nécessite d'une part, l'utilisation d'instruments de mesure spécifiquement conçus pour obtenir ce genre d'information et, d'autre part, exige que l'observateur extérieur que nous sommes ait toute l'autorité nécessaire pour sonder la clientèle de Canadair sur ce sujet ; ce qui dépasse, bien entendu, le cadre de cette étude. Néanmoins, d'autres mesures de base de la performance vue dans une perspective du client peuvent nous donner une mesure indirecte approximative (proxy) de la satisfaction de la clientèle du Regional Jet de Canadair de 50 places telle, par exemple, la mesure portant sur la rétention des clients existants puisque, dans les faits, de nombreux clients du Regional Jet de Canadair de 50 places procèdent à des achats répétitifs ou à des renouvellements de commandes d'appareils ; ce qui, bien entendu, est un signe de satisfaction et non d'insatisfaction de la part de la clientèle.

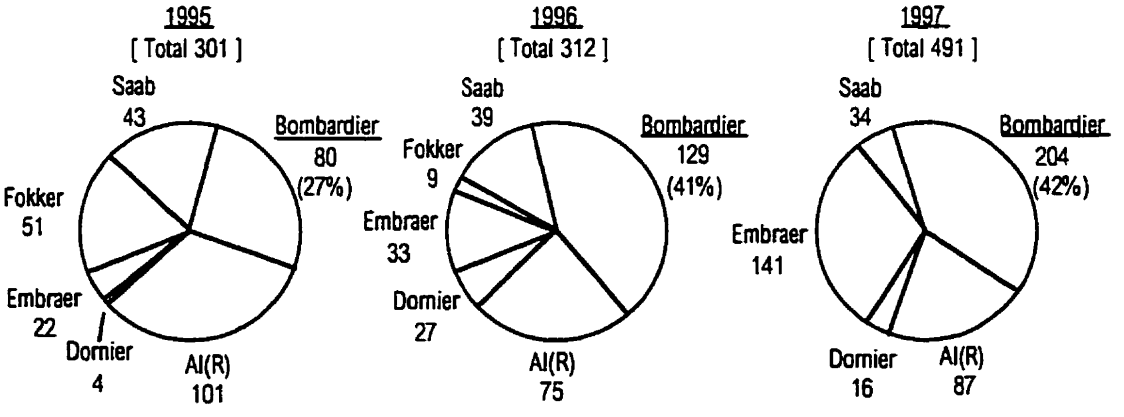
Donc, pour conclure sur la mesure de base de la performance vue dans une perspective du client portant sur la satisfaction de la clientèle du Regional Jet de Canadair de 50 places, nous allons donc aborder cette mesure de base de la performance de façon indirecte, c'est-à-dire par le biais de la rétention des clients existants qui est, dans le schéma d'analyse de Kaplan et Norton, une autre mesure de base de la performance d'une entreprise vue dans une perspective du client. Mais auparavant, examinons la mesure de base portant sur la part de marché d'une entreprise avec chacun de ses différents produits (biens et services) qu'elle offre sur le marché qui sont, dans ce cas-ci, des avions régionaux à turbopropulsion ou à réaction et, plus spécifiquement, la part de marché du Regional Jet de Canadair de 50 places.

3.2.1.3 Parts de marché des avions régionaux de Bombardier

L'une des mesures de base de la performance d'une entreprise vue dans une perspective du client qui est proposée par Kaplan et Norton (1996a) porte sur la part de marché des produits de l'entreprise ; laquelle information, dans notre étude de cas du Regional Jet de Canadair de 50 places, est une donnée factuelle qui est à la fois disponible et facilement vérifiable, puisqu'elle est publiée par l'entreprise. En fait, non seulement avons-nous la part de marché du Regional Jet de Canadair sur l'ensemble du marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges, de même que sa part du marché dans le créneau spécifique des avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges, mais nous avons également, en prime, la part de marché respective des firmes rivales du Groupe Bombardier Aéronautique avec leurs avions régionaux respectifs, ainsi que le nombre d'appareils qui ont été commandés auprès des principaux constructeurs aéronautiques et ce, pour les trois années suivantes de calendrier : 1995, 1996 et 1997.

Ces données concernant les parts de marché des constructeurs d'avions régionaux ont été cumulées et publiées par la Division Avions de transport régional de Bombardier Aéronautique dans sa revue bimensuelle anglophone intitulée Regional Update et, plus spécifiquement, dans son édition de janvier/février 1998 (Volume 1. Issue 1). Ceci dit, les figures 3.4, 3.5 et 3.6 qui apparaissent dans les pages suivantes nous brossent un portrait détaillé des données concernant les parts de marché

des constructeurs d'avions régionaux qui ont été cumulées et publiées par la Division Avions de transport régional de Bombardier Aéronautique. Mais avant d'entamer notre discussion sur ce sujet, il convient de préciser que certaines données qui apparaissent dans ces trois figures ont dû être corrigées en fonction des informations sur les parts de marché qui ont été divulguées par la Société Bombardier Inc. dans ses rapports annuels pour ses exercices clos les 31 janvier 1997 et 31 janvier 1998, car les données étaient parfois différentes d'une source d'informations à l'autre au sein de l'entreprise, c'est-à-dire entre la revue Regional Update et les rapports annuels de la Société Bombardier Inc. Ceci étant dit, pour l'année civile 1997, Bombardier Aéronautique était le plus important fabricant d'avions régionaux à l'échelle mondiale avec la plus grande part de marché, soit 42% sur l'ensemble du marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges, comparativement à 41% de part de marché en 1996 et à 27% de part de marché en 1995. En termes d'unités commandées, ceci correspond à 204 avions régionaux à réaction et à turbopropulsion de Bombardier Aéronautique qui ont été commandés en 1997, comparativement à 129 appareils en 1996 et à 80 appareils qui ont été commandés en 1995, comme le montre à cet effet la figure 3.4 ci-après.



Source : Bombardier Aéronautique. Extrait, adapté et corrigé de Regional Update (Jan./Feb. 1998) ; Bombardier Inc. (Rapports annuels. Exercices clos les 31 janvier 1997 et 1998)

Figure 3.4 Marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges en 1995, 1996 et 1997.

Rappelons que la nouvelle pratique courante de l'industrie aéronautique veut maintenant que les parts de marché des entreprises soient calculées sur la base des commandes enregistrées au cours d'une année civile (1er janvier au 31 décembre) et non sur la base des livraisons effectuées au cours de l'année financière des différentes entreprises en aéronautique (p. ex., du 1er février au 31 janvier dans le cas spécifique de Bombardier Inc.). Puis, rappelons aussi qu'elles ne tiennent pas compte, en général, des annulations de commandes. À titre indicatif du genre d'écart que ces deux méthodes de calcul des parts de marché peuvent générer, pour son exercice clos le 31 janvier 1996, la Société Bombardier Inc. calculait sa part de marché sur la base des livraisons effectuées au cours de l'année civile ; ce qui lui conférait, à ce moment-là, une part de marché de 65% en 1995 pour son Regional Jet de Canadair de 50 places, soit 42 unités livrées, comparativement à 68% de part de marché en 1994 au cours de laquelle 27 appareils CRJ avaient été livrées (Bombardier Inc. Rapport annuel. Exercice clos le 31 janvier 1996). La méthode actuelle de calcul des parts de marché qui est dorénavant basée sur les commandes enregistrées et non sur les livraisons effectuées lui confère, en rétrospective, une part de marché de 34% en 1995 (plutôt que 65%) ; ce qui correspond à 38 appareils Regional Jet de Canadair de 50 places qui ont été commandés au cours de l'année civile 1995, comme nous allons le voir à la figure 3.5 dans les pages suivantes.

Enfin, soulignons à nouveau que les données de marché portent uniquement sur les commandes d'appareils neufs et donc, ne tiennent pas compte des transactions d'avions régionaux d'occasion ou usagés qui est, là-aussi, un marché fort dynamique. Outre Bombardier Aéronautique, les autres principaux constructeurs aéronautiques se sont partagés en 1997, les parts de marchés suivantes sur l'ensemble du marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges. Nous avons tout d'abord une part de marché de 29% pour le constructeur aéronautique brésilien Embraer sur l'ensemble du marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges ; ce qui correspond à 141 appareils ERJ-145[68] et EMB-120 qui ont été commandés en 1997, comme le montre la figure 3.4 précédente.

---

[68] Prendre note que Bombardier Aéronautique fait référence, dans sa revue Regional Update (Jan./Feb. 1998) au plus proche rival du Regional Jet de Canadair de 50 places, à savoir le jet régional ERJ-145 d'Embraer en le désignant sous son ancienne appellation, soit le EMB-145 (aussi appelé "EMB-145 Amazon" par Embraer). Toutefois, pour maintenir une certaine cohérence dans les termes utilisés dans la présente étude, nous allons continuer à référer au jet régional d'Embraer par l'appellation que lui donne lui-même l'avionneur brésilien, à savoir : ERJ-145 (Embraer Regional Jet-145).

Puis, nous avons ensuite une part de marché de 18% sur l'ensemble du marché des avions régionaux pour l'ex-consortium franco-italo-britannique Aero International (Regional) qui a été démantelé en juillet 1998 ; ce qui correspond à 87 appareils qui ont été commandés en 1997 auprès de cet ex-consortium européen. Figure aussi dans ce portrait de la situation en 1997, une part de marché de 7% sur l'ensemble du marché des avions régionaux pour le constructeur aéronautique suédois Saab Aircraft ; ce qui correspond à 34 appareils Saab 340B et Saab 2000 qui ont été commandés en 1997 ; et enfin, nous avons une part de marché de 3% sur l'ensemble du marché des avions régionaux pour le constructeur aéronautique américano-germanique Fairchild-Dornier ; ce qui correspond à 16 appareils Do 328 et 328JET qui ont été commandés en 1997 auprès de ce constructeur aéronautique. Ceci nous donne donc un grand total de 491 avions régionaux, toutes catégories confondues, qui ont été commandés au cours de l'année civile 1997 auprès des principaux constructeurs d'avions régionaux ; en hausse de 53,5% par rapport à l'année précédente au cours de laquelle 312 avions régionaux avaient été commandés en 1996, comparativement à 301 appareils qui avaient été commandés en 1995, comme le montre la figure 3.4 dans les pages précédentes.

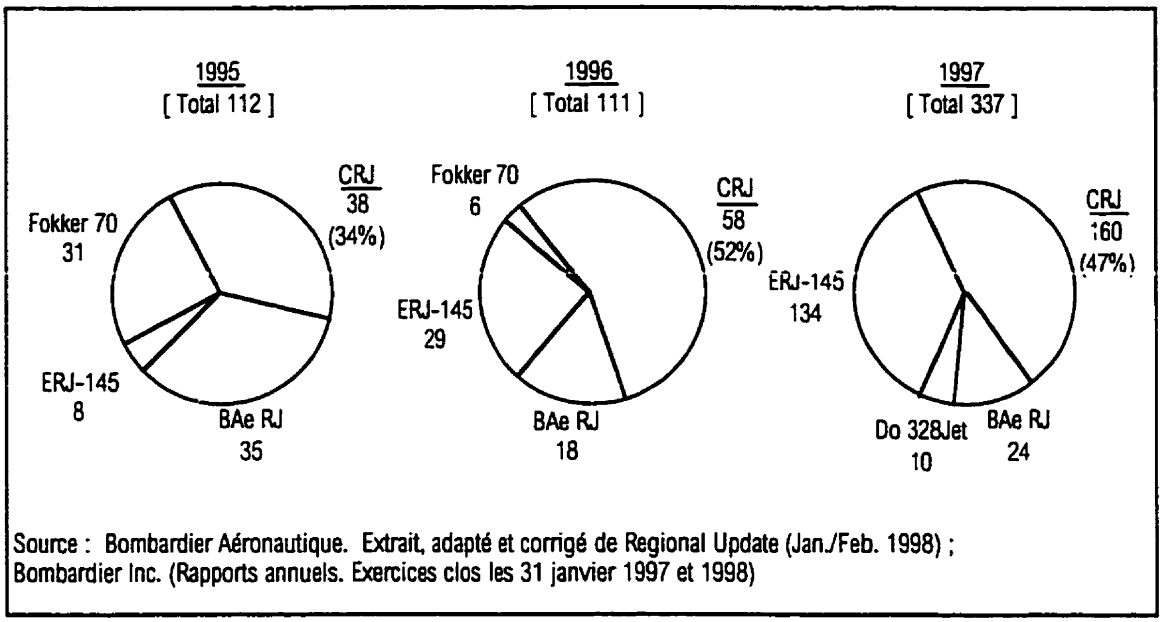
À la lecture des données contenues dans cette figure, nous sommes à même de constater certains changements structurels importants qui sont survenus au cours des dernières années dans le paysage concurrentiel entourant le secteur de l'aviation régionale. C'est ainsi, par exemple, que le constructeur aéronautique Fokker Aircraft des Pays-Bas qui détenait, en 1995, une part de marché respectable de 17% sur l'ensemble du marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges grâce à ses modèles Fokker 50 à turbopropulseurs et Fokker 70 à turboréacteurs, a depuis complètement disparu de la scène concurrentielle en 1997 et pour cause : l'entreprise fit faillite en mars 1996. De plus, nous pouvons également constater de visu dans cette figure 3.4 que la part de marché du constructeur aéronautique suédois Saab Aircraft s'est progressivement effritée au fil des ans. En effet, d'une part de marché de 14% en 1995 et de 12% en 1996 que l'avionneur suédois détenait ces années-là sur l'ensemble du marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges, il a dû se contenter d'un maigre 7% de part de marché en 1997 ; ce qui représente un recul considérable par rapport à sa position concurrentielle de 1995 où il détenait une part de marché de 14%. En termes d'unités commandées, la figure 3.4 nous montre que les ventes d'appareils de Saab Aircraft n'ont cessé de

péricliter ou de stagner au cours des dernières années sur l'ensemble du marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges. Cet état de fait n'est sans doute pas étranger à la décision de Saab Aircraft de se retirer complètement de la production d'avions régionaux et ce, dès la mi-1999. Ce qui nous amène à analyser plus en détail la répartition du marché des avions régionaux entre, premièrement, le créneau de marché des avions régionaux à réaction (figure 3.5) dans lequel se situe le Regional Jet de Canadair de 50 places ; puis, deuxièmement, le créneau de marché des avions régionaux à turbopropulsion de 20 à 90 sièges (figure 3.6). Par la même occasion, ceci nous amène à analyser les parts de marché respectives des principaux constructeurs d'avions régionaux qui ont des activités dans l'un ou l'autre de ces créneaux de marché ou dans les deux créneaux à la fois, comme c'est le cas avec Bombardier Aéronautique et ses avionneries. Analysons tout d'abord la répartition du marché des avions régionaux entre ces deux créneaux de marché.

3.2.1.4 Répartition du marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges

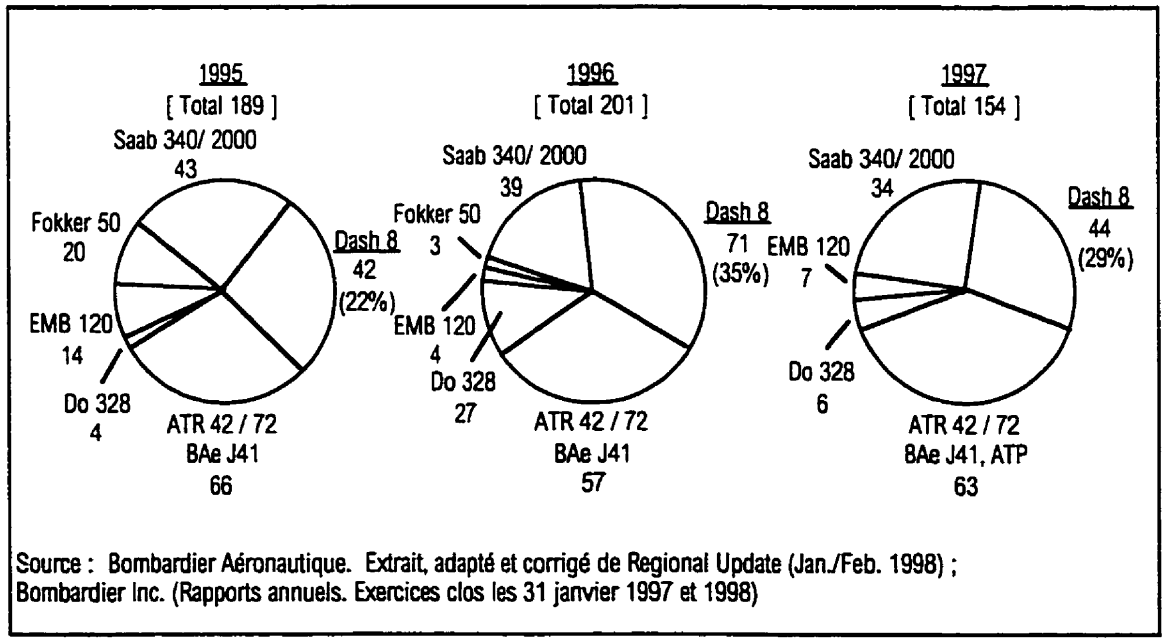
En 1997, les avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges se sont accaparés 68% de l'ensemble du marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges, soit 337 avions régionaux à réaction qui ont été commandés en 1997 auprès des principaux constructeurs aéronautiques, alors que cette proportion n'était que de 36% l'année précédente au cours de laquelle le nombre d'avions régionaux à réaction qui ont été commandés s'élevait à 111 unités en 1996, comparativement à 112 unités commandés en 1995, comme le montre à cet effet la figure 3.5 de la page suivante.

En fait, si au cours de l'année civile 1997, les avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges ont dominé l'avant-scène dans le secteur de l'aviation régionale, c'est tout à fait la situation inverse qui régnait dans ce secteur d'activité les deux années précédentes, soit 1995 et 1996. En effet, le nombre d'avions régionaux à turbopropulsion de 20 à 90 sièges qui ont été commandés en 1996 s'élevait à 201 unités, s'accaparant ainsi 64% de l'ensemble du marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges ; alors que ce nombre s'élevait à 189 unités commandées en 1995, soit 63% de tous les avions régionaux de 20 à 90 sièges qui ont été commandés cette année-là auprès des principaux constructeurs d'avions régionaux, comme le montre à cet égard la figure 3.6 de la page suivante.



Source : Bombardier Aéronautique. Extrait, adapté et corrigé de Regional Update (Jan./Feb. 1998) ; Bombardier Inc. (Rapports annuels. Exercices clos les 31 janvier 1997 et 1998)

Figure 3.5 Créneau de marché des avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges.



Source : Bombardier Aéronautique. Extrait, adapté et corrigé de Regional Update (Jan./Feb. 1998) ; Bombardier Inc. (Rapports annuels. Exercices clos les 31 janvier 1997 et 1998)

Figure 3.6 Créneau de marché des avions régionaux à turbopropulsion de 20 à 90 sièges.

En clair, cela signifie que les avions régionaux à réaction ont complètement inversé en leur faveur la proportion des appareils commandés en 1997 auprès des principaux constructeurs d'avions régionaux par rapport à la situation qui prévalait en 1996 ; ce qui, à nouveau, est un témoignage on ne peut plus éloquent de l'engouement du marché pour les avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges. D'ailleurs, cet engouement pour les avions régionaux à réaction que certains observateurs qualifient de « Jet Mania » n'est pas prêt de s'estomper, si l'on tient compte du succès commercial considérable que la Société brésilienne Embraer est en voie de connaître avec les ventes de son tout nouveau jet régional de 37 places ERJ-135 qui, rappelons-le, est une version raccourcie de son jet régional de 50 places ERJ-145.

Précisons, par ailleurs, que ces différentes données de marché portent sur les commandes enregistrées auprès des principaux constructeurs d'avions régionaux de 20 à 90 sièges et non sur les commandes enregistrées auprès de tous les constructeurs d'avions régionaux qui sont présents et actifs dans le monde. Pensons, par exemple, aux avionneurs de l'Ukraine, de la Russie, de la République Tchèque ou de la Chine, etc. qui ne figurent pas explicitement dans ces statistiques de marché. Notons, par ailleurs, que si leur impact sur le marché mondial avait réellement été significatif en termes, par exemple, d'unités commandées et de parts de marché ; nous pouvons présumer que ces constructeurs d'avions régionaux auraient figurés dans les statistiques de marché qui ont été cumulées et publiées par la Division Avions de transport régional de Bombardier Aéronautique.

Ceci dit, analysons tout d'abord, dans un premier temps, la part de marché de Bombardier Aéronautique avec sa gamme d'avions régionaux à turbopropulsion de 37 à 70 places Dash 8 de son avionnerie de Havilland ; puis ensuite, dans un second temps, sa part de marché avec sa gamme d'avions régionaux à réaction et ce, avec un regard particulier sur la part de marché du Regional Jet de Canadair de 50 places afin de prendre la pleine mesure de la performance de l'avionnerie Canadair vue dans une perspective du client en fonction justement de cette mesure de base proposée par Kaplan et Norton (1996a) dans leur nouvelle approche appelée « The Balanced Scorecard ».

3.2.1.5 Part de marché du Dash 8 de de Havilland

Dans le créneau de marché spécifique des avions régionaux à turbopropulsion de 20 à 90 sièges, la part de marché du Groupe Bombardier Aéronautique avec sa gamme d'appareils biturbopropulsés Dash 8 de de Havilland a été de 29% en 1997, comparativement à 35% en 1996 et à 22% en 1995, comme le montre à cet égard la figure 3.6 de la page précédente. En termes d'unités, ces pourcentages correspondent à 44 appareils Dash 8 qui ont été commandés en 1997, soit une baisse de 38% par rapport à l'année précédente au cours de laquelle 71 appareils Dash 8 de de Havilland avaient été commandés en 1996, comparativement à 42 appareils commandés en 1995. Rappelons que c'est le créneau de marché tout entier des avions régionaux à turbopropulsion de 20 à 90 sièges qui a enregistré en 1997 une forte baisse par rapport à 1996, soit une diminution de 23,4% et ce, au détriment du créneau de marché des avions régionaux à réaction qui a enregistré, pour sa part, une forte augmentation de 190% en 1997, soit 337 avions régionaux à réaction commandés en 1997, comparativement à 111 appareils qui avaient été commandés en 1996 (voir figure 3.5). En d'autres termes, la performance de la gamme des appareils biturbopropulsés Dash 8 de de Havilland en termes d'appareils commandés est due en grande partie à la performance exceptionnelle des ventes en général dans le créneau entier des avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges ; bien que certains constructeurs d'avions régionaux à turbopropulsion s'en soient tirés mieux que d'autres qui ont connu un peu plus de difficultés (p. ex., Saab Aircraft ; Fokker Aircraft).

En effet, une lecture attentive de la figure 3.6 précédente nous montre que c'est l'un des principaux concurrents de la gamme des appareils Dash 8 de l'avionnerie de Havilland, à savoir la gamme des appareils ATR 42 et ATR 72 de la coentreprise franco-italienne Avions de Transport Régional (ATR) qui est en grande partie responsable du fait que l'ex-consortium AI (R) auquel ATR faisait partie en 1997, ait pu récolter, cette année-là, la plus grande part de marché dans le créneau de marché spécifique des avions régionaux à turbopropulsion de 20 à 90 sièges, soit une part de marché de 41% (63 unités), comparativement à 28% de part de marché en 1996 (57 unités) et à 35% de part de marché en 1995 (66 unités). Notons, par ailleurs, que l'année précédente, c'étaient les appareils de la gamme Dash 8 de de Havilland qui s'accaparaient la plus grande part de marché

en 1996 (35%) dans le créneau de marché spécifique des avions régionaux à turbopropulsion de 20 à 90 sièges ; en foi de quoi les positions concurrentielles des firmes en aéronautique peuvent parfois changer de façon significative d'une année à l'autre. D'ores et déjà, il est à prévoir que les parts de marché et les positions concurrentielles des fabricants d'avions régionaux dans les années à venir seront passablement différentes de celles qu'ils détenaient au cours des années passées, en raison du fait, notamment, que le constructeur aéronautique suédois Saab Aircraft ait déjà annoncé publiquement qu'il cesserait définitivement toute sa production d'avions régionaux à turbopropulsion dès la mi-1999. Les appareils de Saab Aircraft représentaient une part de marché de 22% en 1997 (34 unités) dans le créneau de marché des avions régionaux à turbopropulsion de 20 à 90 sièges, puis une part de marché de 19% en 1996 (39 unités) et de 23% en 1995 (43 unités). En se retirant ainsi de ce créneau de marché, la gamme des appareils Dash 8 de de Havilland feront face à deux produits concurrents en moins, à savoir : (1) le modèle Saab 340B de 33 places de Saab Aircraft qui est en concurrence directe avec les appareils Dash 8Q de séries 100 et 200 de 37 places ; puis (2) le modèle Saab 2000 de 50 places qui est, pour sa part, en concurrence directe avec le Dash 8Q de série 300 de 50 places, mais qui se veut aussi quelque peu en concurrence indirecte avec le Regional Jet de Canadair de 50 places de séries 100 et 200.

Par contre, comme nous le constatons dans la figure 3.4 vue dans les pages précédentes, lorsque nous comparons la performance commerciale de Saab Aircraft sur l'ensemble du marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges, force est de reconnaître que sa position concurrentielle a été passablement laminée au cours des années 1995, 1996 et 1997. Cette situation est en partie due au fait que l'avionneur suédois Saab Aircraft est complètement absent du créneau de marché des avions régionaux à réaction. Conséquemment, un effritement progressif de sa position concurrentielle dans le créneau de marché spécifique des avions régionaux à turbopropulsion ne peut être compensé, en retour, par une consolidation ou, mieux encore, une amélioration de sa position concurrentielle dans le créneau de marché des avions régionaux à réaction comme, par exemple, Bombardier Aéronautique a pu le réaliser au cours des dernières années avec son Regional Jet de Canadair de 50 places, au moment même où la position concurrentielle des appareils de la gamme Dash 8 de de Havilland subissaient les aléas du marché en termes de ventes d'appareils, comme le

montre la figure 3.6 vue précédemment. D'ailleurs, notre analyse comparative des avions régionaux qui sont en concurrence avec l'appareil CRJ-200ER de Canadair nous permettra, entre autres, de constater si la performance technologique des deux modèles d'avions régionaux à turbopropulsion de Saab Aircraft, à savoir le Saab 340B et le Saab 2000, peut expliquer en partie sa performance commerciale sur l'ensemble du marché des avions régionaux qui n'était plus que de 7% de part de marché en 1997 (34 unités), en comparaison de 12% de part de marché en 1996, puis de 14% de part de marché en 1995, soit 39 et 43 appareils de Saab Aircraft qui avaient été commandés ces deux années-là, respectivement. Par contre, rappelons ici qu'en terme du nombre d'appareils en service commercial, l'appareil Saab 340 était encore l'avion de transport régional le plus utilisé en 1997 aux États-Unis avec 262 appareils en service ; ce qui correspond à 16,2% de toute la capacité de sièges offerts de la flotte d'avions régionaux en service commercial sur ce territoire, selon la Regional Airline Association, comme nous l'avons vu précédemment en détail au tableau 3.7 (RAA. 1998 Annual Report, p. 27). À titre de comparaison, les appareils Dash 8 de séries 100 et 200 de de Havilland se situaient au troisième rang avec quelque 157 appareils en service commercial aux États-Unis, soit 10,7% de toute la capacité de sièges de la flotte d'avions régionaux en service sur ce territoire. Pour sa part, le Regional Jet de Canadair de 50 places se positionnait au sixième rang avec 81 appareils en service, soit 7,4% de toute la capacité de sièges de la flotte d'avions régionaux en service commercial aux États-Unis en 1997, comme le montre également le tableau 3.7.

Au déclin de Saab Aircraft, si on ajoute la part de marché de 10% que détenait, en 1995, le modèle Fokker 50 (20 unités) de l'ex-constructeur aéronautique néerlandais Fokker Aircraft ; puis si on y ajoute également les modèles d'avions régionaux à turbopropulsion Jetstream J41 de l'ex-constructeur aéronautique écossais Jetstream Aircraft Limited qui a depuis fermé ses portes et ATP (Advanced TurboProp) de British Aerospace (maintenant tous discontinués) et qui faisaient tous les deux partie de l'ex-consortium européen AI (R) en 1996 et en 1997 ; c'est donc, là-aussi, un tout nouveau paysage concurrentiel qui est en train de se dessiner pour les prochaines années dans le créneau de marché spécifique des avions régionaux à turbopropulsion de 20 à 90 sièges dans lequel les deux principaux joueurs risquent d'être, d'un côté, l'avionnerie de Havilland avec sa gamme d'appareils Dash 8Q de séries 100, 200, 300 et 400 de 37 à 70 places ; et, de l'autre, la coentreprise

franco-italienne Avions de transport régional (ATR) avec sa gamme actuelle d'avions régionaux à turbopropulsion ATR 42 et ATR 72 de 44 à 66 places. Les autres joueurs présents dans ce créneau de marché seront Embraer, Fairchild-Dornier et AIRTECH qui continueront sans doute, selon toute vraisemblance, à produire des avions régionaux à turbopropulsion, tels les appareils EMB 120 d'Embraer qui sont encore très populaires aux États-Unis, puis les modèles Do 328 de Fairchild-Dornier et CN-235 d'AIRTECH qui est une coentreprise entre CASA d'Espagne et IPTN d'Indonésie.

Nonobstant cet état de fait, les perspectives d'avenir pour l'avionnerie canadienne de Havilland et la coentreprise franco-italienne Avions de Transport Régional (ATR) avec leur gamme respective d'avions régionaux à turbopropulsion risquent bien d'être quelque peu assombries au cours des prochaines années, puisque deux nouveaux modèles d'avions régionaux feront leur entrée sur le marché d'ici peu dans le créneau des avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges, à savoir : (1) le jet régional de 37 places ERJ-135 d'Embraer qui a déjà récolté de nombreuses commandes et options depuis son lancement officiel en septembre 1997, soit plus de 145 commandes fermes, assorties de 195 options en date d'octobre 1998 ; puis, nous avons ensuite (2) le jet régional de 32 places 328JET de Fairchild-Dornier qui a déjà récolté, lui aussi, un certain nombre de commandes fermes et d'options depuis son lancement, mais dans des proportions beaucoup moindre que le jet régional ERJ-135 d'Embraer qui est déjà assuré d'un succès commercial. Ces deux nouveaux modèles d'avions régionaux à réaction se retrouveront en concurrence directe pour l'obtention de nouvelles commandes d'appareils avec les avions régionaux respectivement Dash 8Q de séries 100 et 200 de 37 places de de Havilland, en particulier dans des marchés où la fièvre de la « Jet Mania » bât son plein comme, par exemple, aux États-Unis. Notons, par ailleurs, qu'au Canada, les avions régionaux à turbopropulsion ne sont pas prêts de disparaître complètement du paysage de l'aviation régionale en raison notamment de l'étendu du territoire canadien et de l'étalement de la densité des populations qui peuvent desservies sur les lignes régionales ou domestiques. Reste aussi à voir si ces deux modèles d'avions régionaux à réaction des constructeurs Embraer et Fairchild-Dornier ne vont pas cannibaliser leurs propres modèles d'avions régionaux à turbopropulsion, soit le EMB 120 d'Embraer, puis le Do 328 de Fairchild-Dornier qui était toujours en production en série en 1998.

Enfin, comme si cela n'était pas encore suffisant, l'avionnerie de Havilland de Bombardier Aéronautique et la coentreprise Avions de Transport Régional devront faire face à la concurrence en provenance de d'autres nouveaux modèles d'avions régionaux à réaction qui sont présentement au stade de projet ou de développement, en particulier du côté du constructeur Fairchild-Dornier qui semble bien décidé à consolider sa position concurrentielle dans le créneau de marché des avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges avec le lancement du programme de développement de plusieurs nouveaux modèles d'avions régionaux à réaction, dont le modèle 728JET de 70 places qui sera en concurrence directe avec le nouvel appareil Regional Jet de Canadair de 70 places qui est présentement en développement et en concurrence indirecte avec le Dash 8Q-400 de 70 places de de Havilland. Voilà pour la part de marché de Bombardier Aéronautique avec sa gamme d'avions régionaux à turbopropulsion Dash 8 de de Havilland.

3.2.1.6 Part de marché du Regional Jet de Canadair de 50 places

En ce qui concerne maintenant la part de marché de Bombardier Aéronautique avec son avion de transport régional à réaction Regional Jet de Canadair, celle-ci s'est élevée à 47% en 1997 dans le créneau de marché spécifique des avions régionaux à réaction ; ce qui représente un léger recul par rapport à celle de 1996 au cours de laquelle la part de marché du Regional Jet de Canadair s'élevait à 52% ; alors que l'année précédente, la part de marché du CRJ s'élevait à 34% en 1995. En termes d'unités, ces parts de marché correspondent à 160 appareils Regional Jet de Canadair qui ont été commandés en 1997 ; ce qui représente, dans les faits, 102 appareils CRJ de plus que l'année précédente au cours de laquelle 58 appareils CRJ avaient été commandés en 1996 ; alors qu'en 1995, c'est 38 appareils CRJ qui avaient été commandés cette année-là, comme le montre à cet égard la figure 3.5 vue dans les pages précédentes. Mais avant d'analyser plus en détail les données de marché concernant le Regional Jet de Canadair, nous devons toutefois ajuster les chiffres publiés par Bombardier Aéronautique dans sa revue Regional Update (January/February 1998) afin de faire ressortir le cas spécifique du Regional Jet de Canadair de 50 places sur lequel nous portons notre attention plus particulièrement dans cette étude de cas.

En effet, sans qu'il en soit fait mention d'aucune façon par Bombardier Aéronautique, les données de marché du CRJ prennent sans doute en considération les commandes enregistrées en 1997 pour le nouvel appareil Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 places (CRJ-700) qui est présentement en développement et dont le lancement officiel a eu lieu en janvier 1997. Rappelons que les deux clients de lancement de ce nouveau biréacteur de 70 places, en l'occurrence, les transporteurs régionaux Brit Air de France et American Eagle des États-Unis, ont commandés au cours de l'année civile 1997, respectivement 2 et 25 appareils CRJ-700. Dès lors, si nous voulons être un tant soit peu logique avec la nouvelle méthode de calcul des parts de marché utilisée dans cette industrie, en conséquence nous devons émettre l'hypothèse que ces 27 appareils Regional Jet de Canadair de 70 places qui ont été commandés en 1997 par ces deux transporteurs régionaux sont inclus dans le nombre total d'appareils CRJ que Bombardier Aéronautique laisse paraître dans ses données de marché pour l'année civile 1997. Conséquemment, pour établir la part de marché spécifique du Regional Jet de Canadair de 50 places, nous devons donc soustraire ces 27 appareils Regional Jet de Canadair de 70 places du nombre total de CRJ qui ont été commandés en 1997, soit 160 CRJ ; ce qui nous laisse, à ce moment-là, un total de 133 appareils CRJ de 50 places qui ont été commandés en 1997 après corrections des données.

En terme de part de marché, ceci correspond à une part de marché du Regional Jet de Canadair de 50 places de 40% dans le créneau de marché spécifique des avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges, soit 133 appareils CRJ de 50 places qui ont été commandés en 1997 sur un total de 337 avions régionaux à réaction qui ont été commandés en 1997 auprès des principaux constructeurs aéronautiques, comme le montre à cet effet la figure 3.5 dans les pages précédentes. Par rapport à l'année précédente, il s'agit d'une baisse significative puisqu'en 1996, le Regional Jet de Canadair de 50 places s'accaparait une part de marché de 52% dans le créneau de marché des avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges, soit 58 appareils CRJ, sur un total de 111 avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges qui avaient été commandés en 1996 auprès des principaux fabricants d'avions régionaux. Notons qu'en 1996 et 1995, le Regional Jet de Canadair de 70 places (CRJ-700) ne figurait pas dans les données de marché, car le lancement officiel a eu lieu en janvier 1997 et, de ce fait, la part de marché de la gamme des appareils Regional Jet de Canadair sur

l'ensemble du marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges (figure 3.4), de même que celle dans le créneau de marché spécifique des avions régionaux à réaction (figure 3.5) correspondent, toutes les deux, à la part de marché du Regional Jet de Canadair de 50 places. Notons ici que les statistiques de marché de Bombardier Aéronautique ne font pas la distinction entre le CRJ de 50 places de séries 100 et 200, ainsi que la distinction entre les différentes versions du CRJ (p. ex., les versions ER (Extended Range) ; LR (Long Range) ; etc.).

Une fois les données de marché ajustées en fonction du Regional Jet de Canadair de 70 places (CRJ-700) qui a récolté des commandes fermes pour 27 appareils en 1997, nous ne pouvons éviter les comparaisons entre, d'une part, le Regional Jet de Canadair de 50 places et, d'autre part, son plus proche rival, à savoir le jet régional de 50 places ERJ-145 d'Embraer qui a été commandé à plus de 134 exemplaires en 1997, soit un exemplaire de plus que le CRJ de 50 places et ce, toujours dans l'hypothèse où les données de marché de Bombardier Aéronautique prennent en considération les commandes fermes enregistrées en 1997 pour son nouvel appareil CRJ-700 de 70 places. Donc, au cours de sa première année complète d'opération, le jet régional de 50 places ERJ-145 d'Embraer a réussi à s'accaparer une part de marché qui, à toutes fins pratiques, arrive ex aequo avec celle du Regional Jet de Canadair de 50 places dans le créneau de marché spécifique des avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges. Par contre, par rapport à l'ensemble du marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges, la part de marché du constructeur aéronautique brésilien avec son jet régional ERJ-145 et son modèle EMB 120 à turbopropulsion s'est élevée à 27% de part de marché en 1997 (134 unités), alors que les commandes combinées (204 unités) pour les appareils Dash 8 de de Havilland et ceux de la famille Regional Jet de Canadair conféraient à Bombardier Aéronautique une part de marché de 42% en 1997 sur l'ensemble du marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges, comme en fait foi la figure 3.3 vue dans les pages précédentes. Va pour la mesure de base de la performance de Canadair portant sur la part de marché de son Regional Jet de 50 places. Mais avant de conclure sur la performance de l'avionnerie Canadair vue dans une perspective du client, examinons brièvement les deux dernières mesures de base de la performance d'une entreprise vue dans une perspective du client qui sont suggérées par Kaplan et Norton (1996a), soit l'acquisition de nouveaux clients, puis la rétention des clients existants.

3.2.1.7 Acquisition de nouveaux clients et rétention des clients existants

Les données de marché susmentionnées font état, qu'au cours de l'année civile 1997, Bombardier Aéronautique a enregistré des commandes fermes pour 102 appareils Regional Jet de Canadair de plus qu'en 1996, soit un total de 160 appareils CRJ commandés en 1997, dont 133 CRJ de 50 places et 27 CRJ de 70 places, comparativement à 58 appareils CRJ de 50 places commandés en 1996 et à 38 appareils CRJ de 50 places commandés en 1995. Sans qu'il soit vraiment nécessaire de faire le décompte complet et détaillé de l'acquisition de chaque nouveau client du Regional Jet de Canadair de 50 places et de la rétention de chacun des clients existants, il convient néanmoins de souligner quelques cas qui ont marqué plus particulièrement l'attention ces dernières années par la valeur de leur transaction et ce, soit en terme de volume d'affaires exprimé en dollars de ventes, soit en terme du nombre d'unités commandées du Regional Jet de Canadair de 50 places. Ceci devrait nous permettre de prendre la mesure de la performance de l'avionnerie Canadair vue dans une perspective du client selon ces deux mesures de base susmentionnées, à savoir (1) l'acquisition de nouveaux clients et (2) la rétention des clients existants qui, rappelons-le, peut être considérée comme une mesure indirecte approximative (proxy) de la satisfaction de la clientèle du Regional Jet de Canadair de 50 places.

Tel que souligné précédemment à la section 3.1, en avril 1997, Bombardier Aéronautique et son avionnerie Canadair ont enregistré la plus importante commande d'achat jamais reçue, avant ce moment-là, pour son avion de transport régional de 50 places de la part d'un nouveau client, soit une première commande d'achat pour 30 appareils CRJ-200 de la part du transporteur régional Atlantic Southeast Airlines (ASA) des États-Unis et ce, pour une somme de 825 millions $ ou 600 millions $US (Bombardier Inc. Notice annuelle 1997, p. 16). En plus, Atlantic Southeast Airlines s'est réservé des options d'achat pour 60 appareils CRJ additionnels. Par contre, comme nous l'avons souligné auparavant, en février 1999, un nouveau record de ventes devait être inscrit dans les annales du Regional Jet de Canadair de 50 places après que la Société Northwest Airlines Inc. de Minneapolis aux États-Unis eut décidé de passer une première commande d'achat pour 54 appareils CRJ-200LR au prix courant approximatif de 1,9 milliard $ (1,3 milliard $US) et ce, en plus de s'être

réservée des options d'achat pour 70 autres appareils CRJ de 50 places (Bombardier, site Internet, avril 1999). Voilà donc deux exemples patents d'acquisition de nouveaux clients du Regional Jet de Canadair de 50 places qui sont, à notre avis, suffisants pour faire valoir l'argument selon lequel la performance de l'avionnerie Canadair à ce chapitre ne semble pas déficiente. Soulignons ici que la première commande d'achat de la part du transporteur régional Atlantic Southeast Airlines est arrivée presque simultanément avec une autre commande d'achat répétitif de la part, cette fois, du transporteur régional Comair qui a levé une partie de ses options d'achat qu'il s'était réservé dans ses commandes antérieures et ce, afin d'acquérir 30 nouveaux appareils Regional Jet de Canadair de 50 places. Puis, en octobre 1998, le transporteur Comair franchissait un autre pas important dans ses relations d'affaires avec le Groupe Bombardier Aéronautique et son avionnerie Canadair en concluant une entente d'une valeur de 1 milliard $US répartie sur les dix prochaines années pour l'acquisition de 150 appareils Regional Jet de Canadair additionnels. Tel qu'indiqué précédemment, l'entente inclue des commandes fermes pour 30 appareils Regional Jet de Canadair de 50 places et 20 appareils Regional Jet de Canadair de 70 places qui deviendront ainsi les premiers appareils CRJ de 70 places à faire leur entrée chez ce transporteur régional ; le tout assorti d'options pour 115 autres CRJ, dont 70 appareils Regional Jet de Canadair de 70 places. Au terme de cette entente de dix ans, le transporteur Comair possédera une flotte d'avions régionaux comprenant rien de moins que 245 appareils Regional Jet de Canadair de 50 et 70 places, si celui-ci décidait d'exercer toutes ses options d'achat ; ce qui représente, là-encore, un témoignage on ne peut plus éloquent de la rétention des clients existants du Regional Jet de Canadair de 50 places.

Par ailleurs, ces trois exemples, soit Atlantic Southeast Airlines, Northwest Airlines et Comair, nous permettent de souligner le fait que dans le secteur de l'aviation régionale et dans l'industrie aéronautique civile en général, l'acquisition de chaque nouveau client est un événement important et surtout très conséquent pour les fabricants d'aéronefs, car la première commande d'achat d'un modèle ou d'une série d'appareil (p. ex., le Regional Jet de Canadair de 50 places de séries 100 et 200) donne l'opportunité au fournisseur en question que ce nouveau client ainsi acquis pourrait, éventuellement, procéder à des achats répétitifs de ce même modèle d'appareil ou d'une série d'un modèle d'appareil qui est compatible avec celui-ci ; laquelle compatibilité procure de

nombreuses économies aux transporteurs aériens comme, par exemple, des économies au niveau de la formation et de l'entraînement des équipes de pilotage, de l'entretien, de la réparation et de la révision périodique des appareils ; puis aussi des économies au niveau des inventaires des pièces de rechange, etc. Donc, une première commande d'achat d'appareils dans le secteur de l'aviation régionale est beaucoup plus qu'un simple achat, c'est un quasi engagement, implicite ou explicite, qui lie en quelque sorte un client utilisateur à son fournisseur pour ses engagements futurs, en particulier au niveau de ses achats répétitifs d'appareils ou de ses renouvellements de commandes. D'une certaine manière, nous retrouvons ici un effet de verrouillage (lock-in/lock-out) avec ce genre de produits, pour employer la terminologie de Pankaj Ghemawat (1991) de la Harvard Business School à laquelle nous avons fait référence à maintes reprises au chapitre 1 (sous-section 1.6.5.1). En effet, une fois qu'un transporteur régional a procédé au choix d'un fournisseur et d'un produit en particulier ; celui-ci est quelque peu verrouillé (lock-in) avec cet engagement, à tout le moins, pour un certain temps. C'est ainsi, par exemple, que le transporteur régional Comair peut difficilement plaider qu'il n'a pas une certaine forme d'engagement avec son fournisseur actuel d'avions régionaux, à savoir Bombardier Aéronautique, si l'on tient compte de l'entente de dix ans que les deux parties ont conclue en octobre 1998, comme nous venons tout juste de le mentionner.

Dans ce même ordre d'idées, le transporteur Continental Express des États-Unis peut difficilement plaider, lui aussi, qu'il n'a pas une certaine forme d'engagement, implicite ou explicite, qui le lie avec la Société brésilienne Embraer si l'on prend en considération le nombre de commandes fermes d'appareils ERJ-145 de 50 places et ERJ-135 de 37 places que ce transporteur régional avait déjà passées avec ce constructeur aéronautique, en septembre 1998, soit 100 appareils ERJ-145 ou ERJ-135 en commandes fermes ; auxquels s'ajoutaient 175 autres appareils en options (Embraer, site Internet, déc. 1998). Donc, à moins d'un revirement spectaculaire qui prendrait sans doute tout le monde par surprise dans le secteur de l'aviation régionale, il est fort à parier que ces deux transporteurs régionaux, soit Comair et Continental Express, maintiendront encore, pour un certain temps, leur engagement respectif avec leur fournisseur attitré d'avions régionaux à réaction, à savoir Bombardier Aéronautique et son avionnerie Canadair dans le cas du transporteur Comair ; puis l'avionneur brésilien Embraer dans le cas du transporteur régional Continental Express. Ce

phénomène d'engagement contribue donc à la rétention de la clientèle des constructeurs d'avions régionaux, dont la rétention des clients actuels du Regional Jet de Canadair de 50 places. Par contre, il ne faut surtout pas généraliser. En effet, comme nous l'avons vu à la sous-section 3.1.4.3, il arrive à l'occasion que certains transporteurs régionaux rompent avec leurs engagements antérieurs et décident tout à coup de se déverrouiller, pour ainsi dire, avec un type de produit et un fournisseur en particulier et ce, afin de pouvoir s'engager avec un autre fournisseur et un autre type de produit. Rappelons, à cet égard, le cas du transporteur REGIONAL Airlines de France qui a décidé en 1997 de se départir de sa flotte d'avions régionaux à turbopropulsion Saab 2000 de 50 places du constructeur aéronautique Saab Aircraft et ce, dans le but avoué de pouvoir dorénavant concentrer ses activités autour du jet régional de 50 places ERJ-145 d'Embraer. Évidemment, nul besoin de souligner qu'il s'agit-là d'une nouvelle pas trop agréable pour le constructeur suédois Saab Aircraft qui décida finalement, en 1997, de se retirer complètement de la fabrication d'avions régionaux et ce, au plus tard à la mi-1999. Toutefois, la bonne nouvelle pour Saab Aircraft est à l'effet que tous les appareils Saab 2000 que le transporteur REGIONAL Airlines louait d'ailleurs à Saab Aircraft ont rapidement trouvé preneurs ; soulignant par le fait même le dynamisme du marché actuel des avions régionaux d'occasion ou usagés. Rappelons ici qu'avec British Aerospace du Royaume-Uni, Saab Aircraft est l'une des entreprises en aéronautique qui est la plus engagée dans la location d'avions régionaux à moyen et long termes. Ces deux entreprises parlent même de fusionner leurs activités dans ce domaine, comme nous l'avons déjà souligné précédemment.

Enfin, pour conclure sur ces deux mesures de base de la performance de Canadair vue dans une perspective du client portant (1) sur l'acquisition de nouveaux clients et (2) sur la rétention des clients existants, soulignons les quelques faits suivants qui vont nous permettre de prendre la pleine mesure de la performance de Canadair à cet égard. Dans son édition 1995-1996, l'un des manuels de références les plus respectés dans l'industrie aéronautique, à savoir le manuel Jane's All the World's Aircraft, publiait la liste non exhaustive suivante des clients du Regional Jet de Canadair de 50 places, ainsi que le nombre d'appareils qu'ils avaient déjà commandés respectivement, en date du 12 juin 1995, soit : Comair (35 CRJ) ; Air Canada (24 CRJ) ; Lufthansa (23 CRJ) ; Sky West (10 CRJ) ; Lauda Air (7 CRJ) ; Air Littoral (6 CRJ) ; et enfin, Brit Air (6 CRJ) ; auxquels s'ajoutaient 5

autres appareils CRJ en commandes destinés à des clients anonymes ; le tout pour un total de 116 appareils CRJ de 50 places qui avaient été commandés, en date du 12 juin 1995, par 7 clients du CRJ, si l'on ne tient pas compte des clients qui préféraient, à ce moment-là, garder l'anonymat. Si nous nous rapportons maintenant à sa plus récente édition 1998-1999, le manuel Jane's All the World's Aircraft, publiait la liste suivante des clients du Regional Jet de Canadair de 50 places de séries 100 et 200, ainsi que le nombre d'appareils CRJ qu'ils avaient commandés respectivement, en date du 16 février 1998, soit : Comair (80 CRJ) ; Lufthansa (32 CRJ) ; Mesa (32 CRJ) ; Atlantic Southeast Airlines (30 CRJ) ; Air Canada (26 CRJ) ; Atlantic Coast Airlines (18 CRJ) ; Air Littoral (14 CRJ) ; Brit Air (14 CRJ) ; et enfin, Tyrolean d'Autriche, puis les transporteurs régionaux Sky West et Midway des États-Unis qui avaient chacun, en date du 16 février 1998, 10 appareils CRJ en commandes fermes. À cette liste de clients du CRJ de 50 places s'ajoutaient de nombreux autres transporteurs régionaux qui avaient déjà placé, eux aussi, des commandes fermes pour moins de 10 appareils CRJ de 50 places ; le tout pour un grand total de 324 appareils Regional Jet de Canadair de 50 places qui avaient été placés en commandes fermes, en date du 16 février 1998, par 20 clients à travers le monde, selon les données cumulées et publiées par Jane's All the World's Aircraft dans son édition 1998-1999 ; ce qui correspond à 13 clients de plus que dans son édition 1995-1996.

Or, comme nous l'avons vu en détail précédemment à la sous-section 3.1.1.3, ces différents clients du Regional Jet de Canadair de 50 places avaient commandé, en mars 1999, les quantités suivantes d'appareils CRJ de série 100 ou 200 : Comair (110 CRJ) ; Lufthansa (45 CRJ) ; Atlantic Southeast Airlines (45 CRJ) ; Atlantic Coast Airlines (43 CRJ) ; Mesa (32 CRJ) ; Air Canada (26 CRJ) ; Brit Air (20 CRJ) ; Midway (23 CRJ) ; Air Littoral (19 CRJ) ; et enfin, Tyrolean (10 CRJ) et Sky West (35 CRJ) ; auxquels s'ajoutaient de nombreux autres transporteurs régionaux qui avaient placé, eux aussi, des commandes fermes pour des appareils CRJ de 50 places ; le tout pour un grand total de 524 appareils Regional Jet de Canadair de 50 places qui avaient été placés en commandes fermes, en mars 1999, par plus d'une vingtaine de clients du CRJ de série 100 ou 200, selon les données cumulées et publiées par Bombardier Aéronautique (site Internet, avril 1999). Rappelons ici que la sous-section 3.1.1.3 présente la liste complète de tous les clients du Regional Jet de Canadair de 50 places de séries 100 et 200, en date de mars 1999. Donc, pour conclure sur

cette mesure de la performance de l'avionnerie Canadair, les données de marché nous montrent de façon éloquente que le nombre de clients du Regional Jet de Canadair de 50 places a plus que doublé depuis juin 1995 ; ce qui représente une performance plus que favorable pour l'avionnerie Canadair au chapitre de l'acquisition de nouveaux clients. Voilà pour cette mesure de la performance. Quant à la mesure de la performance portant sur la rétention des clients existants du CRJ de 50 places, une simple comparaison du nombre de nouvelles commandes enregistrées auprès des clients de longue date du CRJ de 50 places sera suffisante et surtout très éloquente, pour faire valoir l'argument selon lequel l'avionnerie Canadair ne semble pas avoir trop de difficultés à retenir ses clients actuels du CRJ de 50 places. À notre connaissance, aucun client actuel du Regional Jet de Canadair de 50 places ne s'est encore départi de ses appareils CRJ et ce, dans le but avoué de concentrer ses activités autour d'un autre modèle d'appareil. Ceci étant dit, si nous prenons, par exemple, la liste des 7 clients du CRJ de 50 places qui a été publiée par Jane's All the World's Aircraft dans son édition 1995-1996 et que nous examinons l'augmentation de leurs commandes fermes d'appareils Regional Jet de Canadair de 50 places avec les données cumulées et publiées en mars 1999 par Bombardier Aéronautique que nous avons vu ci-haut, nous arrivons au constat suivant : Comair (+75 CRJ) ; Sky West (+25 CRJ) ; Lufthansa (+22 CRJ) ; Brit Air (+18 CRJ) ; Air Littoral (+13 CRJ) ; et enfin Air Canada (+2 CRJ) et Lauda Air (+1 CRJ) qui sont d'ailleurs les deux seuls de tous ces transporteurs aériens figurant dans la liste des clients publiée par Jane's All the World's Aircraft dans son édition 1995-1996, à ne pas avoir procédé à des renouvellements de commandes substantielles pour des appareils Regional Jet de Canadair de 50 places.

À ces clients de longue date du CRJ de 50 places s'ajoutent les commandes d'achats répétitifs des clients plus récents du CRJ de Canadair qui, dans certains cas, ont procédé eux aussi à des renouvellements de commandes importants d'appareils CRJ. Citons, entre autres, le cas du transporteur régional Atlantic Southeast (ASA) Airlines des États-Unis que nous avons évoqué ci-haut en guise d'exemple d'acquisition de nouveaux clients du CRJ de 50 places. Or, voilà qu'après une première commande d'achat de 30 appareils CRJ-200 en avril 1997 pour une somme de 825 millions $ (600 millions $US), le nombre de commandes fermes de ce transporteur régional avait déjà augmenté de 50%, en mars 1999, pour se situer à 45 appareils CRJ de 50 places en commandes

fermes ; ce qui n'est pas du tout banal pour un nouveau client du Regional Jet de Canadair de 50 places. Notons toutefois que, comme exemple d'acquisition d'un nouveau client du Regional Jet de Canadair de 50 places, le cas de Northwest Airlines n'est pas banal non plus, puisqu'au moment de sa première commande d'achat, il plaça une commande ferme pour 54 appareils CRJ-200LR de Canadair au prix courant approximatif de 1,9 milliard $ (1,3 milliard $US) et ce, en plus de s'être réservée des options d'achat pour 70 autres appareils CRJ (Bombardier, site Internet, avril 1999).

En guise de conclusion sur cette mesure de base de la performance de Canadair portant sur la rétention des clients existants, force est de reconnaître à nouveau que l'avionnerie Canadair affiche une performance relativement favorable à ce chapitre. De plus, comme nous l'avons déjà indiqué précédemment à la sous-section 3.2.1.2, la mesure de base de la performance de Canadair portant sur la rétention des clients existants est considérée, dans la présente, comme une mesure indirecte approximative (proxy) d'une autre mesure de base de sa performance, à savoir celle portant sur la satisfaction de la clientèle du Regional Jet de Canadair de 50 places. Or, puisque la performance de l'avionnerie Canadair nous semble tout à fait favorable au chapitre de la rétention de ses clients existants, nous pouvons donc conclure, par voie d'extension, que sa performance au niveau de la satisfaction de sa clientèle du CRJ de 50 places nous semble, là-aussi, assez favorable, si l'on tient compte de certains cas-types (p. ex, Comair). Voilà ce qui complète les cinq mesures de base de la performance de Canadair vue dans une perspective du client dont deux mesures, soit la rentabilité de chaque client du CRJ et la satisfaction de la clientèle du CRJ de 50 places n'ont pu être établies directement en raison de la non disponibilité des données. De façon indirecte, rien ne nous laisse croire que l'avionnerie Canadair puisse faire l'objet d'une déficience quelconque vis-à-vis ces deux mesures de base de sa performance, compte tenu de la rentabilité d'ensemble du Groupe Bombardier Aéronautique auquel l'avionnerie Canadair est rattachée et de la performance de Canadair relativement à d'autres mesures de base de sa performance comme, par exemple, la part de marché du CRJ de 50 places, l'acquisition de nouveaux clients et la rétention des clients existants qui sont tous des mesures de base où la performance de Canadair nous semble hautement favorable ; ce qui nous amène à conclure sur toute cette question.

3.2.1.8 Performance favorable de Canadair selon la perspective du client

Prenant acte, d'une part, de la performance de Canadair au chapitre de la part de marché de son CRJ de 50 places sur l'ensemble du marché des avions régionaux de 20 à 90 sièges, à savoir 27,6% de part de marché (133 CRJ de 50 places commandés sur un total de 482 avions régionaux) ; puis de sa part de marché dans le créneau de marché spécifique des avions régionaux à réaction de 20 à 90 sièges, soit 40% de part de marché dans ce créneau (133 appareils CRJ de 50 places commandés sur un total de 337 avions régionaux à réaction commandés auprès de tous les constructeurs aéronautiques) ; et, d'autre part, prenant acte également de sa performance aux chapitres de l'acquisition de nouveaux clients et de la rétention de ses clients actuels du CRJ de 50 places ; conséquemment nous pouvons conclure que la performance de l'avionnerie Canadair vue dans une perspective du client relativement à son appareil Regional Jet de Canadair de 50 places nous semble, somme toute, relativement favorable.

Quant à savoir si cette performance est satisfaisante, seuls les dirigeants de l'entreprise, ses actionnaires ou ses propriétaires, peuvent en décider. Reste deux inconnues au tableau, à savoir les mesures de base de la performance de Canadair vue dans une perspective du client portant sur la rentabilité de chaque client et sur la satisfaction de la clientèle du CRJ de 50 places. Le point étant fait sur cette question concernant la performance de Canadair, notamment sa performance vue dans une perspective du client ; il nous reste à analyser la performance technologique de Canadair au niveau de son avion de transport régional de 50 places ; laquelle performance technologique est un construit qui découle en bonne partie des caractéristiques proprement dites de cet appareil et du mix de celles-ci dans ledit produit et, plus spécifiquement, le CRJ-200ER. Aussi, en s'appuyant sur les travaux de Kaplan et Norton, nous savons que lesdites caractéristiques représentent un élément important de la "proposition de valeur" de l'avionnerie Canadair à sa clientèle du CRJ-200ER et, ce faisant, elles constituent donc un élément important de sa performance, notamment sa performance vue dans une perspective du client, tel que stipulé dans le libellé de notre question de recherche et tel que montré dans les figures 2.1 et 2.2 que nous avons présentées précédemment au chapitre 2.

3.2.2 Performance technologique de Canadair avec son CRJ-200ER

Compte tenu de la vive concurrence à laquelle est aux prises Bombardier Aéronautique et son avionnerie Canadair avec son appareil Regional Jet de Canadair de 50 places, il nous apparaît opportun d'analyser en priorité les caractéristiques du CRJ-200ER de Canadair par rapport à celles de son principal concurrent actuel sur l'ensemble du marché des avions régionaux et, plus spécifiquement, dans le créneau de marché spécifique des avions régionaux à réaction, à savoir le jet régional de 50 places ERJ-145 du constructeur aéronautique brésilien Embraer, en particulier la version ER (Extended Range) à rayon d'action élargi (ERJ-145ER) afin de comparer des appareils qui soient vraiment concurrentiels.

3.2.2.1 Tableaux des caractéristiques des avions régionaux

Ceci étant dit, le tableau 3.9 dans les pages suivantes nous brosse un portrait détaillé des principales caractéristiques que nous avons répertoriées relativement au Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) et à son plus proche rival, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer. Par ailleurs, afin de ne pas surcharger inutilement le présent document, les tableaux de caractéristiques de tous les autres modèles d'avions régionaux sélectionnés dans la présente, pour fins d'analyse comparative, sont fournis en annexe C de ce document ; incluant à nouveau le tableau des caractéristiques du CRJ-200ER de Canadair et du jet régional ERJ-145ER d'Embraer afin que cette annexe soit complète. Qui plus est, dans le but de faciliter le repérage des informations contenues dans ces différents tableaux de caractéristiques des appareils, nous avons cherché à standardiser quelque peu leur présentation en assignant, par exemple, un numéro d'identification à chacune des lignes et des colonnes de ces différents tableaux ; lequel numéro est le même d'un tableau à l'autre et d'un modèle appareil à l'autre. En tout, c'est donc 125 lignes de données ou d'informations qui apparaissent dans chacun de ces tableaux de caractéristiques des avions régionaux faisant partie de notre analyse comparative.

Un mot avant d'entamer notre analyse des caractéristiques des appareils. Compte tenu du caractère foncièrement illustratif de cette étude de cas descriptive dans le cadre de ce travail qui se veut strictement académique, l'analyse comparative qui va suivre ne vise pas à discuter de tous les tenants et aboutissants liés à chacune des caractéristiques du CRJ-200ER de Canadair et celles des autres produits concurrents sur le marché qui font partie de notre analyse, notamment le jet régional ERJ-145ER d'Embraer. En clair, cela signifie que la précision des données concernant les caractéristiques du Regional Jet de Canadair de 50 places et celles concernant tous les autres avions régionaux sélectionnés dans la présente pour fins d'analyse comparative, n'a pas besoin d'être celle d'un devis de conception ou d'un devis de fabrication. Là n'est pas du tout le but poursuivi par les revues spécialisées de l'industrie qui publient ces données sur lesquelles nous nous appuyons et là n'est pas non plus le but poursuivi dans ce travail qui s'inscrit, rappelons-le, dans le domaine d'étude du management de la technologie et non dans celui de l'aéronautique. Nonobstant ce fait, nous sommes néanmoins confiants que la majorité des données contenues dans ces divers tableaux de caractéristiques des appareils comportent peu d'erreurs. L'analyse qui suit vise uniquement à illustrer avec un cas réel et des données factuelles un aspect particulier du concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous voulons développer dans la présente, à savoir le potentiel stratégique technologique de Canadair qui est ainsi "révélé" au niveau de son Regional Jet de Canadair de 50 places, en particulier au niveau de ses caractéristiques et du mix de celles-ci dans ledit appareil, le CRJ-200ER.

Néanmoins, précisons que ce qui importe le plus, dans notre analyse, ce n'est pas tant la valeur per se d'une caractéristique d'un appareil ou sa précision, autant que sa position relative par rapport aux autres avions régionaux faisant partie de notre analyse. Concrètement, cela signifie que nous allons faire davantage usage de nombreuses courbes qui vont permettre à notre lecteur de constater de visu la position relative du CRJ-200ER de Canadair au niveau de ses caractéristiques et ce, par rapport à celles des autres produits concurrents, en particulier son principal rival, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer. Cette analyse comparative est donc basée sur l'examen d'une caractéristique à la fois. Lorsque l'occasion se prêtera, nous glisserons quelques mots sur les caractéristiques des autres avions régionaux de Bombardier Aéronautique qui mériteraient d'être

soulignées (p. ex., le Regional Jet de Canadair de 70 places (CRJ-700) ; puis les appareils Dash 8Q de de Havilland). Examinons à présent quelques-unes des caractéristiques qui distinguent le CRJ-200ER de Canadair des autres avions régionaux et ce, en procédant de façon systématique par celles figurant au haut de la liste dans les divers tableaux de caractéristiques des avions régionaux qui sont regroupées en différentes rubriques pour faciliter notre tâche (p. ex., la rubrique portant sur les dimensions extérieures (ligne 15) des appareils ; la rubrique portant sur les dimensions intérieures (ligne 22) ; ainsi de suite).

Tableau 3.9 Caractéristiques du CRJ-200ER de Canadair et du ERJ-145ER d'Embraer.

-	1	2	3
1	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	Bombardier - Canadair	Embraer
2	• Modèle / Type	CRJ-200ER	ERJ-145ER
3	COÛT D'ACQUISITION ESTIMÉ PAR B/CA avec	19 700 000 $US*	15 400 000 $US
4	équipements de base	-	-
5	• Coût d'acquisition par siège de passagers offert	[394 000 $US/ siège]	[308 000 $US/ siège]
6	• par siège-kilomètre offert	[129,4 $US/ siège-km]	[125,2 $US/ siège-km]
7	• par kilogramme de charge payante	[3 168,2 $US/ kg]	[2 846,6 $US/ kg]
8	• par tonne-kilomètre de charge payante	[2 023,1 $US/ tonne-km]	[1 133,6 $US/ tonne-km]
9	CARACTÉRISTIQUES DE BASE DE L'APPAREIL	-	-
10	• Nombre de sièges en configuration standard	3 + 50	3 + 50
11	• Pas de siège (Seat Pitch)	{ 31,0 po } 78,7 cm	{ 31.0 po } 78,7 cm
12	• Nombre de sièges par rangée	4	3
13	• Type d'ailes (ailes hautes versus ailes basses)	Ailes basses	Ailes basses
14	• Niveaux de bruit au décollage // à l'approche	78,6 // 92,1 EPNdB	82,0 // 92,0 EPNdB
15	DIMENSIONS EXTÉRIEURES	-	-
16	• Longueur hors tout	{ 87,8 pi } 26,76 m	{ 98,0 pi } 29,87 m
17	• Hauteur hors tout	{ 20,4 pi } 6,22 m	{ 22,2 pi } 6,77 m
18	• Envergure (Span)	{ 69,6 pi } 21,21 m	{ 65,8 pi } 20,05 m
19	• Surface ailaire nette	{ 520,45 pi^2 } 48,35 m^2	{ 535 pi^2 } 49,7 m^2
20	• Coefficient « Wing Loading » (surf. ailaire nette)	[478,44 kg/m^2]	[414,5 kg/m^2]
21	• Rayon de braquage (Turn Radius)	{ 75,0 pi } 22,86 m	{ 64,0 pi } 19,50 m
22	DIMENSIONS INTÉRIEURES	-	-
23	• Longueur de la cabine, excluant poste de pilotage	{ 48,4 pi } 14,75 m	{ 54,1 pi } 16,49 m
24	• Largeur de la cabine, au niveau de l'axe	{ 8,4 pi } 2,56 m	{ 6,9 pi } 2,10 m
25	• Ratio longueur/largeur de la cabine de passagers	[5,76 : 1]	[7,85 : 1]
26	• Superficie approxim. par passager (p/r à l'axe)	[{ 8,13 pi^2 } 0,755 m^2]	[{ 7,46 pi^2 } 0,692 m^2]
27	• Hauteur libre maximale dans la cabine	{ 6,1 pi } 1,86 m	{ 6,0 pi } 1,83 m
28	• Volume de bagages par passager	{ 9,7 pi^3 } 0,27 m^3	{ 6,5 pi^3 } 0,184 m^3
29	CAPACITÉ DE L'APPAREIL EN MATIÈRE DE CARGO OU DE FRET	[CRJ-100ER]	-
30	• Superficie de plancher dans la soute à bagages	{ 56 pi^2 } 5,202 m^2	{ 43 pi^2 } 3,995 m^2
31	• Volume disponible dans la soute à bagages	{ 314 pi^3 } 8,891 m^3	{ 325 pi^3 } 9,203 m^3
32	• Masse maximale de fret ou de cargo	{ 3 500 lb } 1 588 kg	{ 2 645 lb } 1 200 kg

Tableau 3.9 (suite) Caractéristiques du CRJ-200ER de Canadair et du ERJ-145ER d'Embraer.

-	1	2	3
-	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	Bombardier - Canadair	Embraer
-	• Modèle / Type	CRJ-200ER	ERJ-145ER
33	• Capacité résiduelle de cargo lorsque le taux	-	-
34	d'occupation de l'appareil est à : 100 %	{ 2 250 lb } 1 020 kg	{ 1 395 lb } 633 kg
35	80 %	{ 2 500 lb } 1 134 kg	{ 1 645 lb } 746 kg
36	60 %	{ 2 500 lb } 1 247 kg	{ 1 895 lb } 860 kg
37	40 %	{ 3 000 lb } 1 361 kg	{ 2 145 lb } 973 kg
38	PROPULSION DE L'APPAREIL	-	-
39	• Nombre et type de moteur	2 Turboréacteurs	2 Turboréacteurs
40	• Manufacturier du moteur / Modèle	GE / CF34-3B1	R-R Allison / AE3007A
41	• Puissance par moteur	9 220 lb** de poussée	7 426 lb de poussée
42	• Coefficient « Power Loading »	[2,77 lb/ lb de poussée]	[3,06 lb/ lb de poussée]
43	PRESSURISATION DE L'APPAREIL (différentiel de pression)	8,3 psi	7,8 psi
44	CARACTÉRISTIQUES CONCERNANT LA MASSE DE L'APPAREIL	-	-
45	• Masse maximale sur l'aire de trafic ou la rampe	{ 51 250 lb } 23 247 kg	{ 45 635 lb } 20 700 kg
46	• Masse maximale au décollage (MTOW)	{ 51 000 lb } 23 133 kg	{ 45 415 lb } 20 600 kg
47	• Masse maximale à l'atterissage (MLW)	{ 47 000 lb } 21 319 kg	{ 41 226 lb } 18 650 kg
48	• Masse maximale sans carburant (ZFW)	{ 44 000 lb } 19 958 kg	{ 37 689 lb } 17 095 kg
49	• Masse à vide en ordre d'exploitation (OEW)	{ 30 292 lb } 13 740 kg	{ 25 772 lb } 11 690 kg
50	• Charge payante maximale (Maximum Payload)	{ 13 708 lb } 6 218 kg	{ 11 917 lb } 5 405 kg
51	• % charge pay. max. p/r masse max. au décollage	[26,9 %]	[26,2 %]
52	• Masse maximale de carburant	{ 14 305 lb } 6 489 kg	{ 9 199 lb } 4 173 kg
53	• % masse max. de carb. p/r masse max. au décol.	[28,0 %]	[20,2 %]
54	• Capacité des réservoirs standards de carburant	8 081 litres	5 146 litres
55	• Charge payante disponible avec le max. de carb.	{ 6 653 lb } 3 018 kg	{ 10 664 lb } 4 837 kg
56	• % charge payante disp. p/r à la charge pay. max.	[48,5%]	[89,5 %]
57	• Carburant disponible avec la charge payante max.	{ 7 250 lb } 3 289 kg	{ 7 946 lb } 3 604 kg
58	• % carburant disp. p/r à la masse max. de carb.	[50,7 %]	[86,4 %]
59	RAYON D'ACTION DE L'APPAREIL	-	-
60	• Rayon d'action avec le max. de passagers (PAX)	3 045 km (50 PAX)	2 460 km (50 PAX)
61	• Capacité de l'appareil en termes de sièges-km	[152 250 sièges-km]	[123 000 sièges-km]
62	• Rayon d'action avec le max. de charge payante	1 566 km (6 218 kg)	2 511 km (5 410 kg)
63	• Capacité en termes de charge pay et kilométrage	[9 737,4 tonnes-km]	[13 584,5 tonnes-km]
64	• Rayon d'action avec le maximum de carburant	3 045 km (8 081 litres)	3 031 km (5 146 litres)
65	• Rayon d'action spécifique de l'appareil avec	[0,377 km/ litre de carb.]	[0,589 km/ litre de carb.]
66	le maximum de carburant dans les réservoirs	[2,65 litres/km]	[1,69 litres/km]
67	LONGUEUR DE PISTE AU DÉCOLLAGE	-	-
68	• Conditions atmosphériques: « BFL, S/L, ISA »	{ 5 800 pi } 1 768 m	{ 6 450 pi } 1 966 m
69	• Distance de décol. p/r à la masse max. au décol.	[76,21 m/ 1 000 kg]	[95,4 m/ 1 000 kg]
70	• Conditions atmosphériques: « 5 000 pi, +20°C »	{ 9 250 pi } 2 819 m	{ 8 848* pi } 2 697 m
71	PERFORMANCE DE L'APPAREIL LORS DE L'ASCENSION	-	-
72	• Taux avec tous les moteurs en fonctionnement	{ 3 555 fpm } 1 084 m/min	{ 2 300 fpm } 701 m/min
73	• Taux avec un moteur hors d'usage	{ 1 070 fpm } 326 m/min	{ 570 fpm } 174 m/min
74	• % de la capacité avec un moteur hors d'usage	[30,1 %]	[24,8 %]
75	PLAFOND PRATIQUE	-	-
76	• Plafond avec tous les moteurs en fonctionnement	{ 41 000 pi } 12 497 m	{ 37 000 pi } 11 278 m
77	• Plafond avec un moteur hors d'usage	{ 18 250 pi } 5 563 m	{ 16 700 pi } 5 090 m

Tableau 3.9 (suite) Caractéristiques du CRJ-200ER de Canadair et du ERJ-145ER d'Embraer.

-	1	2	3
-	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	Bombardier - Canadair	Embraer
-	• Modèle / Type	CRJ-200ER	ERJ-145ER
78	PERFORMANCE EN VOL DE L'APPAREIL	-	-
79	• Vitesse de croisière élevée (Max. Cruising Speed)	467 kt	450 kt
80	• Consommation à vitesse de croisière élevée	- [FL 410]	1 000 kg/h [FL 350]
81	• Vit. de croisière optim. (Long Range Cruising Sp.)	430 kt	385 kt
82	• Consommation à vitesse de croisière optimale	1 135 kg/h [FL 390]	800 kg/h [FL 350]
83	• Vitesse TAS (True Airspeed)	459 kt	452 kt
84	• Consommation horaire de carburant	{ 2 600 lb/h } 1 180 kg/h	{ 2 562 lb/h } 1 162 kg/h
85	• Niveau de vol (FL: Flight Level)	FL 370	FL 330
86	PRODUCTIVITÉ DE L'APPAREIL EN MISSION	-	-
87	MISSION DE 275 SM Étapes/carburant	3	2
88	Nombre de passagers	50	50
89	Temps total des moteurs	9,30 h	9,36 h
90	Quantité totale de carburant	23 462 lb	20 697 lb
91	Quantité de carburant/ heure	[2 522,8 lb/h]	[2 211,2 lb/h]
92	Nombre de voyages	12	11
93	Sièges-milles parcourus	165 000 sièges-milles	151 250 sièges-milles
94	Sièges-milles parcourus/ heure	17 748 sièges-milles/h	16 157 sièges-milles/h
95	Sièges-milles/ livre de carburant	7,03 sièges-milles/lb	7,31 sièges-milles/lb
96	Vitesse moyenne	308 kt	281 kt
97	Quantité de carburant/ mission	1 955 lb	1 882 lb
98	Niveau de vol (Flight Level)	FL 310	FL 290
99	MISSION DE 400 SM Étapes/carburant	2	2
100	Nombre de passagers	50	50
101	Temps total des moteurs	10,17 h	9,88 h
102	Quantité totale de carburant	25 388 lb	22 025 lb
103	Quantité de carburant/ heure	[2 496,4 lb/h]	[2 229,2 lb/h]
104	Nombre de voyages	10	9
105	Sièges-milles parcourus	200 000 sièges-milles	180 000 sièges-milles
106	Sièges-milles parcourus/ heure	19 661 sièges-milles/h	18 211 sièges-milles/h
107	Sièges-milles/ livre de carburant	7,88 sièges-milles/lb	8,17 sièges-milles/lb
108	Vitesse moyenne	342 kt	317 kt
109	Quantité de carburant/ mission	2 539 lb	2 447 lb
110	Niveau de vol (Flight Level)	FL 370	FL 330
111	MISSION DE 800 SM Étapes/carburant	1	1
112	Nombre de passagers	50	50
113	Temps total des moteurs	10,66 h	9,32 h
114	Quantité totale de carburant	27 289 lb	22 294 lb
115	Quantité de carburant/ heure	[2 560 lb/h]	[2 392,1 lb/h]
116	Nombre de voyages	6	5
117	Sièges-milles parcourus	240 000 sièges-milles	200 000 sièges-milles
118	Sièges-milles parcourus/ heure	22 521 sièges-milles/h	21 471 sièges-milles/h
119	Sièges-milles/ livre de carburant	8,79 sièges-milles/lb	8,97 sièges-milles/lb
120	Vitesse moyenne	391 kt	373 kt
121	Quantité de carburant/ mission	4 548 lb	4 459 lb
122	Niveau de vol (Flight Level)	FL 370	FL 330

Tableau 3.9 (suite) Caractéristiques du CRJ-200ER de Canadair et du ERJ-145ER d'Embraer.

-	1	2	3
-	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	Bombardier - Canadair	Embraer
-	• Modèle / Type	CRJ-200ER	ERJ-145ER
123	AVIONIQUE (Système d'instrumentation)	Collins Pro Line IV	Honeywell Primus 1000
124	CERTIFICATION DE L'APPAREIL	FAR/JAR 25, 1993	FAR 25, 1996
125	REMARQUES	* Prix en $US de 1995 ** Avec réserve auxiliaire de puissance (APR) *** Flight Int'l (May '96)/ CRJ-100ER	• Masse limitée à 42 542 lb

Source : Multiple, dont les manufacturiers des appareils ; les revues Business & Commercial Aviation (May 1997; May 1998) et Flight Int'l (12 - 18 Aug. 1998) ; la Regional Airline Association (RAA. 1998 Annual Report ; le manuel Jane's All the World's Aircraft (1998-99); et l'auteur pour les données [entre parenthèses] et pour la compilation.

3.2.2.2 Coût d'acquisition

Sans doute l'une des premières caractéristiques des avions régionaux qui intéresse le plus les transporteurs aériens est leur coût d'acquisition ; lequel, dans notre schéma d'analyse, représente une caractéristique dite "économique". Dans le secteur de l'aviation régionale, tout comme d'ailleurs dans plusieurs autres secteurs liés à l'aviation civile (p. ex., l'aviation d'affaires ; l'aviation commerciale ; etc.), un transporteur aérien a souvent le choix d'être soit propriétaire de ses appareils ou bien locataire. D'un point de vue financier ou fiscal, il y a des différences notables entre les deux options. En bref, lorsque le transporteur aérien est propriétaire de ses appareils, ceux-ci constituent un actif tangible qui peut être amorti sur plusieurs années et ce, avec la possibilité de disposer de cet actif durant ou à la fin de sa vie utile et ainsi donner lieu à un gain (ou perte) sur disposition d'actif. La valeur résiduelle du matériel volant est estimée à environ 15 à 20% de sa valeur ; ce qui n'est pas du tout négligeable. De plus, la possession de matériel volant, tels des avions régionaux, donne lieu également à une dépense d'amortissement qui, même si celle-ci ne constitue pas un mouvement de trésorerie, elle est néanmoins considérée comme une charge d'exploitation. De ce fait, cette dépense est déductible d'impôts sur le revenu ; influant directement sur le bénéfice d'exploitation du transporteur aérien.

En contrepartie, lorsque le transporteur aérien est locataire de ses appareils par le biais, par exemple, d'un contrat de location-exploitation ou de crédit-bail (leasing) avec le constructeur aéronautique ou avec un tierce-partie, les coûts afférents à la location de ses appareils constituent une dépense d'exploitation (p. ex., charge locative) et, de ce fait, ces coûts de location sont donc déductibles des revenus d'exploitation ; ce qui influe directement sur le bénéfice d'exploitation du transporteur aérien. Prenons un exemple concret pour illustrer ce point.

La compagnie aérienne Air Canada, par exemple, affrétait elle-même au cours de son exercice financier clos le 31 décembre 1998, 25 appareils Regional Jet de Canadair de 50 places, dont 23 était sous forme de location-exploitation à l'intérieur de son parc aérien qui comprenait, à ce moment-là, 157 appareils (hormis les appareils de ses filiales ou de ses transporteurs régionaux) dont 71 étaient en propriété ; 86 en location-exploitation ; et enfin, 13 appareils étaient toujours en commande à la fin de son exercice clos le 31 décembre 1998 (Air Canada. Rapport annuel 1998, p. 38). Le cas de la compagnie aérienne Air Canada illustre bien l'importance du recours à la location-exploitation comme moyen d'accès à du matériel volant, tels ses 25 appareils Regional Jet de Canadair de 50 places. Rappelons ici qu'Air Canada est sans doute l'une des seules compagnies aériennes nationales et internationales à opérer elle même ses appareils Regional Jet de Canadair, la majorité des exploitants du CRJ étant des transporteurs régionaux qui sont, soit indépendants, soit affiliés à une grande compagnie aérienne, ou soit un franchisé d'une compagnie aérienne.

Outre cet aspect du coût d'acquisition d'un avion régional (en propriété versus en location-exploitation), certains constructeurs aéronautiques, en plus d'offrir à leur clientèle divers services de financement et de gestion des actifs, peuvent aussi leur offrir d'autres avantages intéressants, tels des taux d'intérêt préférentiels qui peuvent avoir un impact parfois très significatif sur le coût de financement à long terme d'un actif comme, par exemple, une flotte d'avions de lignes régionales et internationales. En soulevant cette question, nous faisons évidemment référence au cas de la Société brésilienne Embraer qui, de concert avec le programme ProEx (Programa de Finenciamento as Exportaçoes) de financement des exportations qui fut institué en juin 1991 par le gouvernement brésilien, lui a permis d'offrir aux acheteurs étrangers de ses avions régionaux, à tout le moins

pendant un certain temps, des taux d'intérêt plus avantageux que ceux qu'ils pouvaient obtenir sur les marchés financiers internationaux par le biais, entre autres, d'un mécanisme de péréquation des taux d'intérêt, comme nous l'avons expliqué en détail précédemment à la sous-section 3.1.3.

Ceci étant dit, le tableau 3.9 vu dans les pages précédentes indique un coût d'acquisition de l'ordre de 19,7 millions $US 1995 pour le Regional Jet de Canadair de 50 places versus un coût d'acquisition de 15,4 millions $US pour le jet régional ERJ-145ER d'Embraer, selon les estimations de la revue Business & Commercial Aviation (B/CA, May 1998, p. 69). Pour une raison non expliquée, la revue B/CA utilise un coût d'acquisition estimé du CRJ-200ER de Canadair en dollars américains de 1995. Toutefois, un examen de certaines transactions récentes impliquant le CRJ-200ER de Canadair montrent une valeur sur le marché qui avoisine davantage les 21,3 millions $US. C'est le cas des 3 appareils CRJ-200ER qui ont été commandés en décembre 1998 par le transporteur régional Midway Airlines de Raleigh-Durham en Caroline du Nord ; le tout pour une valeur de 64 millions $US, soit 21,3 millions $US par appareil. Précisons que les estimations de B/CA prennent en considération, dans le coût d'acquisition de chaque appareil, certains équipements de base qui sont normalement offerts en options par les fabricants d'avions. Ainsi, le coût d'acquisition estimé par B/CA de chaque appareil comporte donc les mêmes équipements optionnels.

Concrètement, cela signifie que le Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) a un coût d'acquisition qui est 28% supérieur à celui du jet régional ERJ-145ER d'Embraer, si l'on tient compte de l'estimation de B/CA (May 1998), soit 19,7 millions $US 1995 par appareil pour un CRJ-200ER de Canadair versus 15,4 millions $US pour un jet régional ERJ-145ER d'Embraer. Puis, cette différence s'élève à plus de 38% si l'on tient compte, cette fois-ci, de la valeur marchande d'un appareil CRJ-200ER (21,3 millions $US) ; ce qui, évidemment, est une différence qui ne peut être considérée comme négligeable compte tenu du fait que les transporteurs aériens achètent souvent plus d'un seul appareil à la fois lors d'une transaction et compte tenu du fait aussi qu'une première commande d'achat offre la possibilité que des renouvellements de commandes d'appareils pourraient avoir lieu.

Par ailleurs, rappelons ici que le coût d'acquisition estimé par B/CA (May, 1998) du CRJ-200ER de Canadair, tout comme d'ailleurs sa valeur marchande qui est annoncée au moment d'une transaction, ne sont pas le prix réel payé par l'acheteur d'un appareil CRJ-200ER de Canadair ; concurrence oblige. Selon des sources d'informations bien informées, le prix réel d'un appareil CRJ-200ER de Canadair sur le marché était d'environ 17 millions $US l'unité au moment où les acheteurs du jet régional ERJ-145 d'Embraer pouvaient encore bénéficier du programme ProEx de financement des exportations qui était offert par le gouvernement brésilien ; lequel programme, rappelons-le, fut invalidé en mars 1999 par l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC, 1999). Rappelons ici que le coût d'acquisition de tous les autres avions régionaux faisant partie de notre analyse apparaît dans les divers tableaux de caractéristiques fournis en annexe C.

L'estimation du coût d'acquisition des deux nouvelles séries d'avions régionaux de 70 places de Bombardier Aéronautique qui sont actuellement en cours de développement ou d'essais en vol, soit le CRJ-700 de Canadair et le Dash 8Q-400 de de Havilland, est un peu plus complexe en raison du fait que ces deux nouvelles séries d'avions régionaux ne faisaient pas partie des avions régionaux recensés par la revue B/CA (May 1998) dans son guide annuel, car ceux-ci ne sont pas encore en service. Dans son édition du 22 juin 1998, la revue Aviation Week & Space Technology affirmait que le prix de vente du Dash 8Q de série 400 de de Havilland se situait aux alentours de 18 millions $US, alors que celui du CRJ-700 de Canadair se situait à environ 23 millions $US l'unité (AW&ST, June 22, 1998, p. 44). Par contre, lorsque l'on examine la valeur des premières transactions qui ont eu cours avec ces deux nouvelles séries d'appareils de 70 places, force est de constater qu'il existe des différences importantes entre le prix de vente affiché et la valeur annoncée des appareils au moment d'une transaction. C'est ainsi, par exemple, qu'en août 1997, le transporteur régional SAS Commuter (Scandinavian Airlines System) de Suède plaça une première commande d'achat pour 15 exemplaires du nouvel appareil biturbopropulsé Dash 8Q de série 400 de 70 places de de Havilland pour une valeur de 350 millions $US, assortie de commandes conditionnelles et d'options d'achat pour 18 autres appareils Dash 8 de série 300 ou 400, dépendant de la façon dont ses besoins vont se préciser au cours des prochains mois ou des prochaines années (Flight, Dec. 3, 1997, p. 6).

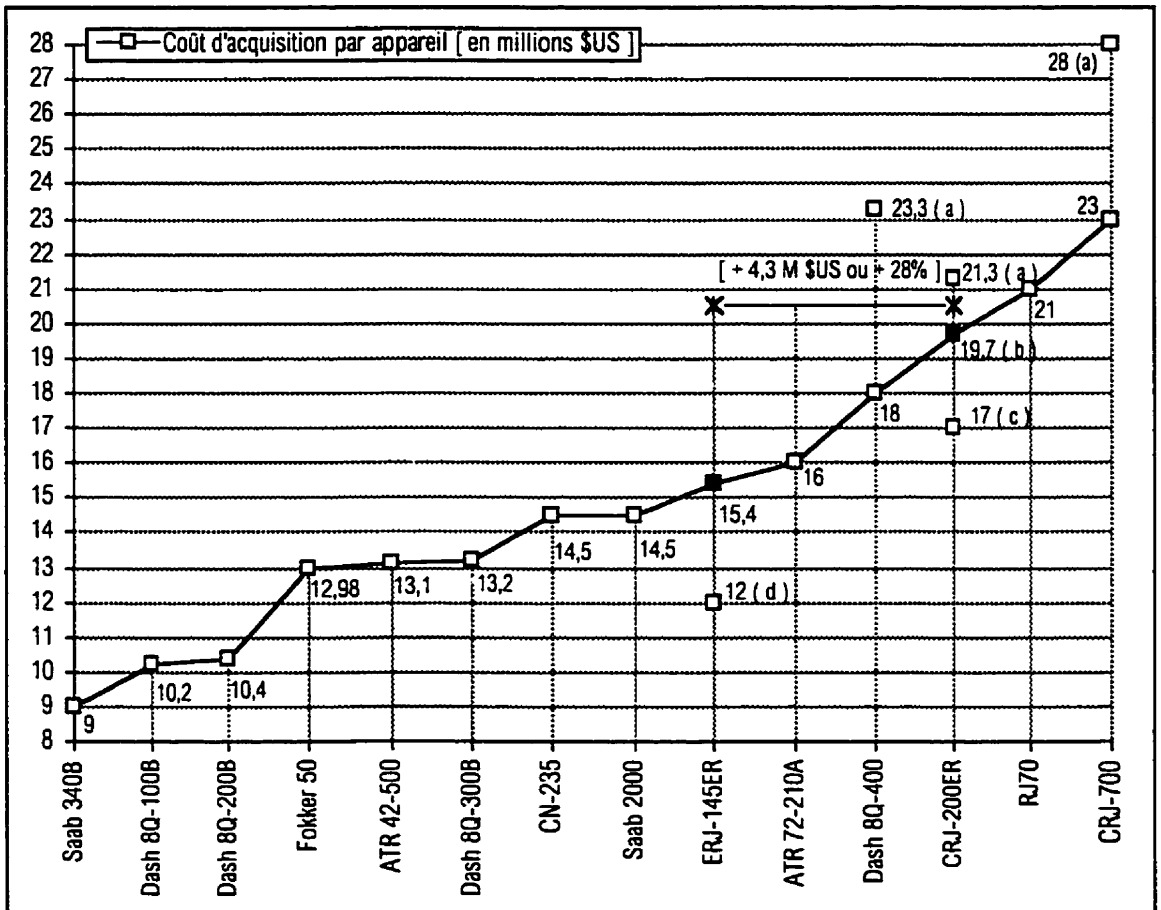
Dès lors, sur la base de cette transaction, il se dégage un coût d'acquisition moyen de 23,3 millions $US par appareil. Dans cette même veine, en juillet 1998, SAS Commuter récidive à nouveau en procédant à une deuxième commande d'achat pour 2 appareils Dash 8Q-400 additionnels pour une valeur de 45 millions $US ; ce qui correspond, à ce moment-là, à un coût d'acquisition unitaire moyen de 22,5 millions $US. Ainsi, nous avons un écart de 4,5 à 5,3 millions $US par appareil, soit 25% à 29,4% de plus que le prix de liste annoncé par la revue AW&ST (June 22, 1998, p. 44). Un problème similaire se pose avec le coût d'acquisition du Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 places. En effet, en 1997, le client de lancement nord-américain du CRJ-700, soit le transporteur régional American Eagle Airlines (AMR Eagle) des États-Unis commanda 25 appareils CRJ-700 de Canadair avec une configuration intérieure de 70 passagers, en plus de s'être réservé des options d'achat pour 25 appareils additionnels ; le tout pour une valeur de 1,4 milliard $US (Flight, Feb. 18, 1998, p. 10). À nouveau, sur la base de cette première transaction, il se dégage un coût moyen d'acquisition de 28 millions $US par appareil ; ce qui, à nouveau, est loin du prix de liste annoncé par la revue hebdomadaire Aviation Week & Space Technology qui parle plutôt d'un prix de vente qui se situerait aux alentours de 23 millions $US, soit un écart de 5 millions $US par appareil ou 27,7% (AW&ST, June 22, 1998, p. 44).

Évidemment, il faut se rappeler ici que le prix de liste affiché de chacun de ces appareils n'est sans doute pas le prix réel payé par les premiers acheteurs de ces deux nouvelles séries d'avions régionaux ; lequel prix réel étant, en général, gardé confidentiel. Dans un tel contexte, au lieu de spéculer ou de décider de façon arbitraire du coût d'acquisition de l'un ou l'autre de ces deux nouveaux avions régionaux de 70 places de Bombardier Aéronautique, soit le Dash 8Q-400 de de Havilland et le CRJ-700 de Canadair, nous allons plutôt utiliser le prix de vente annoncé par la revue AW&ST pour chacun des appareils comme étant un prix de vente de base ou prix de liste, comme on dit communément ; puis, nous allons ensuite montrer dans les figures 3.7 et 3.8 qui vont suivre dans les pages suivantes la façon avec laquelle la position relative de ces deux nouvelles séries d'avions régionaux de Bombardier Aéronautique changent si l'on tient compte du coût d'acquisition moyen estimé à partir de la valeur des premières transactions, soit 23,3 millions $US l'unité pour le Dash 8Q-400 de de Havilland ; puis 28 millions $US l'unité pour le CRJ-700 de Canadair. Mais il n'y

a pas que le prix de vente des appareils Dash 8Q-400 et CRJ-700 qui cause problème pour établir la position relative des avions régionaux faisant partie de notre analyse comparative relativement à cette caractéristique, soit leur coût d'acquisition (ligne 4). En effet, le coût réel d'acquisition du jet régional de 50 places ERJ-145ER d'Embraer est tout aussi problématique, car pour revenir brièvement sur le coût d'acquisition de cet appareil, rappelons que son prix réel payé sur le marché est biaisé par les taux de financement nettement avantageux que peuvent obtenir les acheteurs étrangers d'avions régionaux d'Embraer sur 85% du coût d'acquisition de chaque appareil qui est estimé par B/CA (May 1998) à 15,4 millions $US et ce, moyennant un paiement initial de 15%. Dans les faits, ces taux d'intérêt préférentiels qui sont obtenus par le biais d'un mécanisme de péréquation prévu au programme ProEx, comme nous l'avons expliqué en détail à la sous-section 3.1.3, peuvent selon certains observateurs du secteur de l'aviation régionale, faire diminuer le coût d'acquisition d'un appareil ERJ-145 d'Embraer d'environ 3,5 à 3,8 millions $US. Par contre, une étude effectuée par le cabinet conseil Ernst & Young pour le compte de la Société Bombardier Inc. fait plutôt état de rabais directs allant de 1,9 à 2,5 millions par appareil pour des avions coûtants de 11,7 à 15,3 millions $ (La Presse, 11 juillet 1998, p. 18). Dans son édition de septembre 1998, la revue B/CA reprend les arguments de la Société Bombardier Inc. en affirmant qu'un tel crédit mensuel de 3,8% sur le taux d'intérêt peut faire diminuer le coût d'acquisition de chaque appareil ERJ-145 d'Embraer de 2,5 millions $US sur la base d'un financement sur une échéance de 15 ans.

Enfin, quel que soit le montant exact des économies réalisées, un fait demeure, les taux d'intérêt préférentiels que peuvent obtenir les acheteurs étrangers d'avions régionaux d'Embraer entraînent une différence significative au niveau du coût réel d'acquisition d'un jet régional ERJ-145ER d'Embraer par rapport au CRJ-200ER de Canadair, si l'on tient compte des économies réalisées au niveau du financement des appareils. Par exemple, si l'on en croit la revue B/CA, American Eagle (AMR Eagle) qui, rappelons-le, est le plus important groupe de transporteurs régionaux aux États-Unis, aurait payé, semble-t-il, à peine 12 millions $US par unité pour ses 42 appareils ERJ-145 qu'il a commandé en 1997 (B/CA, Aug. 1997, p. 36). Afin de prendre à nouveau la pleine mesure de l'ampleur de la différence au niveau du coût d'acquisition entre ces deux modèles d'avions régionaux concurrents, relisons un court extrait du communiqué émis par le transporteur American Eagle

pour justifier sa décision d'achat d'aller de l'avant avec le jet régional d'Embraer plutôt qu'avec le Regional Jet de Canadair : « The ownership cost difference was significant enough that it could not be ignored, and it far outweighed any efficiencies gained from ordering only Canadairs versus a mixed fleet. », (B/CA, April 1998, p. 58).



Notes : (a) coût d'acquisition estimé à partir de la valeur des transactions ; (b) coût d'acquisition en $US de 1995 ; (c) estimation du prix réel payé sur le marché pour un CRJ-200ER durant la guerre commerciale ; (d) estimation du coût réel d'acquisition d'un ERJ145ER avec le programme ProEx de financement des exportations.

Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.7 Coût d'acquisition estimé des avions régionaux avec équipements de base.

Ceci dit, la figure 3.7 ci-dessus nous montre la position relative de tous les avions régionaux faisant partie de notre analyse comparative en fonction de leur coût d'acquisition estimé par la revue

Business & Commercial Aviation avec certains équipements optionnels de base, à l'exception des deux nouvelles séries d'avions régionaux de 70 places de Bombardier Aéronautique, à savoir le Dash 8Q-400 et le CRJ-700 dont le coût d'acquisition respectif a été établi de la façon expliqué ci-haut, car ils n'étaient pas couverts, à ce moment-là, par la revue B/CA (May 1998) ; ces nouveaux appareils n'étant pas encore en service commercial. À titre informatif, nous avons également inclus dans cette figure 3.7 l'estimation du coût réel d'acquisition du jet régional ERJ-145ER d'Embraer, si l'on tient compte des économies de financement qui pouvaient être réalisées, à un certain moment, par les acheteurs étrangers d'avions d'Embraer par le biais du programme ProEx du gouvernement du Brésil. Cette différence est encore plus significative si l'on tient compte de la valeur marchande d'un appareil CRJ-200ER de Canadair qui a été annoncée lors des dernières transactions, comme nous l'avons déjà souligné auparavant, soit 21,3 millions $US. Mais, comme le montre la figure 3.7 de la page précédente, cette différence s'amenuise quelque peu si l'on tient compte du prix réel payé sur le marché pour un Regional Jet de Canadair de 50 places que certaines sources d'informations bien informées estiment à environ 17 millions $US l'unité.

D'ailleurs, cette figure 3.7 met en lumière, à notre avis, l'un des motifs qui a sans doute poussé la Société canadienne Bombardier Inc., de concert avec le gouvernement du Canada, à porter devant l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) qui est située à Genève en Suisse, le différend qui les opposait à la Société brésilienne Embraer et au gouvernement du Brésil à l'effet que les taux d'intérêt préférentiels dont pouvaient bénéficier, à ce moment-là, les acheteurs étrangers d'avions régionaux d'Embraer allaient à l'encontre des principes du commerce internationale, en particulier l'Accord SMC sur les subventions et les mesures compensatoires, en plus de lui causer préjudices et de nuire à l'économie canadienne par ce genre de pratiques commerciales déloyales qui réduisaient, en bout de ligne, les chances de la Société Bombardier Inc. de pouvoir vendre, par le biais de son Groupe Bombardier Aéronautique, ses avions régionaux et, plus particulièrement, son Regional Jet de Canadair de 50 places et ce, à des prix compétitifs et de façon rentable. En effet, pour la Société Bombardier Inc. et son Groupe Bombardier Aéronautique, l'enjeu réel était de taille, car non seulement le jet régional de 50 places ERJ-145 d'Embraer a-t-il livré, jusqu'à ce jour, une dure bataille commerciale au Regional Jet de Canadair de 50 places, mais il aurait pu fort bien

arriver que le terrain de bataille s'étende à d'autres modèles d'avions régionaux de Bombardier Aéronautique. C'est ainsi, par exemple, que le nouveau jet régional de 37 places ERJ-135 d'Embraer pourrait être à même de livrer une dure bataille commerciale aux avions régionaux à turbopropulsion de 37 places Dash 8Q de séries 100 et 200 de l'avionnerie de Havilland. Le fait est que le jet régional de 37 places ERJ-135 d'Embraer est présentement offert sur le marché à un prix de vente d'environ 10,7 millions $US l'unité ; ce qui le positionne déjà, au départ, dans la même fourchette de prix que les appareils Dash 8Q de séries 100 et 200 de 37 places de de Havilland. Mais là où les choses auraient pu grandement s'aggraver pour Bombardier Aéronautique et son avionnerie de Havilland, c'est que les acheteurs étrangers d'appareils ERJ-135 d'Embraer pouvaient eux aussi bénéficier des taux d'intérêt préférentiels auxquels bénéficiaient déjà tous les autres acheteurs étrangers d'avions régionaux du constructeur aéronautique brésilien Embraer par le biais du programme ProEx ; ce qui leur procuraient une économie substantielle du coût de financement de leurs appareils sur une période de 15 ans, comme nous l'avons expliqué avec le cas du jet régional de 50 places ERJ-145.

Pour se faire une idée de l'ampleur du phénomène qui aurait pu survenir, rappelons ici simplement le fait qu'au cours de l'année civile 1997, les avions régionaux à turbopropulsion de la gamme Dash 8 de l'avionnerie de Havilland se sont accaparés une part de marché de 29% dans le créneau de marché spécifique des avions régionaux à turbopropulsion de 20 à 90 sièges ; ce qui correspond, en termes d'unités, à 44 appareils Dash 8 de de Havilland qui avaient été commandés en 1997, comparativement à 71 appareils Dash 8 qui avaient été commandés en 1996 ; puis à 42 appareils Dash 8 commandés en 1995 (voir figure 3.6). Or, comme nous l'avons évoqué à maintes reprises auparavant, un an après son lancement officiel, en septembre 1997, le carnet du nouveau jet régional de 37 places ERJ-135 d'Embraer s'élevait déjà, en septembre 1998, à 145 commandes fermes, assorties d'options d'achat pour 195 autres appareils ERJ-135 (Embraer, site Internet, déc. 1998). Dès lors, un simple calcul nous permet de constater que le nombre de commandes fermes enregistrés en moins d'un an par le jet régional de 37 places ERJ-135 d'Embraer est presque le même que le nombre d'appareils Dash 8 de de Havilland qui ont été commandés de 1995 à 1997. Déjà au départ, cet état de fait laisse présager un changement important qui risque de survenir au niveau des parts de marché entre les principaux constructeurs d'avions régionaux pour l'année civile

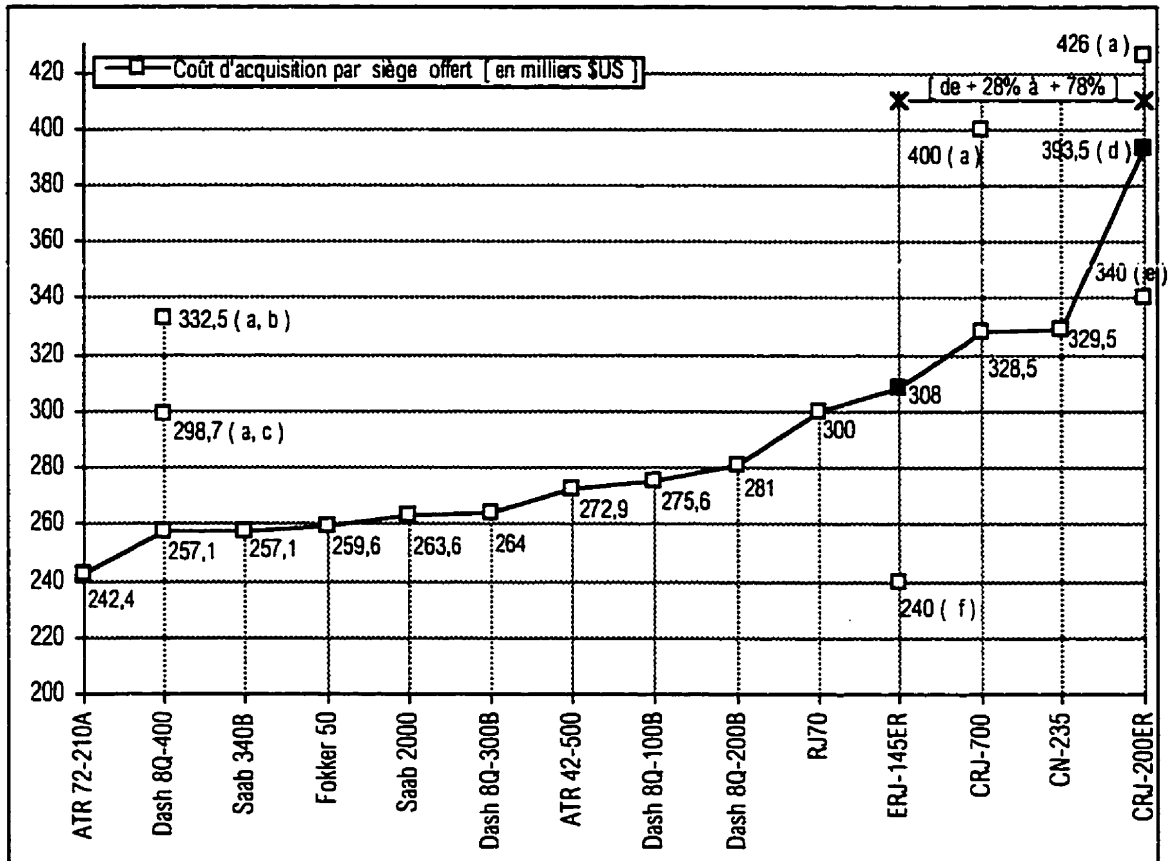
1998 qui, au moment d'écrire ces lignes, était une information non encore disponible. Rappelons qu'en 1997, Bombardier Aéronautique et Embraer se situaient côte-à-côte au niveau de leur part de marché respective dans le créneau de marché spécifique des avions régionaux à réaction, si l'on tient compte uniquement des appareils Regional Jet de Canadair de 50 places, c'est-à-dire en excluant les appareils CRJ-700 de 70 places qui ont été commandés en 1997. Par ailleurs, comme nous pouvons facilement le constater dans cette figure 3.7, la position respective du Dash 8Q-400 de de Havilland et du CRJ-700 de Canadair change de façon significative lorsqu'on prend en considération leur coût d'acquisition estimé à partir de la valeur des premières transactions. Ainsi, le Dash 8Q-400 se retrouve avec un coût d'acquisition qui est de loin supérieur à celui de ses plus proches rivaux dans le créneau de marché spécifique des avions régionaux à turbopropulsion, soit 45,6% de plus que l'ATR 72-210A d'Avions de Transport Régional qui se détaille à 16 millions $US l'unité ; puis 60,7% de plus que le Saab 2000 de Saab Aircraft qui se détaille, pour sa part, à environ 14,5 millions $US l'unité, selon les estimations de B/CA (May 1998). Nul besoin de spécifier que cette différence est très significative, d'autant plus qu'il s'agit ici d'avions régionaux à turbopropulsion.

Enfin, un autre fait intéressant à souligner à partir de cette figure 3.7, l'avion de transport régional qui était le plus utilisé aux États-Unis en 1997, selon la Regional Airline Association, soit le modèle Saab 340 de Saab Aircraft, est aussi l'appareil qui affiche le coût d'acquisition le plus bas de tous les avions régionaux faisant partie de notre analyse, soit 9 millions $US. Rappelons, par ailleurs, que ce modèle d'appareil date déjà de 1984 et que sa production sera discontinuée à la mi-1999. À l'autre extrémité du continuum, nous constatons qu'avec un coût d'acquisition unitaire de 28 millions $US, le CRJ-700 de 70 places de Canadair se retrouve dans une classe de prix à part par rapport à tous les autres avions régionaux apparaissant dans cette figure 3.7, dont le jet régional de 70 places RJ70 d'Avro qui affiche un coût d'acquisition de 21 millions $US, selon la revue B/CA, soit 25% de moins que le CRJ-700 de Canadair. Rappelons ici que le coût d'acquisition du CRJ-700 a été estimé à partir de sa valeur annoncée lors des premières transactions, mais que cela ne signifie pas pour autant que ce soit réellement le prix payé par les premiers acheteurs.

Coût d'acquisition et ratios

À partir du coût d'acquisition respectif des avions régionaux estimé par B/CA (May 1998) avec certains équipements optionnels de base (ligne 3) ou estimé autrement, dans le cas des appareils Dash 8Q-400 et CRJ-700, nous sommes à même de calculer un certain nombre de ratios intéressants comme, par exemple : (1) le coût d'acquisition d'un appareil par siège de passagers offert (ligne 4) en configuration standard (p. ex., 50 sièges dans le cas du CRJ-200ER de Canadair et du ERJ-145ER d'Embraer) ; puis ensuite (2) le coût d'acquisition par siège-kilomètre offert (ligne 6), où le nombre de sièges-kilomètres d'un appareil (ligne 61) est le produit du nombre de sièges de passagers (ligne 10) en configuration standard par le rayon d'action maximum de l'appareil lorsque celui-ci transporte le nombre maximum de passagers à bord (ligne 60). De plus, il est possible de calculer (3) le ratio du coût d'acquisition d'un appareil par la masse maximale de charge payante (ligne 7) que l'appareil est autorisé à transporter (ligne 50) ; et enfin (4) le ratio du coût d'acquisition d'un appareil en fonction du rayon d'action maximum que l'appareil peut parcourir (ligne 62) lorsque celui-ci transporte la masse maximale de charge payante pour laquelle il est autorisée ; ceci nous donne le coût d'acquisition d'un appareil par tonne-kilomètre de charge payante (ligne 8).

Soulignons, par ailleurs, que certaines de ces métriques (p. ex., le nombre de sièges-milles ou de sièges-kilomètres offerts ; la quantité de tonnes-milles ou des tonnes-kilomètres payantes ; etc.) sont des étalons de mesure qui sont réellement utilisés par les compagnies aériennes pour analyser leurs résultats d'exploitation (p. ex., voir Air Canada, Rapport annuel 1998). Nous verrons plus en détail au fur et à mesure que nous avancerons dans notre analyse, la signification de ces différentes caractéristiques des appareils (p. ex., la charge payante maximale d'un appareil ; son rayon d'action avec le maximum de passagers à bord ; etc.). Ceci étant dit, la figure 3.8 de la page suivante nous montre la position relative de tous les avions régionaux faisant partie de notre analyse en fonction de leur coût d'acquisition par siège de passagers que nous avons établi à partir du coût d'acquisition des appareils estimé par la revue B/CA (May 1998) ou estimé autrement, dans le cas des deux nouveaux avions régionaux de Bombardier Aéronautique : le Dash 8Q-400 et le CRJ-700.



Notes : (a) coût d'acquisition par siège estimé à partir de la valeur des récentes transactions ; (b) coût d'acquisition par siège en configuration de 70 sièges de passagers ; (c) coût d'acquisition par siège en configuration de 78 sièges de passagers ; (d) coût d'acquisition par siège en $US de 1995 ; (e) coût d'acquisition par siège estimé à partir de prix réel du CRJ sur le marché ; (f) coût d'acquisition par siège estimé à partir du coût réel d'acquisition du ERJ-145ER avec le programme ProEx.

Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.8 Coût d'acquisition des avions régionaux par siège offert en configuration standard.

Dans le cas spécifique qui nous intéresse, nous constatons que le Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) a un coût d'acquisition par siège offert qui est de loin le plus élevé de tous les avions régionaux faisant partie de notre analyse, lorsque l'on prend en considération son coût d'acquisition estimé à partir de la valeur des récentes transactions, c'est-à-dire 21,3 millions $US l'unité ; ce qui lui confère un coût d'acquisition de 426 000 $US par siège offert, comparativement à un coût d'acquisition de 240 000 $US par siège offert pour un jet régional ERJ-145ER d'Embraer. De façon plus détaillée, le CRJ-200ER de Canadair a un coût d'acquisition par siège offert qui est 28%

supérieur au jet régional ERJ-145ER d'Embraer, si l'on tient compte du coût d'acquisition du CRJ-200ER et du ERJ-145ER estimé par B/CA (May 1998), soit 19,3 millions $US 1995 et 15,4 millions $US, respectivement. Évidemment, si l'on tient compte du coût d'acquisition du ERJ-145ER qu'aurait payé, semble-t-il, le transporteur régional American Eagle pour ses 42 appareils ERJ-145 qu'il a commandé en 1997, soit 12 millions $US par appareil ; puis, en plus, si l'on prend en considération la valeur annoncée du CRJ-200ER au moment d'une transaction, soit 21,3 millions $US ; il va sans dire que le coût d'acquisition par siège offert du jet régional ERJ-145ER d'Embraer se retrouve en bien meilleure posture, soit 240 000 $US par siège alors, qu'à l'inverse, celui du CRJ-200ER se retrouve en plus mauvaise posture, soit 426 000 $US par siège ; ce qui correspond à 78% de plus que le jet régional ERJ-145ER d'Embraer. Ceci est évidemment considérable comme différence. Dans le cas du ERJ-145ER d'Embraer, ceci le ramène au coût d'acquisition par siège offert qui est le plus bas de tous les avions régionaux faisant partie de notre analyse comparative.

D'autre part, cette figure 3.8 illustre également de manière éloquente la vive concurrence qui sévit présentement au niveau des avions régionaux à turbopropulsion en ce qui concerne leur coût d'acquisition respectif par siège offert, où il ressort que c'est finalement l'appareil ATR 72-210A de 66 places de la coentreprise franco-italienne Avions de Transport Régional (ATR) qui affiche l'un des coûts d'acquisition par siège offert parmi les plus bas de tous les avions régionaux faisant partie de notre analyse, soit 242 400 $US par siège offert. Nous constatons également dans cette figure que la nouvelle série 400 de la gamme Dash 8Q de de Havilland présente un coût d'acquisition par siège offert en configuration de base de 70 places qui est, somme toute, relativement intéressant, si l'on prend en considération le prix de vente de base annoncé par la revue AW&ST, soit 18 millions $US. Par contre, si l'on tient compte de son coût d'acquisition estimé à partir de la valeur des premières transactions, soit 23,3 millions $US l'unité, son coût d'acquisition par siège monte rapidement à 298 720 $US en configuration de 78 places et à 332 860 $US en configuration de 70 places ; ce qui le positionne, à ce moment-là, dans une classe de prix qui rejoint celle des avions régionaux à réaction. Un constat semblable est réservé au CRJ-700 de Canadair. En effet, selon que l'on prend en considération un coût d'acquisition par appareil de 23 millions $US versus 28 millions $US, son coût d'acquisition par siège offert passe de 328 570 $US à 400 000 $US ; ce qui

est considérable comme écart, comme le montre d'ailleurs clairement la figure 3.8 précédente. Cet état de fait nous montre clairement la très grande sensibilité du coût d'acquisition d'un appareil en fonction du nombre de sièges de passagers. Par contre, comme nous allons le voir d'ici peu, le nombre de sièges de passagers d'un appareil est une caractéristique qui influe directement sur d'autres caractéristiques importantes, notamment celles touchant le confort des passagers (p. ex., le pas de siège ; le nombre de sièges par rangée ; etc.). D'ailleurs, précisons que ces différents ratios prennent en considération le nombre de sièges de passagers qui est normalement offert en configuration intérieure standard comme, par exemple, 66 sièges dans le cas de l'ATR 72-210A, ou encore, 70 sièges de passagers dans le cas du Dash 8Q-400 de de Havilland et du CRJ-700 de Canadair. Cependant, dans les faits, les constructeurs aéronautiques ont, avec certains modèles d'appareil à large fuselage, la flexibilité de pouvoir faire varier le nombre de sièges qu'ils peuvent aménager dans la cabine de passagers ; ce qui, évidemment, a pour effet de modifier le ratio du coût d'acquisition d'un appareil par siège offert (ligne 6), comme nous l'avons illustré dans la figure 3.8 précédente avec le cas spécifique du Dash 8Q-400 de de Havilland. Nous reviendrons plus loin sur cette question de flexibilité qui confère à certains constructeurs aéronautiques (p. ex., Avro) un avantage concurrentiel que les autres constructeurs aéronautiques ne peuvent leur ravir facilement.

En ce qui concerne maintenant les autres ratios discutés ci-haut, il ressort du tableau des caractéristiques du CRJ-200ER de Canadair et du ERJ-145ER d'Embraer que nous avons présenté dans les pages précédentes, que le coût d'acquisition estimé par B/CA (May, 1998) du CRJ-200ER de Canadair est plus élevé que celui du jet régional ERJ-145ER d'Embraer, d'abord : (1) en terme de coût d'acquisition par siège-kilomètre offert (ligne 6), à savoir 129,4 $US/siège-km dans le cas du CRJ-200ER de Canadair versus 125,2 $US/siège-km dans le cas du ERJ-145ER d'Embraer ; puis ensuite (2) en terme de coût d'acquisition par kilogramme de charge payante (ligne 7), soit 3 168 $US/kg dans le cas du CRJ-200ER versus 2 846,6 $US/kg pour le ERJ-145ER d'Embraer ; et enfin (3) en terme de coût d'acquisition par tonne-kilomètre de charge payante (ligne 8), soit 2 023,1 $US/tonne-km pour le CRJ-200ER de Canadair versus un montant de 1 133,6 $US/tonne-km dans le cas du ERJ-145ER d'Embraer calculé à partir du coût d'acquisition estimé par B/CA (May, 1998), soit 15,4 millions $US par appareil.

En résumé, le CRJ-200ER de Canadair a un coût d'acquisition par appareil (ligne 3), par siège de passagers offert (ligne 5), par siège-kilomètre offert (ligne 6), par kilogramme de charge payante (ligne 7), et enfin par tonne-kilomètre de charge payante (ligne 8) qui sont tous supérieurs à ceux du jet régional ERJ-145ER d'Embraer. Évidemment, nous pourrions discourir encore longuement de la question du coût d'acquisition des avions régionaux, ainsi que des différents ratios qu'il est possible de calculer à partir de celui-ci, mais cela ne serait guère d'une grande utilité, car le coût d'acquisition des appareils et les différents facteurs à partir desquels ces ratios sont calculés, sont sujets à interprétation, selon le dénominateur choisi (p. ex., le nombre de sièges de passagers dans un appareil ; son rayon d'action maximum ; etc.). Ceci dit, passons maintenant à l'analyse des autres caractéristiques des avions régionaux qui sont, dans certains cas, un peu moins sujettes à interprétation (p. ex., dimensions des appareils ; leur masse maximale permise au décollage ; etc.).

3.2.2.3 Caractéristiques de base

Chaque avion de transport régional possède un certain nombre des caractéristiques que l'on pourrait qualifier de base (ligne 9), dont le nombre de sièges de passagers (ligne 10) qui est normalement offert en configuration standard avec un modèle particulier ou une série spécifique d'appareils (p. ex., le modèle Regional Jet de Canadair est offert en séries 100 et 200 de 50 places ; puis en série 700 de 70 places) ; lequel nombre de sièges, rappelons-le, peut varier en fonction du pas de siège (ligne 11) et du nombre de sièges par rangée (ligne 12), selon les besoins spécifiques des clients utilisateurs qui sont en majorité des transporteurs régionaux. Plus spécifiquement, la ligne 10 de chacun des tableaux de caractéristiques des avions régionaux indique tout d'abord le nombre de membres d'équipage d'un appareil (p. ex., pilote, copilote, agents de bord) ; puis le nombre de sièges de passagers en configuration de base comme, par exemple, 3 + 50 : ce qui signifie 3 membres d'équipage (pilote, copilote, agent de bord) ; puis ensuite 50 sièges de passagers qui sont aménagés selon le pas de siège (ligne 11) et le nombre de sièges par rangée (ligne 12) correspondant, ainsi de suite pour tous les autres avions régionaux faisant partie de notre analyse.

Or, comme nous venons tout juste de le stipuler, il arrive parfois que certains exploitants demandent une configuration particulière dans la cabine de passagers afin de mieux répondre à leurs besoins spécifiques. C'est ainsi, par exemple, que dans certains pays asiatiques où les individus sont, en moyenne, de plus petites tailles par rapport à certains pays occidentaux, un transporteur régional pourrait demander au constructeur aéronautique, soit (1) de réduire le pas de siège (seat pitch), c'est-à-dire la distance entre le dossier du fauteuil avant et celui du fauteuil arrière, soit (2) demander d'augmenter le nombre de sièges par rangée en utilisant, par exemple, des fauteuils plus petits ou moins spacieux. En contrepartie, d'autres transporteurs peuvent demander le contraire, c'est-à-dire d'augmenter le pas de siège ou de réduire le nombre de sièges par rangée en utilisant des fauteuils plus spacieux (p. ex., fauteuils pour section première classe ; classe affaires ; etc.) et ce, bien entendu, si le fuselage de l'appareil est suffisamment large pour le permettre ; ce qui n'est pas donné à tous les modèles d'avions régionaux, comme nous allons le voir d'ici peu.

Le but d'un tel exercice est évident : il s'agit d'augmenter le nombre total de sièges de passagers payants dans la cabine pour générer ainsi plus de revenus d'exploitation à partir d'un tarif de base uniforme ou, à l'inverse, de diminuer le nombre total de sièges de passagers payants dans la cabine afin d'augmenter le niveau de confort des passagers en leur offrant différentes classes de services (p. ex., services première classe ; classe affaires ; etc.) et ainsi exiger, en échange, un tarif plus élevé qui devrait normalement permettre au transporteur aérien de dégager une marge bénéficiaire plus élevée. Nous reviendrons sur ce sujet un peu plus loin lorsque nous examinerons les caractéristiques des avions régionaux portant sur leurs dimensions intérieures dans la cabine.

Type d'ailes : ailes hautes versus ailes basses

Une autre caractéristique physique des avions régionaux que nous avons inclus dans cette rubrique "Caractéristiques de base" est le type d'ailes avec lequel l'appareil est conçu, à savoir : (1) des ailes hautes, c'est-à-dire des ailes qui sont ancrées au niveau supérieur du fuselage de l'appareil comme, par exemple, tous les appareils de la gamme RJ d'Avro (RJ70 ; RJ85 ; RJ100) ; puis tous ceux aussi de la gamme Dash 8Q de de Havilland (Dash 8Q de séries 100, 200, 300 et 400) et ceux

de la gamme des appareils ATR 42 et ATR 72 d'Avions de Transport Régional (ATR) ; versus (2) les ailes basses, c'est-à-dire des ailes qui sont plutôt ancrées au niveau inférieur du fuselage de l'appareil, tels tous les appareils de la gamme Regional Jet de Canadair de séries 100, 200 et 700, puis le jet régional ERJ-145 d'Embraer, auxquels s'ajoutent les deux modèles d'avions régionaux à turbopropulsion de Saab Aircraft, soit le Saab 340B et le Saab 2000 qui, en plus, se distinguent des autres modèles d'avions régionaux par la forme particulière de la queue arrière de l'appareil. En effet, la plupart des constructeurs d'avions régionaux de plus de 30 sièges de passagers ont opté pour une conception de queue arrière en forme de « T » (T-Tailplane), c'est-à-dire une conception où l'empennage horizontal, aussi appelé le stabilisateur, et les gouvernes de profondeur pour le contrôle du tangage de l'appareil, sont situés au-dessus de l'empennage vertical ou de la dérive, c'est-à-dire là où se situe la gouverne de direction pour le contrôle du lacet de l'appareil ; d'où l'expression "queue en forme de « T » (T-Tailplane)". Une telle conception de queue arrière permet de stabiliser l'appareil un peu à la manière d'un effet de levier, dans le sens que plus le levier est long, plus la stabilisation de l'appareil devient facile. En contrepartie, l'avionneur suédois Saab Aircraft opta pour une conception différente de la queue de ses appareils où les gouvernes de profondeur, ainsi que le stabilisateur horizontal sont tous les deux montés au niveau du fuselage de l'appareil, tout comme c'est le cas d'ailleurs pour la plupart des avions commerciaux de type gros porteur (wide body), tels les appareils Boeing et Airbus qui sont conçus avec des ailes basses et les gouvernes de profondeur et le stabilisateur horizontal sont tous les deux montés au niveau du fuselage de l'appareil.

Rappelons que c'est exactement cette conception d'appareil que nous propose Bombardier Aéronautique avec son nouvel avion de transport régional BRJ-X de 88 à 108 places qui était encore en projet d'étude au moment d'écrire ces lignes ; laquelle conception a d'ailleurs été imitée par l'avionneur brésilien Embraer avec son projet de développement du ERJ-170 de 70 places et du ERJ-190 de 90 places, selon les premiers croquis qui ont été divulgués. Soulignons que l'ex-constructeur aéronautique néerlandais Fokker Aircraft avait lui aussi opté pour cette conception de queue arrière pour son avion régional à turbopropulsion de 50 places Fokker 50 (maintenant discontinué). Par ailleurs, la forme de la queue arrière des avions régionaux Saab 340B et Saab 2000 de Saab Aircraft possède un autre trait distinctif par rapport aux autres modèles d'avions régionaux, à l'effet que

l'empennage horizontal possède une inclinaison de quelques degrés vers le haut, tout comme son jeu d'ailes principal qui possède, lui aussi, une légère inclinaison vers le haut qui est très visible à l'oeil ; ce qui rend l'appareil facilement identifiable. Cependant, suite à la faillite de Fokker Aircraft en mars 1996 et à la fermeture prochaine de toutes les activités de production de Saab Aircraft à la mi-1999, la majorité des avions régionaux qui seront, à partir de ce moment-là, en production en série, auront une conception de queue arrière en forme de « T ». Rappelons que cette forme de queue est un trait caractéristique de tous les modèles actuels d'avions de Bombardier Aéronautique, tels les avions régionaux à réaction de la gamme Regional Jet de Canadair, ainsi que les avions régionaux à turbopropulsion de la gamme Dash 8Q de de Havilland ; auxquels s'ajoutent les avions d'affaires à réaction Challenger de Canadair, Learjet et Global Express de Bombardier qui possèdent tous une conception de queue arrière en forme de « T ». Une seule exception à la règle jusqu'à présent : l'avion amphibie Canadair 415 (CL-415) dont l'empennage horizontal ou le stabilisateur sont fixés à mi-chemin au niveau de l'empennage vertical. Nous reviendrons un peu plus loin sur la question des ailes des appareils lorsque nous examinerons la question concernant la portance d'un appareil qui est reliée à sa surface ailaire qui, elle même, est fonction entre autres de la longueur et de la largeur de l'aile, ainsi que des volets dits "hypersustentateurs" qui se déploient au moment du décollage et de l'atterrissage d'un appareil.

Niveaux de bruit de l'appareil

Figurent aussi dans cette rubrique "Caractéristiques de base de l'appareil" (ligne 9), le niveau de bruit de l'appareil au décollage et le niveau de bruit à l'approche (ligne 14) qui, en général, est plus élevé que celui au décollage. Le niveau de bruit d'un appareil est mesuré en décibel (dB) et, plus spécifiquement, en EPNdB (Effective Perceived Noise Decibel) qui est l'unité de mesure du niveau de bruit perçu (EPNL : Effective Perceived Noise Level) utilisée dans le système international (SI) d'unités de mesure et qui prend en considération, entre autres choses, l'effet du bruit sur une personne, l'intensité du son, sa fréquence, le type de son, sa durée et la réponse de l'oreille humaine à ce son (Jane's All the World's Aircraft, 1998, p. 29). Les données concernant les niveaux de bruit perçus au décollage et l'approche des appareils nous proviennent de la revue B/CA (1998 Purchase

Planning Handbook ; May 1998) qui affirme que ces mesures sont conformes à la norme FAR (Federal Aviation Requirement, Part 36) de l'agence fédérale américaine de l'aviation FAA (US Federal Aviation Administration) qui est la norme généralement admise à cet égard dans le secteur de l'aviation civile. Au chapitre du bruit, il convient de souligner que certains constructeurs d'avions régionaux à turbopropulsion dont, entre autres, l'avionnerie de Havilland du Groupe Bombardier Aéronautique, ont mis au point différents systèmes visant à atténuer quelque peu le bruit et les vibrations dans la cabine de leurs appareils qui, dans le cas des avions régionaux à turbopropulsion, représentent un désavantage par rapport à certains modèles d'avions régionaux à réaction, tel le Regional Jet de Canadair. En bref, le bruit et les vibrations dans la cabine d'un avion de transport régional à turbopropulsion sont en grande partie causés par le système propulsif de l'appareil, soit les turbopropulseurs et les hélices qui, par leur mouvement de rotation et le déplacement d'air qu'elles entraînent, produisent un certain niveau de bruit latéral et engendrent certaines vibrations à travers le fuselage de l'appareil que les passagers dans la cabine vont normalement ressentir. Si, par surcroît, l'appareil est conçu avec des ailes hautes et que son système de propulsion est ancré sous les ailes de l'appareil et donc, plus à proximité de certains passagers dans la cabine ; ceux-ci vont ressentir le bruit et les vibrations plus directement que dans un appareil muni d'un système de propulsion à réaction où les turboréacteurs seraient montés sur pylône au niveau du tronçon arrière du fuselage et, plus précisément, à proximité de la soute à bagages, comme c'est le cas pour tous les appareils de la gamme Regional Jet de Canadair.

Dès lors, pour contrer les désagréments liés au bruit et aux vibrations engendrés par le système de propulsion, tous les avions régionaux à turbopropulsion de la gamme Dash 8Q de de Havilland sont offerts, depuis quelques années, en équipement standard avec un système exclusif à de Havilland appelé "Système NVS" (Noise and Vibration Suppression (NVS) System) qui atténue le bruit et les vibrations à la source ; d'où le suffixe Q qui signifie « Quiet » qui a été ajouté, ces dernières années, à l'appellation commerciale[69] des appareils de la gamme Dash 8 de de Havilland.

---

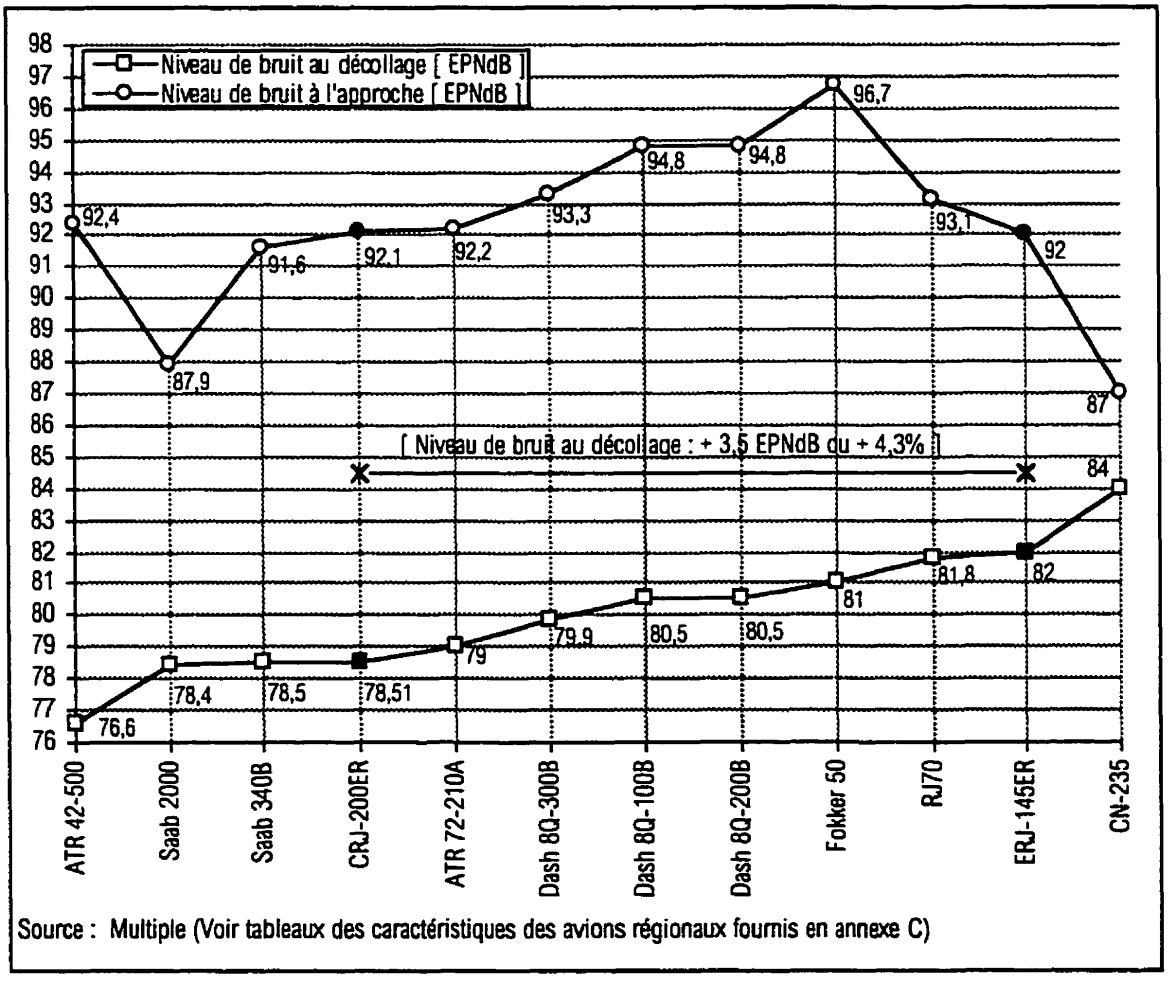
[69] Au tout début, le suffixe Q était ajouté à l'appellation commerciale Dash 8 des appareils de de Havilland (p. ex., Dash 8Q). Mais, tout récemment, le Groupe Bombardier Aéronautique et son avionnerie de Havilland ont commencé à ajouter le suffixe Q au numéro de série de l'appareil et à utiliser un slogan (p. ex., Dash 8, Series Q400 The Quiet One). Voir à cet égard, la page couverture de sa revue bimensuelle anglophone Regional Update (September/October 1998).

Les essais en vol effectués avec ce système NVS sur un appareil Dash 8Q-100 auraient permis, semble-t-il, de réduire d'environ 10 dB le niveau de bruit moyen dans la cabine ; ce qui n'est pas du tout négligeable (AW&ST, June 22, 1998, p. 44). Ce système a été mis au point par Bombardier Aéronautique, de concert avec la firme Ultra Electronics de Cambridge au Royaume-Uni qui fabrique elle même un système appelé « UltraQuiet » qui est utilisé à la fois sur tous les appareils de la gamme Dash 8Q de de Havilland et sur l'appareil Saab 2000 de Saab Aircraft (Flight, May 20, 1998). Le principe de fonctionnement du système "NVS" est fort ingénieux, il s'agit tout simplement d'émettre des contrevibrations déphasées avec les vibrations acoustiques originales :

> « Durant le vol, des microphones encastrés un peu partout dans la cabine transmettent des données acoustiques à un ordinateur de bord particulier qui reçoit également des données de vitesse des hélices. L'ordinateur analyse sans cesse ces informations et émet des signaux vers des dispositifs - atténuateurs accordés de vibrations actifs - montés sur les cadres de fuselage. Les atténuateurs génèrent ensuite de contrevibrations déphasées qui permettent de réduire considérablement les vibrations originales. », (Bombardier, site Internet).

Évidemment, comme c'est souvent le cas en matière de technologie et de concurrence, les meilleures pratiques se diffusent rapidement dans l'industrie. Ainsi, certains modèles concurrents des appareils Dash 8Q de de Havilland dont, entre autres, le Saab 2000 de Saab Aircraft et l'ATR 42-500 et l'ATR 72-210A d'Avions de Transport Régional (ATR), sont eux aussi offerts avec un système qui atténue le bruit et les vibrations à la source. Dans le cas, par exemple, des appareils d'Avions de Transport Régional, ce système appelé "ANC" (Active Noise Control) est composé de tachymètres pour pouvoir enregistrer la vitesse de rotation des hélices, de 48 microphones qui sont dissimulés dans la cabine afin de capter les vibrations acoustiques et de 24 haut-parleurs qui vont émettre des contrevibrations déphasées afin d'atténuer les vibrations originales. Apparemment, ce système permettrait de réduire de 12 dB le niveau de bruit dans la cabine (Jane's, 1995, p. 157) ; ce qui est, somme toute, assez significatif lorsque le bruit et les vibrations dans la cabine deviennent une nuisance pour le confort des occupants. Comme nous venons de le stipuler, le constructeur aéronautique Saab Aircraft offre lui aussi en équipement standard sur son modèle Saab 2000 de 50 places un système de contrôle du bruit appelé « Ultra Electronics Active Noise

Control System » qui comprend rien de moins que 72 microphones et 37 haut-parleurs qui sont dissimulés un peu partout dans la cabine de passagers ; démontrant, par le fait même, que certains constructeurs d'avions régionaux à turbopropulsion ne lésinent pas devant les moyens pour améliorer le confort de leurs passagers. Va pour le niveau de bruit à l'intérieur de la cabine. Reste maintenant la signature sonore de l'appareil sur son environnement externe.



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.9 Niveaux de bruit au décollage et à l'approche des avions régionaux, par ordre croissant du niveau de bruit perçu au décollage.

La figure 3.9 ci-dessus nous brosse un portrait détaillé des niveaux de bruit au décollage et à l'approche des différents modèles d'avions régionaux faisant partie de notre analyse. Comme nous

pouvons le constater, le Regional Jet de Canadair de 50 places est un appareil relativement peu bruyant au décollage, si on le compare aux autres avions régionaux à réaction et à certains avions régionaux à turbopropulsion. Par rapport à son plus proche rival, le CRJ-200ER affiche un niveau de bruit à l'approche qui est presque similaire à celui du ERJ-145ER d'Embraer ; puis il affiche un niveau de bruit au décollage qui est 4,3% inférieur à celui du ERJ-145ER qui se positionne d'ailleurs parmi les avions régionaux les plus bruyants au décollage, comme en témoigne la figure 3.9 de la page précédente. Cette figure nous permet également de mettre en lumière l'écart parfois important qui sépare le niveau de bruit au décollage versus le niveau de bruit à l'approche pour certains modèles d'avions régionaux comme, par exemple, le Fokker 50 (maintenant discontinué) de Fokker Aircraft. Sur ce, examinons maintenant, dans les deux prochaines sous-sections 3.2.2.4 et 3.2.2.5, les caractéristiques des avions régionaux portant sur leurs dimensions extérieures et intérieures.

3.2.2.4 Dimensions extérieures

Les dimensions extérieures (ligne 15) d'un avion régional comme sa longueur hors tout (ligne 16), sa hauteur (ligne 17) et son envergure d'aile (ligne 18), de même que son rayon de braquage (ligne 21) que nous avons inclus dans cette rubrique, c'est-à-dire le rayon minimum que l'appareil a besoin pour tourner à angle droit (90°) ; sont des spécifications techniques importantes pour déterminer, entre autres, les dimensions des hangars et des aires de stationnement des appareils sur le tarmac, ou encore, sur les quais d'embarquement et de débarquement des passagers. Un transporteur régional comme Comair, par exemple, qui avait déjà commandé 110 appareils Regional Jet de Canadair de 50 places en mars 1999, dont 74 étaient déjà en service commercial, a sans doute été confronté, à un moment ou à un autre, au problème d'espace qu'occupent tous ses appareils sur les aires de stationnement ou sur les quais d'embarquement et de débarquement des passagers. D'ailleurs, il convient de souligner ici que Comair a dû investir des sommes importantes pour réaménager ses installations aéroportuaires de Cincinnati en Ohio et d'Orlando en Floride afin de mieux répondre à sa croissance rapide et mieux aménager son parc aérien qui devenait de plus en plus exigeant en terme d'espace. Rappelons ici que les transporteurs régionaux font souvent affaire avec des aéroports régionaux qui n'ont pas toujours tout l'espace disponible que pourraient

demander les transporteurs aériens pour leurs appareils (p. ex., les aires de stationnement ; les aires d'embarquement et de débarquement ; et enfin, les aires de services ; et ainsi de suite).

Longueur hors tout de l'appareil

Comme nous l'avons déjà indiqué précédemment, l'un des éléments clés de la stratégie des constructeurs aéronautiques pour le développement de nouveaux produits ou de produits dérivés, est la possibilité d'utiliser la même cellule du fuselage d'un modèle de base d'un appareil comme, par exemple, le Regional Jet de Canadair de 50 places, pour en faire une version allongée et ce, bien entendu, afin d'augmenter le nombre de sièges de passagers payants dans la cabine, tel le Regional Jet de Canadair de 70 places (CRJ-700) qui est présentement en cours de développement. Une façon simple et rapide pour vérifier si une nouvelle version ou une nouvelle version série d'un modèle d'appareil est un produit dérivé d'un modèle de base est la mesure du diamètre extérieur de leur fuselage. C'est ainsi, par exemple, que le Regional Jet de Canadair de 50 places qui, lui même, est un produit dérivé de l'avion d'affaires à large fuselage Challenger 601 de Canadair (CL-601) possède le même diamètre extérieur de fuselage, soit 2,69 m (8 pi 10 po) ; ce qui correspond au même diamètre extérieur de fuselage du CRJ-700 qui, lui-même, est une excroissance du CRJ de 50 places (Bombardier Aéronautique, fiches techniques des appareils). En employant la terminologie utilisée dans les sections précédentes, le Regional Jet de Canadair de 50 places constitue la plate-forme de développement technologique pour le Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 places.

Notons, par ailleurs, qu'il n'y a pas seulement que la cellule du fuselage d'un modèle de base que les manufacturiers d'avions civils tentent de récupérer lorsqu'ils développent un produit dérivé ou une nouvelle série d'un modèle de base (p. ex., la nouvelle série 700 du CRJ de Canadair). Ceux-ci essaient également d'utiliser des pièces et des composants d'aéronef qui sont, autant que possible, compatibles avec les séries précédentes afin de minimiser les coûts de développement, mais aussi de limiter les frais d'exploitation des clients utilisateurs des appareils (p. ex., les frais d'entraînement et de formation des membres d'équipage et des équipes d'entretien ; les frais d'entretien, de réparation et de révision périodique des appareils ; les frais d'entreposage des

pièces de rechange ; etc.). Une telle compatibilité peut être atteinte en utilisant, par exemple, le même système intégré d'avionique dans le poste de pilotage, ou encore, le même système de propulsion de l'appareil provenant du même fournisseur, et ainsi de suite pour tous les autres sous-systèmes techniques d'un appareil qui peuvent être adaptés à un autre modèle ou série d'appareils. Cette logique de raisonnement s'applique aussi pour les produits dérivés qui, au lieu d'être une version allongée d'un modèle de base, peuvent être une version tronquée ou raccourcie. C'est qu'en réalité, le fuselage d'un appareil ne pourra être allongée que jusqu'à une certaine limite qui, en général, lui sera imposée par des questions de résistance structurale. Or, il se trouve justement que le principal concurrent du Regional Jet de Canadair de 50 places, à savoir le jet régional ERJ-145 d'Embraer aurait, semble-t-il, déjà atteint les limites de ses possibilités à cet égard ; étant lui-même une version allongée du modèle d'avion régional à turbopropulsion EMB-120 de 30 sièges d'Embraer (Science & Vie, Juin 1997, p. 26). Dès lors, ne pouvant plus en faire une version plus allongée, le constructeur aéronautique brésilien Embraer décida donc de le raccourcir. C'est ainsi, par exemple, que le jet régional de 37 places ERJ-135 d'Embraer est une version tronquée du jet régional de 50 places ERJ-145 et ce, avec plus de 90% de ses sous-systèmes techniques qui sont compatibles avec celui-ci dont, entre autres, le même système de propulsion du motoriste Allison Engine, modèle AE 3007-A3, qui est un produit dérivé du modèle AE 3007-A qui équipe le ERJ-145.

Par ailleurs, il se pourrait fort bien qu'une nouvelle série d'un modèle de base d'un appareil brise, à certains égards, avec le principe de compatibilité des séries précédentes. C'est le cas notamment de la nouvelle série 400 de 70 places de la gamme Dash 8Q de de Havilland qui se démarque de façon fondamentale des séries précédentes, à savoir les séries 100 et 200 de 37 places, puis la série 300 de 50 places. En effet, les nouveaux appareils Dash 8Q-400 seront munis d'un système intégré d'avionique qui est fourni par la firme française Sextant Avionique ; ce qu'aucun autre appareil Dash 8 ne possède, à tout le moins, jusqu'à présent. Notons qu'il y a toujours possibilité d'intégrer des nouvelles technologies dans les nouveaux appareils d'un modèle qui existe déjà depuis un certain temps. Comme nous pouvons le constater dans les divers tableaux de caractéristiques fournis en annexe C de ce document (ligne 123), tous les appareils Dash 8Q de séries 100, 200 et 300 de de Havilland sont présentement munis d'un système d'électronique de vol,

modèle SPZ-8000 fourni par la firme Honeywell des États-Unis, alors que l'appareil Dash 8Q-400 est équipé d'un système d'avionique haut-de-gamme fourni par la firme Sextant Avionique. En fait, les seuls modèles d'avions régionaux à turbopropulsion présentement offerts sur le marché à posséder un système avancé d'électronique de vol et de navigation sont (1) le modèle Do 328 de 32 places de Fairchild-Dornier qui a d'ailleurs innové à ce chapitre en équipant cet appareil avec un système intégré d'avionique haut-de-gamme, modèle Primus 2000 d'Honeywell ; puis ensuite (2) le modèle Saab 2000 dit « JetProp » de Saab Aircraft qui possède un système intégré d'avionique similaire au Regional Jet de Canadair de 50 places, soit un système Collins Pro Line IV à six écrans d'affichage qui est fourni par la firme Rockwell Avionics & Communications des États-Unis.

Outre les économies potentielles qui pourraient être réalisées au niveau, par exemple, des coûts de développement d'une nouvelle version ou d'une nouvelle série à partir d'un modèle de base qui sert ainsi de plate-forme de développement technologique, il y a aussi les économies de temps qui peuvent parfois s'avérer d'importance stratégique dans un secteur d'activité où le moment d'entrée sur le marché (timing of entry) peut représenter un atout stratégique. Rappelons qu'en 1992, le Regional Jet de Canadair (CRJ-100) fut le tout premier avion de transport régional à percer le créneau de marché spécifique des jets régionaux de 50 places, malgré l'incrédulité de certains observateurs de l'industrie ; ce qui lui a tout de même permis de s'accaparer une part de marché respectable au cours des dernières années, comme nous l'avons vu de façon détaillée à la figure 3.5. Dans cette même veine, un autre exemple éloquent que le moment d'entrée sur le marché peut parfois s'avérer d'importance stratégique est le cas du tout nouveau jet régional de 37 places ERJ-135 d'Embraer dont le lancement officiel du programme de développement a eu lieu en septembre 1997. Or, voilà qu'en mai 1998, soit huit mois seulement après son lancement officiel, le premier prototype de l'appareil faisait déjà sa sortie de l'usine à grands renforts de publicité et ce, au moment même où le carnet de ce nouvel appareil dépassait déjà le cap des 70 appareils en commandes fermes. Puis, poursuivant sur cette lancée, un an après son lancement officiel, soit en septembre 1998, son carnet s'élevait à 145 commandes fermes, assorties d'options pour 195 autres appareils ERJ-135 ; ce qui est loin d'être banal pour un nouveau modèle d'appareil.

Comme nous l'avons évoqué dans les pages précédentes, ce nouveau jet régional ERJ-135 relance la rivalité entre la Société brésilienne Embraer et la Société canadienne Bombardier, car ce jet régional de 37 places est offert, à peu de choses près, au même prix de vente que les avions régionaux à turbopropulsion de 37 places Dash 8Q de séries 100 et 200 de de Havilland qui se voient ainsi directement menacé par ce nouveau jet régional, surtout sur les marchés où la « Jet Mania » n'a pas perdu de sa vigueur comme, par exemple, sur certaines lignes régionales aux États-Unis. Le cas du jet régional ERJ-135 d'Embraer montre bien l'importance stratégique du facteur temps dans le développement d'un produit dérivé - allongé ou tronqué - d'un modèle de base qui permet, à ce moment-là, à un constructeur aéronautique de se positionner rapidement sur le marché par rapport aux autres produits concurrents. Rappelons aussi qu'un constructeur aéronautique qui réussit à décrocher une première commande d'achat pour ses appareils auprès d'un transporteur aérien possède souvent un avantage concurrentiel par rapport à ses concurrents, soit la possibilité de décrocher ultérieurement des renouvellements de commandes ; ce qui, dans le cas du Regional Jet de Canadair de 50 places a été particulièrement intéressant avec son client de lancement nord-américain, soit le transporteur régional Comair qui comptait quelque 155 CRJ de 50 places en commandes ou en options, suite à son entente de dix ans qu'il a conclue, en octobre 1998, avec Bombardier Aéronautique.

Une façon simple, bien que rudimentaire, de jauger du degré d'allongement du fuselage d'un modèle de base, est de comparer la longueur hors tout d'un appareil qui est une version allongée par rapport au modèle de base qui a lui servi de plate-forme de développement. C'est ainsi, par exemple, que la longueur hors tout de l'avion d'affaires Challenger 601 de Canadair qui a servi de plate-forme de développement au Regional Jet de Canadair de 50 places est de 20,85 m (68 pi 5 po), alors que le Regional Jet de séries 100 et 200, a une longueur hors tout de 26,77 m (87 pi 10 po), soit 28% de plus que l'avion d'affaires Challenger 601. Dans ce même ordre d'idées, le nouvel appareil Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 places aura une longueur hors tout de 32,41 m (106 pi 4 po), soit 21% de plus que le CRJ de 50 places ; mais, par contre, 55% de plus que le modèle de base original, l'avion Challenger et ce, pour le même diamètre extérieur de fuselage, soit 2,69 m (8 pi 10 po).

À titre de comparaison, la longueur hors tout du jet régional ERJ-145ER d'Embraer est de 29,87 m (98 pi) ; ce qui représente déjà 49% de plus que son modèle de base, soit le modèle à turbopropulsion EMB-120 Brasilia de 30 places qui a servi de plate-forme de développement au modèle ERJ-145ER de 50 places. Par rapport au Regional Jet de Canadair de 50 places, la longueur hors tout du jet régional ERJ-145ER d'Embraer est 43% supérieure à la longueur hors tout du CRJ-200ER et ce, rappelons-le, pour un même nombre maximum de passagers à bord. Comme nous allons le voir d'ici peu, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer possède un fuselage qui est beaucoup plus étroit que le CRJ-200ER de Canadair ; ce qui aura de nombreuses conséquences sur le schéma d'aménagement intérieur de la cabine, dont le nombre de sièges de passagers par rangée qui est souvent impair dans les appareils à fuselage étroit, le nombre de rangées de sièges dans la cabine et enfin, la hauteur libre dans la cabine au niveau de l'allée de circulation ; laquelle est souvent décentrée dans les avions régionaux à fuselage étroit comme, par exemple, le jet régional ERJ-145 d'Embraer, puis les modèles d'avions régionaux à turbopropulsion Saab 340B et Saab 2000 de Saab Aircraft ; auxquels s'ajoutent les avions régionaux du constructeur Fairchild-Dornier qui ne font pas partie de notre analyse, soit le modèle Do 328 à turbopropulsion et son produit dérivé, le 328JET.

Envergure d'aile et surface ailaire

Figure aussi dans cette rubrique, la surface ailaire nette (ligne 19) d'un appareil que nous avons puisée, cette fois-ci, dans la revue britannique Flight International car la revue américaine Business and Commercial Aviation ne nous donne aucune information à ce sujet dans son guide annuel (B/CA, May 1998). La surface ailaire d'un appareil nous permet, entre autres, de calculer le coefficient « Wing Loading » (ligne 20), c'est-à-dire le coefficient de répartition de la charge sur la surface ailaire de l'appareil. Plus spécifiquement, ce coefficient correspond à la masse maximale de l'appareil qui est permise au décollage que nous allons examiner d'ici peu (ligne 46) par rapport à la surface ailaire de l'appareil (ligne 19) qui contribue à la portance de l'appareil ou à sa sustentation en vol aérodynamique. Notons qu'il s'agit ici d'un calcul approximatif car, normalement, le coefficient « Wing Loading » est calculé à partir de la surface ailaire brute d'un appareil qui prend en considération toutes les surfaces portantes, alors que les données publiées par la revue Flight

International font état de la surface ailaire nette des appareils qui est quelque peu inférieure à sa surface ailaire brute. C'est que, pour certains modèles d'avions, en particulier les avions militaires, une partie du fuselage contribue à la portance de l'appareil (p. ex., l'avion militaire F-18). Pour ces motifs, nous nous attarderons pas tant sur la valeur comme telle de ces deux caractéristiques, à savoir la surface ailaire et le coefficient « Wing Loading », autant que sur leur importance au niveau de la portance de l'appareil. Dans le cas spécifique du Regional Jet de Canadair de 50 places, par exemple, la surface ailaire nette est de l'ordre de 48,35 m^2 (520,4 pi^2), alors que sa surface ailaire brute est de 54,54 m^2 (587,1 pi^2), soit 12,8% de plus (Jane's, 1998, p. 38). Dès lors, le coefficient « Wing Loading » du Regional Jet de Canadair de 50 places est de 478,44 kg/m^2 avec la surface ailaire nette, puis de 424,14 kg/m^2 avec la surface ailaire brute et une masse maximale permise au décollage de 23 134 kg (51 000 lb). À titre de comparaison, la surface ailaire nette du jet régional ERJ-145ER d'Embraer est légèrement supérieure à celle du Regional Jet de Canadair, soit 49,7 m^2 (535 pi^2) versus 48,35 m^2 (520,4 pi^2) pour le CRJ-200ER ; mais, par contre, le coefficient « Wing Loading » du ERJ-145ER qui possède une masse maximale au décollage inférieure au CRJ-200ER, soit 20 600 kg (45 415 lb), affiche un coefficient nettement inférieur à celui du Regional Jet de Canadair, soit 414,5 kg/m^2 avec la surface ailaire nette ; puis 375,1 kg/m^2 avec la surface ailaire brute qui est de 51,18 m^2 (550,9 pi^2). Enfin, bref, les ailes du Regional Jet de Canadair de 50 places doivent supporter une charge plus élevée par unité de surface ailaire - nette ou brute - que le jeu d'ailes du ERJ-145ER d'Embraer ; ce qui est tout à fait logique, puisque le CRJ-200ER de Canadair possède déjà, au départ, une masse au décollage qui est 2 534 kg plus élevée que celle du jet régional ERJ-145ER d'Embraer et qu'en plus, sa surface ailaire - nette ou brute - est moins élevée ; ce qui lui confère un coefficient « Wing Loading » qui, en conséquence, est un peu plus élevé.

Va pour la question de coefficient. Soulignons maintenant quelques principes relativement à la portance d'un appareil qui vont nous permettre de mieux comprendre l'importance des ailes pour un appareil de vol. Dit simplement, la portance d'un appareil est fonction à la fois (1) de la surface ailaire de l'appareil et (2) du flux d'air qui circule sur les ailes versus le flux d'air qui circule sous les ailes d'un appareil. La vitesse avec laquelle le flux d'air ambiant entre en contact avec les ailes d'un appareil est fonction à la fois de la vélocité comme telle des vents environnants et de la vitesse de

l'appareil. C'est pourquoi, d'ailleurs, les avions décollent et atterrissent généralement face au vent afin de pouvoir bénéficier de la vélocité des vents de face et ainsi obtenir une vitesse relative (vitesse des vents + vitesse de l'appareil) plus élevée qui améliore, par le fait même, la portance de l'appareil. Qui plus est, en raison de la forme aérodynamique particulière d'une aile d'avion qui est plutôt bombée à l'avant et sur le dessus de l'aile par rapport au dessous, puis qui va généralement en s'amincissant au fur et à mesure que l'on se dirige vers le bout de l'aile où sont situés les volets, pour dire les choses simplement ; les molécules d'air qui entrent en contact avec l'aile doivent donc parcourir une plus grande distance sur le dessus de l'aile par rapport à celles qui circulent en dessous de l'aile, en raison justement de sa forme aérodynamique particulière. Or, comme les molécules d'air qui circulent sur le dessus de l'aile doivent arriver en même temps à la fin de leur course que celles qui circulent en dessous de l'aile ; elles sont donc quelque peu forcées à se déplacer plus rapidement ; créant ainsi une plus grande distance entre les molécules d'air. Ceci a alors pour effet de créer une dépression ou une pression dynamique négative (dynamic pressure) sur le dessus de l'aile qui fait littéralement soulever l'aile de l'appareil. Dès lors, un appareil est en sustentation, pour employer le vocabulaire technique de l'industrie aéronautique, lorsque la pression dynamique sur le dessus de l'aile est suffisamment élevée pour soulever le poids comme tel de l'appareil ou sa masse ; d'où l'importance de bien contrôler la masse maximale d'un appareil qui est permise au décollage afin de ne pas mettre en péril sa portance qui pourrait ensuite provoquer le décrochage de l'appareil, c'est-à-dire la perte de sa sustentation et possiblement, l'écrasement de l'appareil si le pilote ne réussit pas à temps à regagner de la vitesse ou délester la charge excessive pour améliorer la portance de l'appareil.

En fait, contrairement ici à la croyance populaire, ce n'est pas l'air qui circule en dessous de l'aile d'un appareil qui le fait planer, mais plutôt la différence de pression dynamique du flux d'air en mouvement sur le dessus de l'aile. Selon Nadeau (1997) : « Voilà le principe de Bernoulli, du nom du philosophe et mathématicien français qui a conçu la première équation de l'aérodynamique il y a 300 ans. », (p. 43). Ce principe stipule que si la vitesse des molécules d'air augmente, la pression doit diminuer ; d'où la pression dynamique négative qui se développe sur le dessus d'une aile d'avion. Le défi pour les concepteurs, c'est donc de concevoir une aile avec laquelle l'air qui circule sur le

dessus reste collé à la surface sans être trop perturbé par des remous, de souligner à ce sujet Nadeau (1997). Ceci est rendu possible grâce à la simulation par ordinateur de l'écoulement des fluides ; ce qui permet aux aérodynamiciens de mieux visualiser le mouvement de l'air sur la surface de l'aile et concevoir une aile qui assure le maximum de portance, tout en réduisant sa résistance aérodynamique ou les turbulences à l'arrière de l'aile qui ont pour effet d'augmenter la traînée (drag). Soulignons que la portance d'un appareil, tel un avion de ligne régionale ou commerciale, est une variable critique surtout à basse vitesse ; ce qui se produit lors du décollage et des manoeuvres d'approche en vue de l'atterrissage, car c'est souvent durant ces moments critiques qu'il y a danger de décrochage, c'est-à-dire que l'appareil perde tout à coup sa portance ou sa sustentation en vol aérodynamique. Dès lors, pour palier à la vitesse réduite d'un appareil lors du décollage et des manoeuvres d'approche pour l'atterrissage, la surface ailaire des avions civils est augmentée grâce à des volets dits "hypersustentateurs" qui se déploient à l'arrière de l'aile et, parfois aussi, à l'avant de l'aile, comme c'est le cas avec le nouvel avion d'affaires Global Express de Bombardier. Le but est d'augmenter la surface ailaire de l'appareil, de sorte que les molécules d'air qui circulent sur le dessus de l'aile soient forcées de parcourir une distance encore plus grande par rapport aux molécules d'air qui circulent en-dessous de l'aile ; créant ainsi une plus grande différence de pression dynamique qui améliore, par la même occasion, la portance de l'appareil à basse vitesse.

Dans le cas, par exemple, du CRJ de 50 places, ses volets hypersustentateurs contribuent à la portance de l'appareil en ajoutant une surface ailaire additionnelle de 10,60 m^2 (114,1 pi^2) ; ce qui correspond à 22% de sa surface ailaire nette et à 19% de sa surface ailaire brute. De plus, comme la vitesse de l'appareil au décollage et à l'atterrissage est un facteur déterminant pour assurer sa portance, ceci aura une conséquence directe sur la longueur de piste minimale qui est requise pour que l'appareil puisse atteindre une vitesse sécuritaire ; ce qui pourrait être un facteur contraignant pour certains aéroports régionaux qui ne peuvent recevoir certains modèles d'avions régionaux qui requièrent une longueur de piste qui est au-delà de ce que ces aéroports peuvent leur offrir. C'est le cas notamment des avions régionaux à réaction qui, en général, requièrent une longueur de piste au décollage et à l'atterrissage qui est supérieure à celles des avions régionaux à turbopropulsion, comme nous allons le voir en détail d'ici peu.

Notons par contre, qu'à haute vitesse, ce n'est pas tant la portance d'un appareil qui devient une préoccupation, autant que sa résistance aérodynamique, aussi appelée la "traînée" (drag) d'un appareil. Parmi les facteurs qui contribuent à la résistance aérodynamique d'un appareil, il y a bien sûr son profil aérodynamique, puis les turbulences qui sont causées, entre autres, par les ailes de l'appareil, ainsi que d'autres parties de sa structure. À ce sujet, il convient de souligner ici que le Regional Jet de Canadair est un appareil qui est reconnu pour son excellent profil aérodynamique. De fait, certains engins volant à très haute vitesse comme, par exemple, les missiles et les fusées n'ont pas besoin de voilure ou très peu de voilure pour assurer leur portance ; la très forte poussée de leur système de propulsion est souvent suffisante pour maintenir l'engin en sustentation en vol aérodynamique qui, grâce en plus à leur profil aérodynamique allongé, engendre peu de résistance aérodynamique. Par contre, la résistance aérodynamique est une préoccupation pour les avions à la fois civils et militaires qui ne peuvent se passer de voilure, de sorte qu'à grande vitesse, les ailes contribuent à augmenter la résistance aérodynamique ou la traînée de l'appareil à cause des turbulences qui se forment derrière l'aile. Pour réduire la résistance aérodynamique qui est ainsi causée par les ailes d'un appareil, les aérodynamiciens peuvent intervenir sur plusieurs caractéristiques concernant le jeu d'ailes d'un appareil, dont sa géométrie (p. ex., voilure en flèche ; voilure delta), en particulier la flèche de l'aile, c'est-à-dire l'angle d'attaque de l'aile dans l'air, le postulat étant que : plus l'angle d'attaque (sweepback) est élevé ; plus faible est la résistance aérodynamique de l'aile dans l'air et donc, plus faible est la résistance aérodynamique de l'appareil dans son ensemble.

Une analogie bien connue pour décrire une forme d'aile en flèche est celle d'un boomerang. C'est d'ailleurs ce type d'aile qui distingue tous les modèles actuels d'avions à réaction de Bombardier Aéronautique comme, par exemple, le Challenger 604 et le Regional Jet de Canadair, puis aussi le Global Express de Bombardier dont l'aile constitue, selon Nadeau (1997) : « la pièce-maîtresse de ce chef d'oeuvre de l'ingénierie québécoise et le secret le mieux gardé de Bombardier Aéronautique. », (p. 42). À titre d'exemple illustratif, la flèche de l'aile de l'avion supersonique Concorde qui possède une voilure dite "delta" est de l'ordre de 68° ; ce qui permet à l'appareil d'avoir une faible résistance aérodynamique et ainsi atteindre une vitesse de croisière dépassant

Mach 2,04 ; ce qui correspond à deux fois la vitesse du son[70] (Science & Vie, Juin 1997, p. 140). C'est pourquoi certains modèles d'avions militaires (p. ex., l'avion de chasse intercepteur Mirage G de la France) sont conçus avec une voilure à géométrie variable ; pour que les ailes puissent se replier vers l'arrière aussitôt après le décollage afin de diminuer la résistance aérodynamique causée par les ailes de l'appareil lorsque celui-ci vole à très grande vitesse. Enfin, un autre facteur qui contribue à diminuer la résistance aérodynamique ou la traînée (drag) causée par les ailes d'un appareil est la forme relevée du bout des ailes, aussi appelée "dérives d'extrémités d'aile" (winglets) ; lesquelles sont d'ailleurs l'un des traits caractéristiques de tous les avions à réaction de Bombardier Aéronautique, tels : le Challenger 604 ; le Regional Jet de Canadair et ses deux produits dérivés, le Corporate JetLiner et le Special Edition ; puis le Global Express de Bombardier ; et enfin, tous les avions d'affaires de petites et moyennes dimensions de la gamme Learjet, soit : le Learjet 31A ; le Learjet 60 ; et enfin le dernier né de cette famille d'appareils, le Learjet 45.

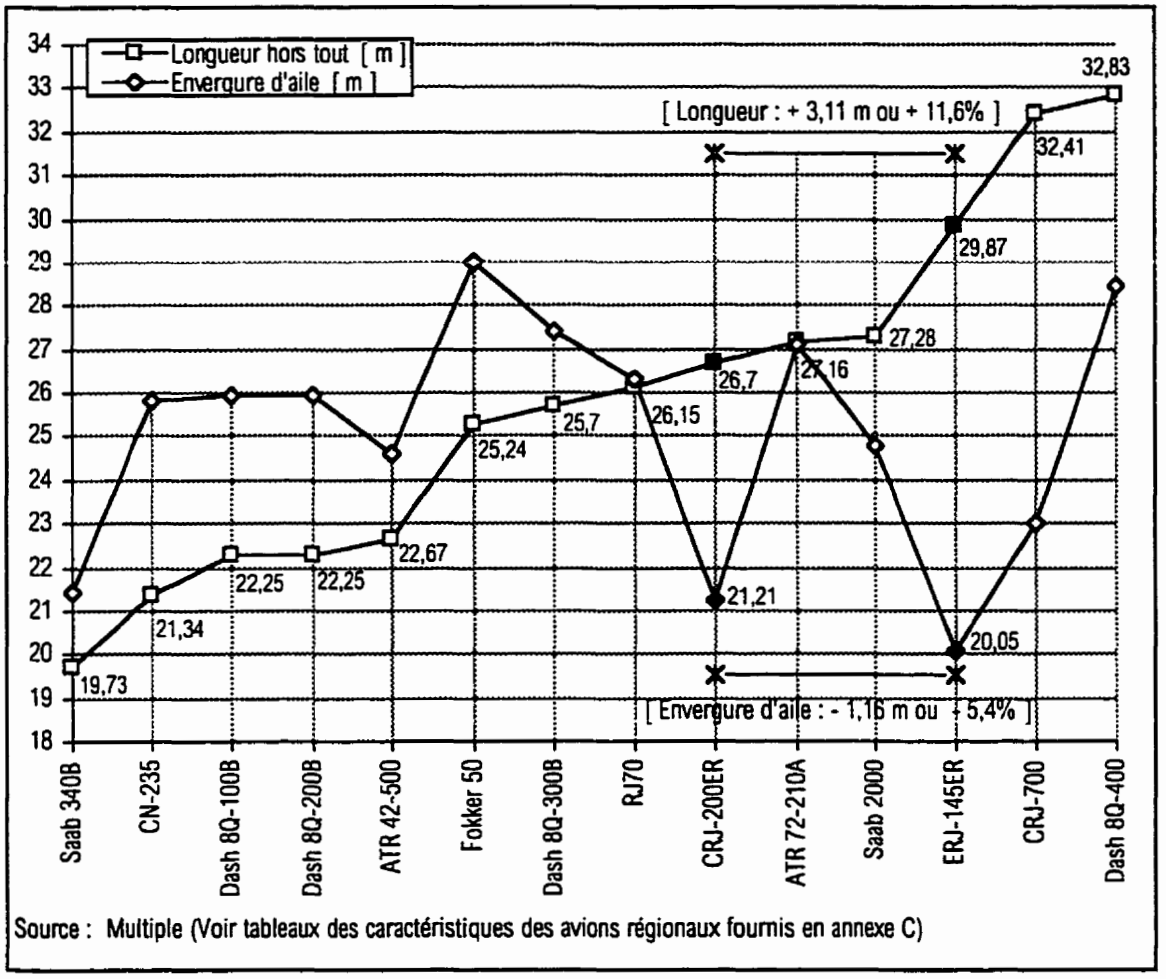
D'ailleurs, il convient de souligner ici que la conception des ailes de certains modèles d'avions régionaux à réaction, tels le Regional Jet de Canadair et le jet régional ERJ-145 d'Embraer, est très différente de certains modèles d'avions régionaux à turbopropulsion comme, par exemple, tous les appareils de la gamme Dash 8Q de de Havilland où les ailes des appareils ont un faible angle d'attaque dans l'air, comparativement à un avion de transport régional à réaction. En fait, il y a très peu, sinon aucun avion régional à turbopropulsion qui possède, à notre connaissance, une voilure en flèche, ni même une voilure delta et ce, même les avions régionaux à turbopropulsion très rapides comme, par exemple, le Saab 2000 de Saab Aircraft et, prochainement, le Dash 8Q-400 de de Havilland. D'ailleurs, plusieurs modèles d'avions régionaux à turbopropulsion, tels les appareils de la gamme Dash 8Q de l'avionnerie de Havilland et ceux de la gamme ATR 42 et ATR 72 d'Avions de Transport Régional, ont les ailes presque perpendiculaires avec le fuselage de l'appareil, c'est-à-dire qu'ils ont aucun angle d'attaque significatif de l'aile dans l'air.

---

[70] La vitesse du son (Mach 1,0) varie en fonction des conditions atmosphériques, notamment la température. Elle se situe aux alentours de 340 m/s à 15 °C. Selon les conditions atmosphériques, elle peut varier de 1 060 à 1 220 km/h (660 à 760 mi/h ou 574 à 660 kt).

Faut dire aussi que les avions régionaux à turbopropulsion ne sont pas nécessairement conçus pour battre des records de vitesse, de sorte que l'angle d'attaque de l'aile dans l'air et sa résistance aérodynamique à grande vitesse, sont des préoccupations sans doute secondaires pour les différents concepteurs de ces appareils qui possèdent cependant de nombreux autres avantages (p. ex., courte distance requise pour le décollage et l'atterrissage ; etc.). Or, il se trouve aussi que l'angle d'attaque de l'aile dans l'air influe directement sur une autre caractéristique d'un appareil, soit son envergure d'aile (ligne 18) qui est ici une autre caractéristique des avions régionaux que nous avons répertoriées et insérées dans nos divers tableaux de caractéristiques fournis en annexe C de ce document. C'est ainsi, par exemple, que pour un même nombre de sièges de passagers, le Regional Jet de Canadair de 50 places a une envergure d'aile de 21,21 m (69,6 pi) ; alors que le Dash 8Q de série 300 de 50 places de de Havilland a une envergure d'aile de 27,43 m (90,0 pi), soit 30% de plus que le Regional Jet de Canadair et 12% de plus que son concurrent, le modèle ATR 42-500 d'Avions de Transport Régional qui possède une envergure d'aile de 24,57 m (80,6 pi).

À titre de comparaison, l'envergure d'aile du jet régional ERJ-145ER d'Embraer est de 20,05 m (65,8 pi) ; ce qui est quasi identique à l'envergure d'aile du CRJ-200ER de Canadair. Autre fait à souligner, l'envergure d'aile du Dash 8Q-300 est plus grande que la longueur hors tout de l'appareil qui est de 25,70 m (84,3 pi). Cette différence est encore plus frappante avec les appareils Dash 8Q de séries 100 et 200 de 37 places, où la longueur hors tout des appareils est de 22,25 m (73,0 pi), alors que leur envergure d'aile est de 25,91 m (85 pi), soit 3,66 m (12 pi) de plus que leur longueur. Rappelons ici que l'envergure d'aile d'un appareil est un facteur non négligeable lorsqu'il s'agit de considérer la dimension des hangars et des aires de stationnement des appareils sur le tarmac ou sur les quais d'embarquement et de débarquement des passagers, en particulier pour les aéroports régionaux qui sont plus limités en terme d'espace par rapport aux aéroports internationaux qui sont cependant confrontés à un autre problème, soit celui de la circulation ou de l'achalandage où, là-encore, l'envergure d'aile des appareils est un élément qui ne passe pas inaperçu. Ceci dit, la figure 3.10 de la page suivante nous montre la position relative des avions régionaux faisant partie de notre analyse en fonction du mix de leurs caractéristiques portant sur leur longueur hors tout et leur envergure d'aile.



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.10 Longueur hors tout et envergure d'aile des avions régionaux.

Comme nous pouvons le constater de visu dans cette figure, de nombreux modèles d'avions régionaux à turbopropulsion ont une envergure d'aile qui dépasse souvent leur longueur hors tout ; à l'exception des modèles Dash 8Q-400 de de Havilland et Saab 2000 de Saab Aircraft qui sont tous les deux des avions régionaux à turbopropulsion très rapides. À l'inverse, la plupart des modèles d'avions régionaux à réaction ont une envergure d'aile qui est inférieure ou égale à la longueur hors tout de l'appareil, dont le CRJ-200ER, le ERJ-145ER, puis aussi le jet régional de 70 places RJ70 d'Avro dont la longueur hors tout est de loin inférieure à celle du CRJ-700 et du Dash 8Q-400 qui sont pourtant, eux aussi, des avions régionaux de 70 places.

3.2.2.5 Dimensions intérieures

Les dimensions intérieures des appareils qui figurent dans cette rubrique (ligne 22) dans chacun des tableaux de caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C de ce document sont mesurées une fois complétée la finition intérieure des appareils. Les dimensions intérieures sont des caractéristiques qui influent directement sur le niveau de confort des passagers, tout comme d'ailleurs le pas de siège et le nombre de sièges de front par rangée qui sont ici deux autres caractéristiques ergonomiques importantes du point de vue confort alloué aux passagers. Parmi les caractéristiques portant sur les dimensions intérieures d'un appareil que nous avons retenues dans la présente, citons : la longueur de la cabine (ligne 23) ; sa largeur qui est généralement mesurée au niveau de l'axe horizontal du fuselage (ligne 24) où sa largeur est à son maximum ; la hauteur libre dans la cabine de passagers (ligne 27). Ces dimensions intérieures sont mesurées selon la méthode utilisée par la revue Business and Commercial Aviation (B/CA, May 1998).

Longueur, largeur et hauteur libre dans la cabine de passagers

En longueur, la plupart des avions régionaux faisant partie de notre analyse sont configurés sensiblement de la même manière de l'avant vers l'arrière de l'appareil. En général, on y trouve quatre compartiments principaux. En avant de l'appareil, on y trouve d'abord : (1) le cockpit de l'appareil où se situe le poste de pilotage ; puis, en se dirigeant vers l'arrière, nous avons (2) la cabine de passagers et (3) la soute à bagages qui sont en général des compartiments pressurisés, lorsqu'il s'agit d'un modèle d'appareil pressurisé. Et enfin, derrière la soute à bagages, on y retrouve (4) la partie arrière du fuselage où se situe, en général, l'unité ou le groupe auxiliaire de puissance (APU : Auxiliairy Power Unit) qui sert à fournir l'énergie pneumatique nécessaire pour le démarrage des moteurs principaux de l'appareil et des commandes de climatisation de la cabine, en plus d'entraîner le groupe ou le système générateur de réserve devant servir à l'alimentation des circuits électriques et du bloc-office.

L'espace vital pour les passagers pour la durée du vol se situe dans la cabine. En avant de la cabine, c'est-à-dire derrière le poste de pilotage, se trouve, en général, l'entrée principale de l'appareil, le placard de rangement, la cuisinette et enfin, le siège de l'agent de bord. À l'arrière de la cabine se trouve le cabinet de toilette derrière lequel se situe la soute à bagages ou le compartiment à cargo auquel on accède, en général, par l'extérieur. Ce schéma d'aménagement intérieur se trouve sur plusieurs modèles d'avions régionaux dont, entre autres, le Regional Jet de Canadair, le jet régional ERJ-145 d'Embraer et le Saab 340B de Saab Aircraft. Par contre, certains modèles d'avions régionaux incorporent certains changements à ce schéma d'aménagement. C'est le cas notamment du Saab 2000 de Saab Aircraft qui a plutôt son cabinet à toilette à l'avant de la cabine ; puis, c'est le cas aussi des appareils de la gamme ATR 42 et ATR 72 d'Avions de Transport Régional (ATR) qui possèdent un compartiment à bagages additionnel à l'avant de l'appareil, soit derrière le poste de pilotage ; l'entrée principale se situant à l'arrière de la cabine plutôt qu'à l'avant. Enfin, c'est le cas également des appareils de la gamme RJ d'Avro, à savoir les appareils RJ70, RJ85 et RJ100 qui ont un schéma d'aménagement intérieur particulier dû au fait que ce modèle d'appareil à large fuselage a la flexibilité d'être aménagé en plusieurs sections pour pouvoir desservir des classes distinctes de services aux voyageurs (p. ex., services première classe ; classe affaires ; classe économique ; etc.). Dans les faits, on retrouve à l'intérieur de ce modèle d'appareil les commodités usuelles comme, par exemple, un placard de rangement, une cuisinette, un cabinet de toilette et un siège d'agent de bord à la fois à l'avant de la cabine et à l'arrière et ce, afin de pouvoir dispenser des services en fonction de la classe choisie par le voyageur. Cette flexibilité est rendue possible en raison principalement de la largeur du fuselage de ce modèle d'appareil. Prenons ici un exemple concret pour étayer cet argument.

En juillet 1997, le transporteur Mesaba Airlines de Minneapolis aux États-Unis commanda 24 avions régionaux à réaction RJ85 d'Avro ; lesquels seront par la suite loués sous forme de location-exploitation au transporteur régional Northwest Airlink qui les affrétera sous la bannière Northwest Jet Airlink (AW&ST, May 12, 1997, p. 52). Or, ce qui est de particulier avec cette transaction, c'est que le jet régional RJ85 d'Avro est normalement offert en configuration de 85 à 100 sièges, selon que la cabine de passagers est aménagée avec 5 sièges de front par rangée en

classe affaires ou 6 sièges de front par rangée en classe économique. Or, Mesaba Airlines et Northwest Airlink optèrent pour un schéma d'aménagement intérieur comprenant une capacité d'accueil de seulement 69 sièges de passagers[71] et ce, affirment-ils, dans le but d'améliorer le niveau de confort alloué à leurs passagers. Concrètement, cela signifie que ces nouveaux appareils RJ85 seront aménagés avec une section première classe comprenant 16 fauteuils en cuir ayant un pas de siège de 94 cm (37 po), la section suivante étant aménagée avec le reste des 53 sièges qui seront disposés avec un pas de siège de 84 cm (33 po) ; ce qui est un phénomène nouveau dans l'aviation régionale nord-américaine (AW&ST, May 12, 1997, p. 50). En effet, la plupart des transporteurs régionaux tant aux États-Unis qu'au Canada offrent, en général, qu'une seule classe de voyageurs à l'intérieur de leurs appareils dont le pas de siège en configuration standard est normalement de 78,7 cm (31 po), comme c'est le cas, par exemple, pour la majorité des appareils Regional Jet de Canadair de 50 places en service. En Europe, par contre, les fauteuils en cuir, ainsi que les classes distinctes de services qui sont offertes aux voyageurs (p. ex., section première classe ; classe affaires ; classe économique ; classe nolisée ; etc.) sont monnaie courante, en particulier avec la gamme des appareils à large fuselage RJ d'Avro, soit les appareils RJ70, RJ85 et RJ100.

En effet, dans ce modèle, la carlingue de l'appareil procure une largeur intérieure de 3,41 m (11,2 pi) ; ce qui permet, à ce moment-là, trois schémas d'aménagement différents dans la cabine de passagers, soit : 4 sièges par rangée dans la section première classe ; 5 sièges par rangée dans la section de classe affaires ; et enfin, 6 sièges par rangée dans la section de classe économique. À notre connaissance, aucun autre modèle d'avion régional de 20 à 90 sièges ne permet une si grande flexibilité au niveau de l'aménagement intérieur de la cabine ; flexibilité qui découle, rappelons-le, en grande partie de la largeur intérieure du fuselage. À titre de comparaison, la largeur intérieure du fuselage du jet régional RJ70 d'Avro est 62% plus large que celle du jet régional ERJ-145ER d'Embraer qui est de 2,10 m (6,9 pi) ; puis 33% plus large que celle du CRJ-200ER.

---

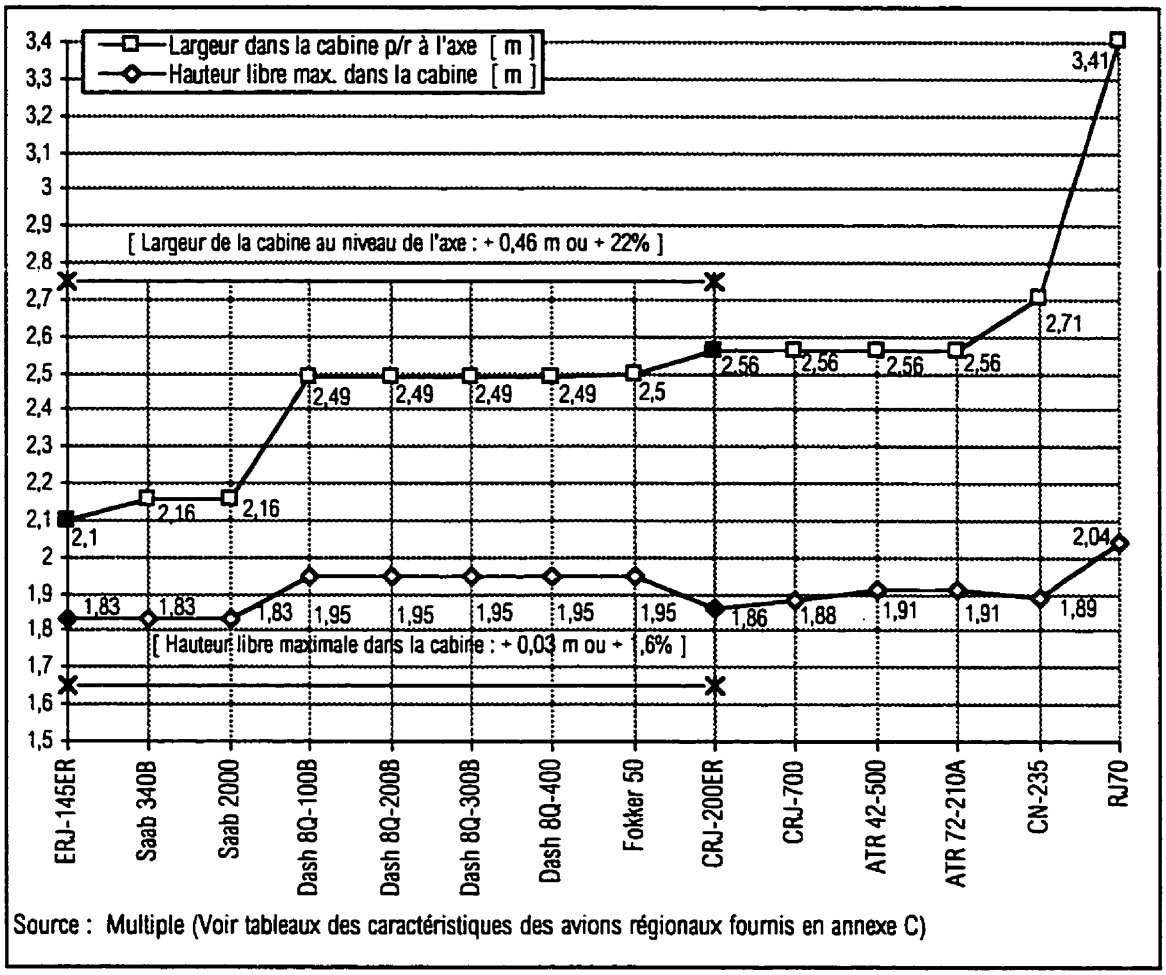
[71] Soulignons ici que les transporteurs régionaux aux États-Unis ont une autre bonne raison de ne pas dépasser la limite maximale de 70 sièges de passagers dans leurs appareils ; ce que l'industrie appelle les clauses d'envergure ou de gamme (Scope Clauses). Au-delà de ce seuil, les règles et conventions de travail qui lient les transporteurs aériens et les associations syndicales qui représentent leurs employés (p. ex., ALPA : Air Line Pilots Association) ne sont plus les mêmes (B/CA, October 1997, p. 48). Enfin, une autre clause limite la masse brute des appareils à 75 000 lb ou 34 020 kg (AW&ST, May 12, 1997, p. 51).

Dans un tel schéma d'aménagement des appareils RJ85 commandés par Mesaba Airlines, non seulement les sièges doivent être différents pour atteindre une telle densité de 6 sièges de passagers par rangée dans la section de classe économique, mais l'allée de circulation dans la cabine s'en retrouve également modifiée. C'est ainsi, par exemple, que dans un appareil RJ85 d'Avro, la section première classe est aménagée avec 2 sièges de front qui, ensemble, occupent un espace de 1,37 m (54 po) de chaque côté de l'allée de circulation qui, elle-même, occupe un espace de 0,53 m (21 po) dans la cabine. En contraste, la section classe économique est aménagée avec 3 sièges de front de chaque côté de l'allée de circulation qui, ensemble, occupent un espace presque équivalent au 2 sièges de front de la section première classe, soit 1,59 m (59 po) de chaque côté de l'allée de circulation qui, de ce fait, se retrouve confinée à un espace de 0,41 m (16 po) au niveau des appuis-bras des sièges. À titre de comparaison, le fuselage du Regional Jet de Canadair de 50 places qu'il a hérité de l'avion d'affaires à large fuselage Challenger de Canadair, lui procure une largeur intérieure de 2,57 m (8,4 pi) au niveau de l'axe horizontal du fuselage ; ce qui permet d'aménager tout au plus 4 sièges par rangée, soit 2 sièges de front de chaque côté de l'allée centrale de circulation. En contrepartie, le nouvel appareil Regional Jet de Canadair de 70 places (CRJ-700) est présentement offert en deux schémas différents d'aménagement intérieur, soit : (1) une première configuration de base de 70 sièges de passagers comprenant un pas de siège de 78,7 cm (31 po) ; puis ensuite (2) une seconde configuration dite de "haute densité" de 74 à 78 sièges de passagers avec un pas de siège réduit. Enfin, l'utilisation de fauteuils en cuir constituera un autre aspect non négligeable du nouvel appareil CRJ-700 de Canadair qui est présentement en cours de développement (Regional Update, Nov./Dec. 1997, p. 4).

D'ailleurs, il convient de souligner ici que l'un des reproches qui est parfois adressé aux appareils de la famille Regional Jet de Canadair porte justement sur son manque de flexibilité, c'est-à-dire le fait de ne pouvoir modifier l'aménagement intérieur de la cabine relativement au nombre de sièges par rangée et ce, afin de permettre, par exemple, des classes distinctes de services pour les voyageurs (B/CA, May 1998, p. 50). En réalité, il est toujours possible d'aménager un nombre de sièges par rangée inférieur à quatre, comme c'est le cas présentement pour tous les appareils de la famille Regional Jet de Canadair, mais les concessions à faire sont importantes, en particulier au

niveau de l'allée de circulation qui devra nécessairement être décentrée si le nombre de sièges par rangée était de trois, plutôt que quatre, afin de pouvoir aménager des fauteuils plus spacieux. C'est d'ailleurs la situation qui prévaut avec les deux produits dérivés du Regional Jet de Canadair de 50 places, soit : (1) le Corporate JetLiner de Canadair qui peut accueillir entre 18 et 35 passagers ; puis (2) le Special Edition de Canadair qui peut accueillir, pour sa part, entre 14 et 19 passagers ; ce qui est bien en-dessous de la capacité d'accueil de l'avion de ligne régionale Regional Jet de Canadair de séries 100 et 200 qui peut accueillir jusqu'à 50 passagers. Outre le CRJ de Canadair, plusieurs autres modèles d'avions régionaux ne peuvent eux aussi offrir le même niveau de flexibilité au niveau de l'aménagement intérieur de la cabine de passagers que ce qui peut être offert par la gamme des avions régionaux à réaction de 70 à 120 places RJ d'Avro. Règle générale, plus le fuselage d'un appareil est étroit, moins celui-ci procurera de la flexibilité au niveau de son schéma d'aménagement intérieur, en particulier au niveau du nombre de sièges par rangée (ligne 12).

C'est ainsi, par exemple, que le fuselage étroit du principal concurrent du Regional Jet de Canadair de 50 places, le jet régional ERJ-145 d'Embraer qu'il a lui même hérité du modèle EMB-120 à turbopropulsion, lui procure une largeur intérieure maximale de 2,10 m (6,9 pi) au niveau de l'axe horizontal du fuselage ; ce qui permet d'aménager tout au plus 3 sièges de passagers par rangée. Dans les faits, comme le montre la figure 3.11 de la page suivante, le jet régional de 50 places ERJ-145ER d'Embraer est l'avion de transport régional qui possède la largeur intérieure dans la cabine qui est la plus étroite de tous les avions régionaux faisant partie de notre analyse, bien qu'il soit suivi de près par les modèles Saab 340B et Saab 2000 de Saab Aircraft qui sont, eux aussi, limités à trois sièges par rangée en raison justement de la largeur intérieure étroite de leur fuselage au niveau de l'axe horizontal qui est conçu à partir des mêmes fuseaux ou de la même cellule. Comme en témoigne de manière éloquente cette figure 3.11, le jet régional de 70 places RJ70 d'Avro est effectivement un appareil qui se démarque de tous les autres avions régionaux au chapitre de la largeur intérieure de son fuselage ; ce qui lui confère la flexibilité nécessaire pour pouvoir offrir plusieurs configurations différentes d'aménagement. Aussi incluse dans cette figure, la hauteur libre dans la cabine que nous allons discuter d'ici peu qui est une autre caractéristique liée au confort des passagers qui n'est pas sans importance dans un avion de ligne régionale.



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.11 Largeur et hauteur libre dans la cabine de passagers des avions régionaux.

Du fait que certains modèles d'avions régionaux possèdent une largeur intérieure qui limite le nombre de sièges par rangée ; ce qui, à ce moment-là, oblige une configuration comprenant un nombre impair de sièges par rangée. Dès lors, il s'en suit par la suite plusieurs conséquences qui font en sorte que le Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) se distingue de façon fondamentale de son plus proche rival, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer. Premièrement, pour un même nombre maximum de sièges de passagers à bord du jet régional d'Embraer que le Regional Jet de Canadair, soit 50 sièges de passagers, il y aura forcément un nombre plus élevé de rangées de sièges dans la cabine du ERJ-145ER d'Embraer que dans celle du CRJ-200ER de Canadair ; ce qui signifie une cabine plus longue et ce, dans un fuselage qui, au départ, est déjà plus étroit que le

CRJ-200ER. Cet état de fait risque d'engendrer ce que l'industrie appelle un "effet tunnel", comme nous allons le voir d'ici peu. De façon plus précise, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer est aménagé avec une cabine de passagers comprenant 16 rangées de 2 sièges du côté droit de la cabine, c'est-à-dire du côté du copilote, lorsqu'on prend place dans un fauteuil ; puis ensuite de 18 rangées d'un seul siège du côté gauche, c'est-à-dire du côté du pilote, soit 2 rangées de sièges de plus que dans la rangée de droite. Quant au Regional Jet de Canadair de 50 places, la cabine de passagers comprend 12 rangées de 2 sièges du côté droit de la cabine (côté du copilote), puis 13 rangées de 2 sièges également du côté gauche (côté du pilote) ; le cabinet de toilette étant situé du côté droit derrière les 12 rangées de sièges, occupant ainsi la moitié seulement de la largeur de la cabine, alors que dans le jet régional ERJ-145ER d'Embraer, le cabinet de toilette occupe toute la largeur de la cabine ; compte tenu du fait que son fuselage est plutôt étroit comparativement au CRJ-200ER de Canadair. Bien qu'intuitivement, on serait sans doute tenté de penser qu'un nombre impair de sièges de passagers dans la cabine d'un appareil soit un élément désavantageux ; en pratique, par contre, certains clients utilisateurs et clients voyageurs d'avions régionaux y voient plutôt un avantage car, soutiennent-ils, les sièges les plus confortables dans un avion de transport régional sont souvent ceux qui sont adjacents à l'allée de circulation (ou à une fenêtre selon les goûts de chacun). Dès lors, par simple calcul du nombre de rangées de sièges dans la cabine des appareils, nous arrivons au constat qu'il y a 34 passagers (18 + 16 rangées de sièges) ou 68% des passagers dans un appareil ERJ-145 qui peuvent bénéficier de cet avantage, comparativement à 25 passagers (13 + 12 rangées de sièges) ou 50% des passagers dans un Regional Jet de Canadair de 50 places.

Deuxièmement, une autre conséquence directe au fait que le fuselage étroit d'un appareil entraîne un nombre impair de sièges par rangée dans la cabine de passagers, implique que les compartiments de rangement supérieurs au-dessus des sièges se retrouvent tous confinés sur le même côté de la cabine, soit du côté des rangées comprenant 2 sièges de passagers dans le cas du jet régional ERJ-145 d'Embraer, ainsi que dans le cas aussi des deux modèles d'avions régionaux à turbopropulsion Saab 340B et Saab 2000 de Saab Aircraft qui sont eux aussi confrontés au même problème relativement à leur fuselage étroit. Cette situation fait en sorte que la masse générée par les passagers de l'appareil et leurs effets personnels ne pourra être répartie uniformément de

chaque côté de l'allée de circulation dans la cabine de passagers, en comparaison du Regional Jet de Canadair où la masse générée par les passagers et leurs effets personnels peut être plus facilement répartie uniformément de chaque côté de l'allée de circulation, compte tenu du fait que le schéma d'aménagement intérieur du CRJ est symétrique par rapport à l'axe vertical de son fuselage. Une fois de plus, ce qui, intuitivement, pourrait sembler un avantage pour le Regional Jet de Canadair par rapport à son plus proche rival, le ERJ-145ER d'Embraer, c'est-à-dire le volume d'entreposage dans les compartiments de rangement supérieurs au-dessus des sièges (ligne 28) qui est nettement supérieure dans un appareil CRJ-200ER de Canadair (9,7 pi^3 ou 0,27 m^3) par rapport au jet régional ERJ-145ER d'Embraer (6,5 pi^3 ou 0,184 m^3) représente pour certains clients voyageurs de ces avions régionaux un avantage en terme de volume disponible pour les effets personnels dans l'appareil, mais un désavantage en terme d'espace qu'occupent ces compartiments de rangement supérieurs qui viennent ainsi empiéter sur l'espace vital des voyageurs. Évidemment, lorsqu'il est question de confort, il faut être prudent car il y a une bonne dose de subjectivité qui entre en ligne de compte. Par ailleurs, la symétrie que l'on retrouve dans un appareil Regional Jet de Canadair de 50 places fait en sorte que l'allée de circulation bénéficie de la hauteur libre maximale dans la cabine mais, en revanche, le schéma d'aménagement optimum du CRJ de 50 places fait dire à certains que cet appareil manque quelque peu de flexibilité pour pouvoir aménager d'autres configurations de sièges dans la cabine et ce, afin de pouvoir accommoder des classes distinctes de services en utilisant, par exemple, des fauteuils plus spacieux, car cela implique un nombre moins élevé de sièges par rangée et, parfois aussi, un nombre impair de sièges par rangée.

Troisièmement, une autre conséquence directe du fait que le fuselage étroit d'un appareil entraîne un nombre impair de sièges par rangée dans la cabine de passagers, comme c'est le cas présentement avec le jet régional ERJ-145 d'Embraer et certains autres modèles d'avions régionaux comprenant 3 sièges par rangée (p. ex., les modèles Saab 340B et Saab 2000 de Saab Aircraft ; puis aussi le Do 328 à turbopropulsion et le jet régional 328JET de Fairchild-Dornier), implique que l'allée de circulation se trouve forcément décentrée dans la cabine en raison justement du nombre impair de sièges par rangée ; mais surtout, cela implique que l'allée de circulation se retrouve décentrée par rapport à l'axe vertical du fuselage où se situe la hauteur libre maximale dans la

cabine. Dès lors, en raison de la géométrie circulaire du fuselage d'un appareil, aussitôt que l'on s'éloigne du centre géométrique du fuselage où la hauteur libre est à son maximum par rapport au plancher de la cabine, la hauteur libre par rapport au plancher ne peut que diminuer de chaque côté de cet axe vertical. Dans un modèle d'appareil à large fuselage, tels les appareils de la gamme RJ d'Avro, le fait que la hauteur libre diminue de chaque côté de l'axe vertical du fuselage ne cause pas vraiment de problème, car cette diminution se fait progressivement. Qui plus est, les appareils de la gamme RJ d'Avro, dont le jet régional RJ70 que nous avons examiné à la figure 3.11 dans les pages précédentes, est l'avion de transport régional qui possède non seulement la plus grande largeur intérieure de la cabine de tous les avions régionaux faisant partie de notre analyse, mais il est également l'appareil qui offre la hauteur libre la plus élevée, soit 2,04 m (6,7 pi) ; en foi de quoi la largeur du fuselage et la hauteur libre dans la cabine sont deux caractéristiques intimement liées.

Par contre, dans un modèle d'avion de transport régional à fuselage plutôt étroit, tel le jet régional ERJ-145ER d'Embraer, le fait que la hauteur libre diminue rapidement de chaque côté de l'axe vertical du fuselage est un problème beaucoup plus préoccupant. Bien sûr, les constructeurs d'avions régionaux ont toujours la possibilité d'abaisser le niveau du plancher dans la cabine pour donner plus de hauteur libre à leurs occupants ; qu'ils soient passagers ou membres d'équipage. Mais, là-encore, ils sont confrontés à un dilemme, car plus le plancher est abaissé à l'intérieur de la carlingue d'un appareil pour augmenter la hauteur libre, plus la largeur du plancher diminue en raison de la forme circulaire du fuselage ; ce qui a un effet direct sur le nombre de sièges par rangée que l'on peut aménager et sur d'autres caractéristiques non négligeables, telle la largeur de l'allée de circulation et la hauteur des fenêtres par rapport aux fauteuils. Or, pour éviter que la hauteur libre dans l'allée de circulation soit trop affectée par le fait que celle-ci est décentrée par rapport à l'axe vertical du fuselage en raison du schéma d'aménagement intérieur qui comporte un nombre impair de sièges par rangée, les constructeurs d'avions régionaux qui sont confrontés à ce problème dont, entre autres, Embraer, Saab Aircraft et Fairchild-Dornier, décidèrent tout simplement d'abaisser le niveau du plancher uniquement dans l'allée de circulation, plutôt que sur toute la largeur du plancher dans la cabine. En clair, ceci signifie qu'il y a une légère dénivellation entre l'allée de circulation et les sièges de passagers qui sont situés de chaque côté du couloir. Dans le cas du jet régional ERJ-

145ER d'Embraer, le plancher abaissé dans l'allée de circulation procure à ses occupants une hauteur libre maximale de 1,83 m (6,0 pi). On retrouve la même configuration à bord des appareils Saab 340B et Saab 2000 de Saab Aircraft qui sont aménagés avec 3 sièges de front par rangée dans la cabine. Dans les deux cas, le plancher a dû, là-aussi, être abaissé de quelques centimètres dans l'allée de circulation ; procurant à ses occupants une hauteur libre équivalente à celle du jet régional ERJ-145ER d'Embraer, soit 1,83 m (6,0 pi), comme le montre la figure 3.11 vue précédemment. En contraste, le Regional Jet de Canadair est généralement offert en configuration standard de 50 sièges de passagers comprenant un pas de siège de 78,7 cm (31 po) et 4 sièges de passagers par rangée. De ce fait, l'allée de circulation dans la cabine du Regional Jet de Canadair est centrée par rapport à l'axe vertical du fuselage, soit 2 sièges de front de chaque côté de l'allée qui procure ainsi une hauteur libre de 1,86 m (6 pi 1,5 po) et ce, faut-il le rappeler, sans abaissement du plancher, contrairement aux modèles concurrents, le jet régional ERJ-145 d'Embraer et le Saab 2000 de Saab Aircraft. Autrement dit, le plancher dans la cabine du Regional Jet de 50 places est au même niveau sur toute sa largeur ; il n'y a donc pas de dénivellation ou d'abaissement du plancher.

Notons, par ailleurs, que le nouvel appareil Regional Jet de Canadair de 70 places offrira une légère augmentation de la hauteur libre par rapport au CRJ de 50 places, soit 1,88 m versus 1,86 m pour le CRJ de 50 places. De plus, ce schéma d'aménagement intérieur dans la cabine du CRJ-200ER signifie également que les compartiments de rangement supérieurs sont situés au-dessus des sièges des occupants de chaque côté du couloir central, plutôt que d'être confinés tous sur le même côté, comme c'est le cas avec le jet régional ERJ-145ER d'Embraer et les modèles Saab 340B et Saab 2000 de Saab Aircraft qui n'ont d'autres choix que d'offrir un nombre impair de sièges par rangée. Au-delà des dimensions intérieures d'un appareil comme, par exemple, sa longueur, sa largeur et sa hauteur libre dans la cabine de passagers, le mix de ces caractéristiques n'a pas du tout le même effet sur le niveau de confort perçu par les voyageurs. En clair, voyager dans un appareil à fuselage très étroit ne procure pas tout à fait le même niveau de confort, à notre avis, que de voyager dans un appareil possédant un large fuselage. C'est d'ailleurs l'un des facteurs clés de succès de l'avion d'affaires Challenger de Canadair qui, rappelons-le, a été le premier véritable succès de l'avionnerie Canadair. Puis, il y a aussi ce que l'industrie appelle l'effet tunnel, c'est-à-dire

le sentiment de se retrouver à l'intérieur d'un tunnel lorsqu'on est dans la cabine d'un appareil dont la longueur est disproportionnée par rapport à sa largeur. Cet effet tunnel guette surtout les modèles d'appareils qui sont des versions allongées d'un modèle de base qui, au départ, possédait déjà un fuselage plutôt étroit comme c'est le cas, par exemple, avec le jet régional ERJ-145 d'Embraer dont l'un des traits dominants est sûrement son long fuselage étroit. Rappelons que le jet régional de 50 places d'Embraer a une longueur de cabine (excluant le poste de pilotage) qui est 11,8% supérieure à celle du CRJ de 50 places mais, en revanche, la largeur de la cabine du CRJ-200ER au niveau de l'axe est 22% supérieure à celle du ERJ-145ER d'Embraer. Si on considère ses dimensions extérieures, cette différence est là-aussi très observable, car le jet régional ERJ-145ER d'Embraer a une longueur hors tout de 29,87 m (98,0 pi), comparativement à une longueur hors tout de 27,76 m (87,8 pi) dans le cas spécifique du CRJ-200ER de Canadair.

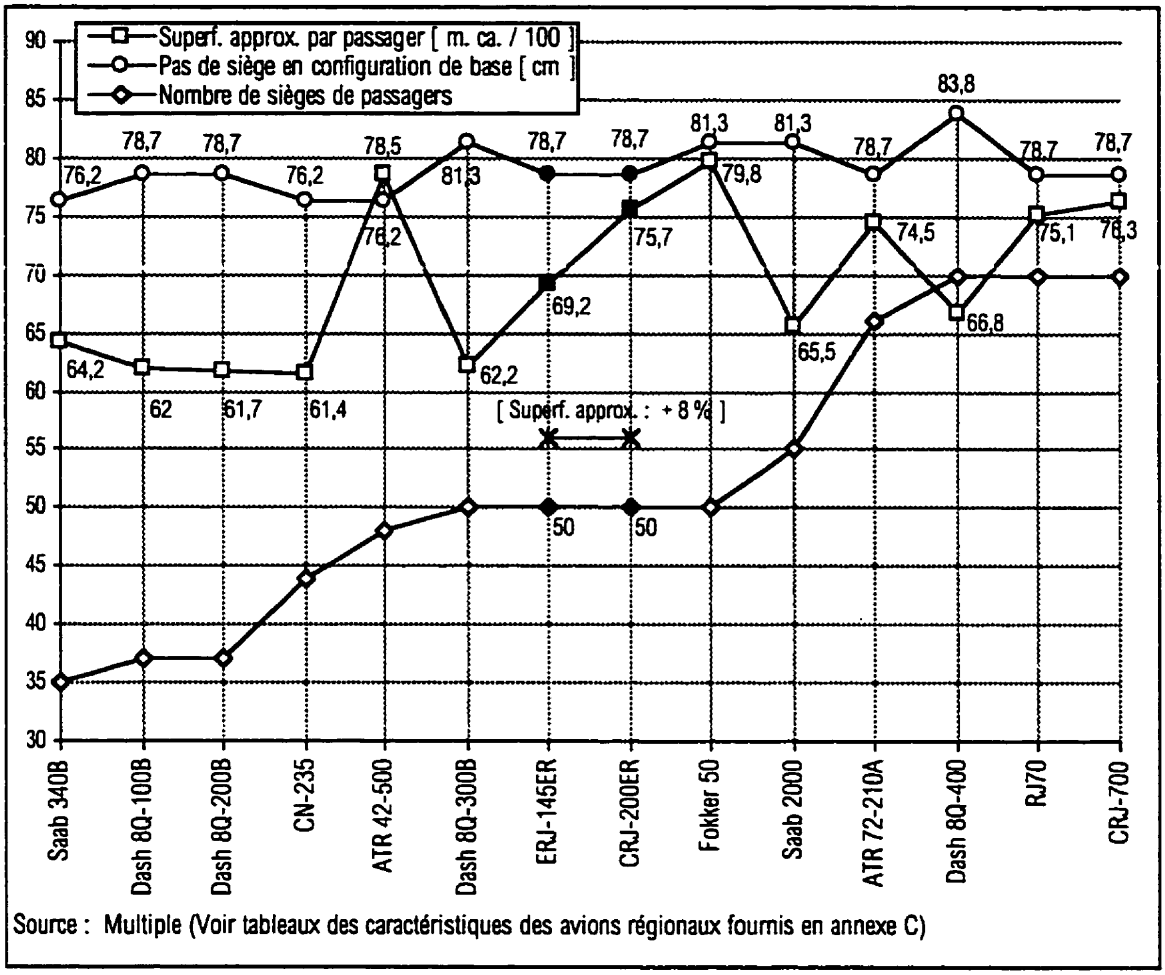
Ratio longueur/largeur

Une façon simple, bien que rudimentaire de comparer les avions régionaux sur cette question est d'établir le ratio de la longueur par rapport à la largeur de la cabine de passagers. C'est ainsi, par exemple, que le Regional Jet de Canadair de 50 places a un ratio longueur/largeur de sa cabine de 5,76 : 1 (ligne 25), c'est-à-dire que la longueur de la cabine est 5,76 fois sa largeur maximale au niveau de l'axe ; alors que son principal rival, le jet régional ERJ-145 d'Embraer, a un ratio longueur/largeur de 7,85 : 1, ce qui signifie que la longueur de sa cabine est 7,85 fois sa largeur maximale au niveau de l'axe du fuselage. À titre de comparaison, le nouvel appareil Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 places (CRJ-700) qui est présentement en cours de développement et qui est, rappelons-le, une version allongée du CRJ de 50 places, aura un ratio longueur/largeur de sa cabine de 8,08 : 1, tandis que le jet régional à large fuselage RJ70 d'Avro de 70 places possède un ratio longueur/largeur de sa cabine de seulement 4,52 : 1. À nouveau, la différence entre ces deux modèles d'avions régionaux à réaction de 70 places sur cette question est importante. Évidemment, une façon simple d'éliminer cet effet tunnel dans un appareil dont la cabine est plutôt longue par rapport à sa largeur, est tout simplement d'installer des séparateurs de sections dans la cabine de passagers, comme on retrouve d'ailleurs souvent à l'intérieur des avions commerciaux de type gros

porteur qui peuvent accueillir jusqu'à 660 passagers, comme c'est le cas, par exemple, avec le Boeing 747-400 qui est aménagé avec 10 sièges de front par rangée et un pas de siège de 76 cm (30 po) ; ce qui est inférieur au pas de siège du CRJ de 50 places qui, rappelons-le, est de 78,6 cm (31 po). Dans un tel appareil gros porteur, ce n'est pas tant l'effet tunnel qui pourrait potentiellement affecté le niveau de confort des passagers, autant que la promiscuité due à la densité comme telle de passagers dans un espace aussi restreint (660 passagers).

Superficie approximative par passager

Outre le pas de siège, le nombre de sièges par rangée, puis l'effet tunnel que certains passagers pourraient ressentir à l'intérieur de certains modèles d'avions régionaux à long fuselage étroit qui sont tous des facteurs pouvant influer sur le niveau de confort alloué aux passagers, la superficie approximative (ligne 26) qui est attribuée en moyenne à chaque passager dans la cabine pourrait également être un autre descripteur indirect intéressant du degré de confort alloué aux passagers. En effet, en faisant tout simplement le produit de la longueur de la cabine de passagers et de sa largeur maximale mesurée au niveau de l'axe du fuselage, le tout divisé par le nombre de sièges de passagers dans la cabine en configuration standard ; il est alors possible d'obtenir la superficie approximative qui est ainsi attribuée en moyenne à chaque passager. Comme on le sait, les appareils ne possèdent pas tous le même schéma d'aménagement intérieur et n'offrent pas tous non plus le même niveau de confort alloué à leurs passagers. À cet égard, la figure 3.12 de la page suivante nous montre la position relative des avions régionaux faisant partie de notre analyse, où il ressort une très grande disparité entre les différents modèles sur cette question. Aussi inclus dans cette figure 3.12, le pas de siège en configuration standard qui est une autre mesure du degré de confort alloué à chaque passager. Cette superficie devient, en quelque sorte, l'espace vital de chacun des passagers lors de son voyage. Évidemment, cet espace est occupé en partie par l'allée de circulation dans la cabine qui prend nécessairement un certain espace ; puis il est aussi occupé en partie par le cabinet à toilette, le placard de rangement et la cuisinette qui, dans la plupart des modèles d'avions régionaux qui font partie de notre analyse, occupent eux aussi un certain espace dans la cabine de passagers.



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.12 Quelques caractéristiques ergonomiques des appareils et de confort des passagers, par ordre croissant du nombre de sièges de passagers.

Cette mesure indirecte du degré de confort alloué aux passagers nous révèle tout de même certaines choses intéressantes. C'est ainsi, par exemple, que la superficie approximative qui est attribuée à chaque passager dans la cabine du Regional Jet de Canadair de 50 places est de l'ordre de 0,755 m^2 (8,13 pi^2) par passager en moyenne, alors que celle attribuée à chaque passager à bord du jet régional ERJ-145 d'Embraer est de 0,692 m^2 (7,46 pi^2), soit 8% de moins. En contraste, la superficie approximative qui est attribuée en moyenne à chaque passager dans un appareil biturbopropulsé de 50 places Dash 8Q-300B de de Havilland correspond à environ 0,622 m^2 (6,72 pi^2), soit 17% de moins que celle qui est attribuée à bord du CRJ-200ER de Canadair. En guise de

comparaison, la superficie qui est attribuée en moyenne à chaque passager dans la cabine de l'ATR 42-500 de 44 places d'Avions de Transport Régional est de 0,785 m^2 (8,45 pi^2) par passager ; ce qui correspond à 25% plus de superficie que celle attribuée à bord du Dash 8Q-300B de 50 places. En fait, le seul modèle d'avion de transport régional faisant partie de notre analyse qui se distingue de tous les autres modèles d'avions régionaux au chapitre de la superficie approximative octroyée à chaque passager est le modèle Fokker 50 de 50 places de l'ex-avionneur Fokker Aircraft des Pays-Bas qui offre une superficie approximative de 0,798 m^2 (8,60 pi^2) par passager, soit 28% de plus qu'à bord du Dash 8Q-300B de 50 places ; en foi de quoi les appareils varient énormément sur la base des caractéristiques portant sur leurs dimensions intérieures et du mix de celles-ci qui nous permet de calculer, par exemple, la superficie approximative qui est ainsi allouée à chacun de leurs passagers dans un schéma d'aménagement intérieur normal pour chaque appareil.

3.2.2.6 Capacité des avions régionaux en matière de cargo

En général, les avions régionaux ne sont pas conçus a priori pour le transport des marchandises ; qu'il s'agisse ici de fret ou de cargo, de petits colis, de messageries, etc. ; mais ils sont plutôt conçus pour le transport de passagers sur des lignes régionales ou domestiques et, parfois aussi, sur des lignes transfrontalières, comme c'est le cas présentement avec la compagnie aérienne Air Canada qui utilise avec grand succès sa flotte d'appareils Regional Jet de Canadair de 50 places pour effectuer des liaisons entre des villes canadiennes et américaines. Par contre, depuis quelques années, avec la déréglementation ou la libéralisation du transport aérien et la croissance rapide du marché lié au transport des colis de toutes sortes et des messageries, les constructeurs aéronautiques, de même que les transporteurs régionaux semblent prendre de plus en plus conscience de l'importance du transport de marchandises comme source additionnelle de revenus ; ce qui d'ailleurs apparaît de plus en plus comme une nouvelle rubrique dans leurs états financiers (p. ex., revenus d'exploitation de cargo). La plupart des modèles d'avions régionaux faisant partie de notre analyse comparative ont, en général, une seule soute à bagages qui est normalement située derrière la cabine de passagers et ce, sur le même niveau de plancher. Par contre, certains modèles d'avions régionaux sont munis de deux soutes à bagages comme, par

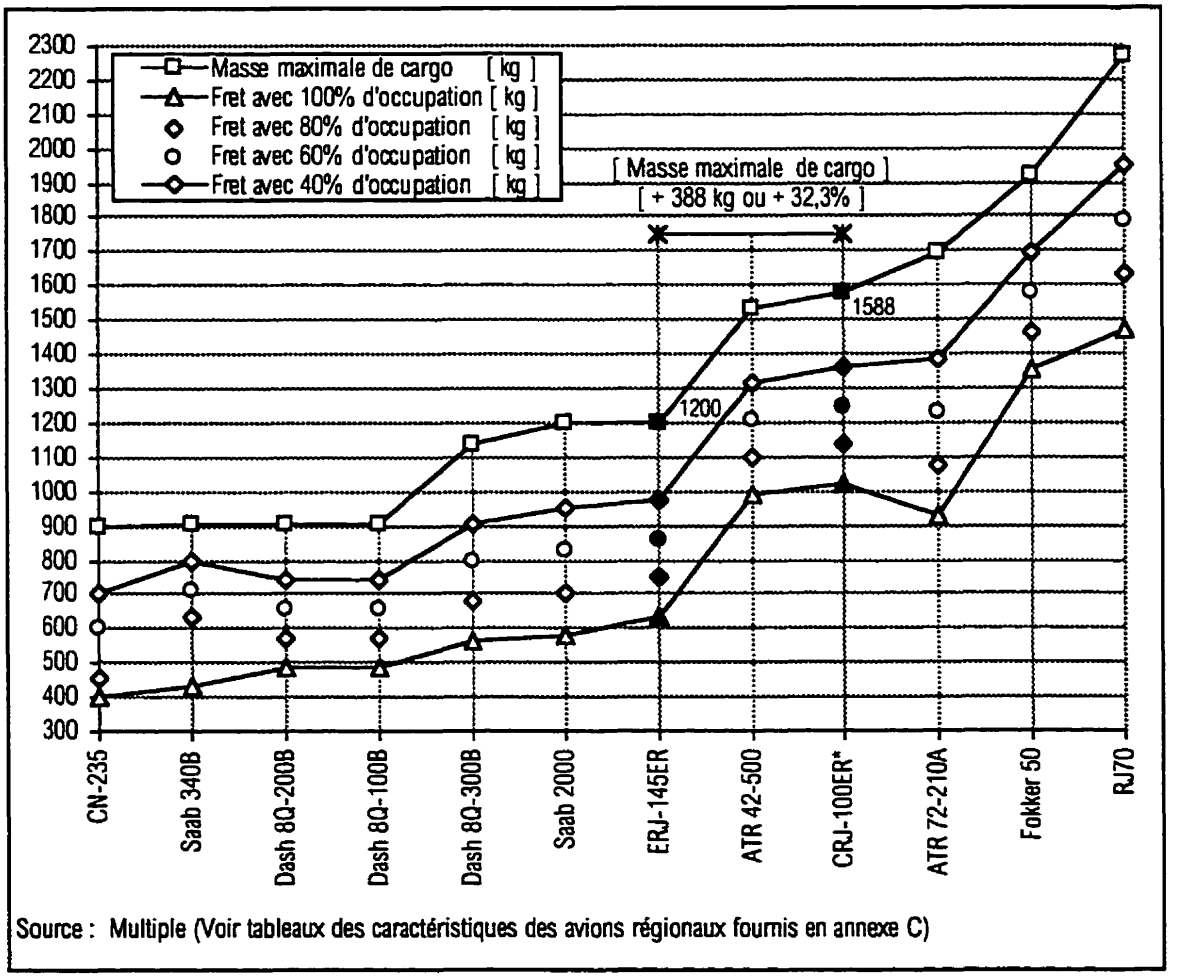
exemple, les appareils ATR 42-500 et ATR 72-210A de la coentreprise Avions de Transport Régional (ATR), de même que les modèles Saab 340B et Saab 2000 du constructeur aéronautique suédois Saab Aircraft. Cette deuxième soute à bagages se situe généralement derrière le poste de pilotage et sur le même niveau de plancher que la cabine de passagers. De tous les avions régionaux faisant partie de notre analyse, un seul modèle se distingue de tous les autres modèles d'avions régionaux à ce chapitre ; il s'agit du jet régional de 70 places RJ70 du constructeur aéronautique britannique Avro International Aerospace qui possède lui aussi deux soutes à bagages, soit une qui est située à l'avant de l'appareil, puis une autre qui est située à l'arrière ; mais à la différence importante que ces deux soutes à bagages sont situées sous le plancher principal de la cabine de l'appareil. Ceci est rendu possible grâce au très large fuselage de l'appareil qui fait en sorte que le RJ70 d'Avro est l'avion de transport régional qui possède la plus grande largeur intérieure dans la cabine, ainsi que la hauteur libre la plus élevée de tous les avions régionaux faisant partie de notre analyse, en plus d'offrir suffisamment d'espace sous le plancher pour pouvoir y aménager deux soutes à bagages.

La capacité des avions régionaux en matière de cargo (ligne 29) est limitée de différentes façons : d'abord (1) en terme de superficie de plancher disponible (ligne 30) ; ensuite (2) en terme de volume disponible (ligne 31) dans la soute à bagages ; puis (3) de la masse maximale permise de fret ou de cargo (ligne 32) ; et enfin, la capacité d'un appareil en matière de cargo sera aussi limitée (4) par le taux d'occupation comme tel de l'appareil (ligne 33). En effet, compte tenu du fait que les passagers à bord d'un appareil possèdent déjà une certaine masse et qu'ils voyagent déjà avec une quantité de bagages et des effets personnels dont la masse est estimée par la revue B/CA (May 1998) à 11,34 kg (25 lb) en moyenne par passager dont les frais de transport sont déjà compris dans le tarif de base ; la capacité résiduelle des appareils en matière de cargo ou de fret, c'est-à-dire la masse additionnelle de marchandises que celui-ci peut transporter une fois les passagers à bord, sera donc tributaire du taux d'occupation de l'appareil. Pour fins d'analyse, la revue B/CA (May 1998) a estimé la capacité résiduelle des avions régionaux en matière de cargo en fonction de 4 taux d'occupation différents des appareils, soit un taux d'occupation de : 100% (ligne 34) ; 80% (ligne 35) ; 60% (ligne 36) ; et enfin, un taux d'occupation de 40% (ligne 37).

Comme nous pouvons le constater à la lecture des divers tableaux de caractéristiques qui sont fournis en annexe C de ce document, la capacité résiduelle des appareils en matière de cargo augmente lorsque le taux d'occupation diminue, car chaque passager en moins signifie une certaine masse additionnelle de marchandises payantes que l'appareil peut alors transporter dans sa soute à bagages. En effet, comme nous allons le voir en détail d'ici peu, un avion de transport régional n'est pas autorisé à transporter tout à la fois la masse maximale de charge payante qui est fonction, entre autres, du nombre de passagers à bord et de la masse des marchandises dans la soute à bagages ; puis à transporter, par la même occasion, la masse maximale de carburant. À chaque mission de vol, le transporteur aérien est souvent obligé de faire des compromis entre les différents éléments de masse qu'il transporte à bord de ses appareils ; qu'il s'agisse ici de passagers, de fret ou de cargo, de petits colis, de messageries, de carburant, ainsi de suite. Nous reviendrons sur ce sujet lorsque nous aborderons la rubrique portant sur les différentes caractéristiques concernant la masse des appareils (ligne 44).

D'ici-là, la figure 3.13 de la page suivante nous montre la position relative des avions régionaux faisant partie de notre analyse en fonction de leur capacité maximale en matière de fret ou de cargo (ligne 32), ainsi que leur capacité résiduelle lorsque le taux d'occupation dans l'appareil varie (lignes 34 à 37). Notons ici que, dans le cas du Regional Jet de Canadair de 50 places, les données du CRJ-200ER n'étant pas disponibles dans le guide annuel de la revue B/CA (May 1998), ce sont donc les données du CRJ-100ER qui apparaissent au tableau 3.9 présenté dans les pages précédentes et dans la figure 3.13 de la page suivante. Rappelons que le CRJ-200ER se distingue du CRJ-100ER par le choix, entre autres, de ses turboréacteurs General Electric. La figure 3.13 nous montre une différence importante entre le CRJ-100ER de Canadair et le jet régional ERJ-145ER d'Embraer au chapitre de leur capacité maximale et leur capacité résiduelle en matière de cargo, soit une différence de 32,3% en faveur du CRJ-100ER au niveau de sa capacité maximale qui se situe à 1 588 kg (3 500 lb). Cette figure met aussi en lumière certains traits caractéristiques de certains modèles d'avions régionaux, dont le modèle Fokker 50 de l'ex-avionneur Fokker Aircraft, puis aussi le jet régional de 70 places RJ70 d'Avro ; auxquels s'ajoutent les modèles ATR 42-500 et ATR 72-210A d'Avions de Transport Régional (ATR) qui, contrairement à la plupart des autres modèles d'avions

régionaux faisant partie de notre analyse, sont munis de deux soutes à bagages ; leur procurant ainsi une plus grande capacité d'emport. Notons, par ailleurs, que les avions régionaux Saab 340B et Saab 2000 de Saab Aircraft sont eux aussi munis de deux soutes à bagages, mais on ne peut réellement dire que leur capacité d'emport en matière de cargo soit l'un de leurs traits dominants, comme en témoigne la figure 3.13, surtout dans le cas du modèle Saab 340B qui, rappelons-le une fois de plus, était encore en 1997 l'avion de transport régional le plus utilisé aux États-Unis.



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.13 Capacité des avions régionaux en matières de cargo, par ordre croissant de la masse maximale de cargo.

Rappelons que ces deux modèles d'appareils sont conçus avec un fuselage plutôt étroit ; ce qui ne l'avantage pas lorsqu'il est question de capacité d'emport. Sur ce, passons maintenant à l'un des plus importants sous-systèmes techniques d'un avion de transport régional, à savoir son système de propulsion qui, dans le cas des avions régionaux faisant partie de notre analyse, sont de deux types distincts, soit : (1) un système de propulsion de type turboréacteur qui est utilisé pour les avions régionaux à réaction, aussi appelés "avions turboréactés", tels les appareils de la gamme Regional Jet de Canadair de 50 places et de 70 places ; puis (2) un système de propulsion de type turbopropulseur qui est utilisé pour les avions régionaux à turbopropulsion, aussi appelés "avions turbopropulsés", tels les appareils de la gamme Dash 8Q de de Havilland de 37 à 70 places.

3.2.2.7 Système de propulsion des avions régionaux

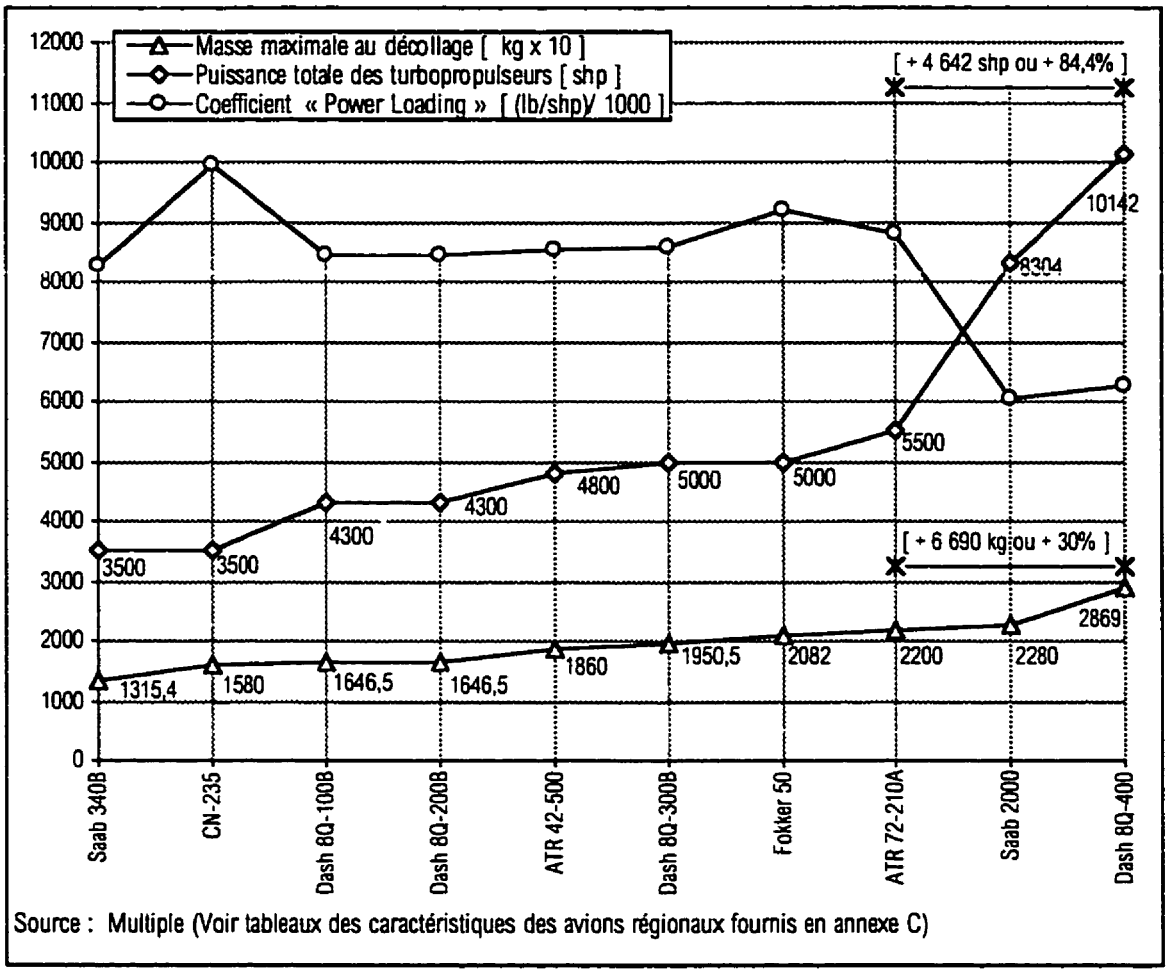
La rubrique portant sur le système de propulsion d'un appareil (ligne 38) fait état du nombre de moteurs et du type de système de propulsion (ligne 39) dont est muni cet appareil ; puis du nom du manufacturier ainsi que la désignation du modèle et de la série de chaque moteur (ligne 40) qui équipe l'appareil en question (p. ex., le CRJ-200ER de Canadair est muni de 2 turboréacteurs (ligne 39) du manufacturier General Electric, modèle CF34 de série 3B1 (ligne 40) ; ainsi de suite). Figure aussi à l'intérieur de chacun des tableaux de caractéristiques des avions régionaux la puissance de chaque moteur (ligne 41) qui s'exprime différemment, selon qu'il s'agit d'un système de propulsion à réaction versus un système de propulsion à turbopropulsion. Dans le cas des avions régionaux à turbopropulsion (p. ex., les appareils de la gamme Dash 8Q de de Havilland), la puissance des moteurs s'exprime en kilowatt (kW) ou en chevaux vapeur sur l'arbre (shp : shaft horsepower) qui est l'unité de mesure de la puissance équivalente transmise par le biais d'un arbre d'entraînement (où 1 kW = 1,34 shp). Dans le cas des avions régionaux à réaction (p. ex., les appareils de la famille Regional Jet de Canadair), la puissance de chaque moteur s'exprime en livres de poussée (lb st : pounds of thrust) ou en kiloNewton (kN), selon qu'il s'agit du système américain ou du système international (SI) d'unités de mesure (où 1 kN = 225 lb st).

Dans le cas spécifique qui nous intéresse, les turboréacteurs, modèle CF34 de série 3B1 qui équipent présentement tous les appareils Regional Jet de Canadair de série 200 sont fournis par le motoriste GE Aircraft Engines des États-Unis (GEAE). Chaque turboréacteur du CRJ-200ER génère une puissance au décollage de 38,83 kN (8 729 lb) de poussée sans la réserve auxiliaire de puissance (APR : Auxiliary Power Reserve) ; puis une puissance de 41,02 kN (9 220 lb) de poussée avec la réserve auxiliaire de puissance ; ce qui correspond à une puissance totale de 82 kN (18 440 lb) de poussée avec la réserve auxiliaire de puissance pour l'ensemble du système de propulsion qui comprend 2 turboréacteurs. En ce qui concerne son plus proche rival, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer est muni lui aussi de 2 turboréacteurs, modèle AE 3007-A qui sont fournis par le motoriste Allison Engine (AE) des États-Unis qui fut acquis, il y a quelques années, par le motoriste britannique Rolls-Royce (R-R). Chaque turboréacteur Allison du ERJ-145ER génère une puissance au décollage de 33,0 kN (7 426 lb) de poussée sans réserve auxiliaire de puissance (APR) ; ce qui est 15% inférieure à la poussée unitaire des turboréacteurs du CRJ-200ER sans APR. Selon son fabricant, le turboréacteur AE 3007-A d'Allison Engine a une limite de design de 38,2 kN (8 600 lb) de poussée unitaire ; bien qu'au moment des essais, le turboréacteur ait été poussé jusqu'à 42,2 kN (9 500 lb) de poussée unitaire. Par contre, rien de nous laisse croire, à partir de nos informations, que les turboréacteurs AE 3007-A d'Allison Engine du jet régional ERJ-145ER d'Embraer soient munis d'une réserve auxiliaire de puissance, comme c'est le cas avec les turboréacteurs General Electric, CF34-3B1 du CRJ-200ER de Canadair.

Par contre, les turboréacteurs Allison AE 3007-A du jet régional ERJ-145ER d'Embraer sont munis du système de régulation automatique et de surveillance moteur appelé « FADEC » (Full Authority Digital Engine (or Electronic) Control) de la firme Lucas Aerospace du Royaume-Uni ; ce qui lui confère un avantage par rapport aux turboréacteurs GE du CRJ-200ER de Canadair. Soulignons, à cet égard, que le nouvel appareil Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 places (CRJ-700) sera lui aussi muni du système FADEC en équipement standard, tout comme d'ailleurs le tout nouvel appareil Dash 8Q de de Havilland qui poursuit présentement son programme d'essais en vol en vue de sa certification de type Dash 8Q-400 et de sa mise en service qui sont prévues au premier trimestre de 1999 et qui est muni, lui aussi, d'un système FADEC en équipement standard.

Par ailleurs, une autre pratique couramment utilisée dans l'industrie aéronautique civile consiste à calculer le coefficient « Power Loading » qui représente le coefficient de répartition de la masse maximale de l'appareil qui est permise au décollage (MTOW : Maximum Take-Off Weight) que nous allons aborder d'ici peu (ligne 46), par rapport à la puissance totale du système de propulsion ; ce qui correspond à la puissance par moteur (ligne 41) multipliée par le nombre de moteurs (ligne 39) que possède l'appareil qui, en général, sont au nombre de deux pour les avions régionaux de 20 à 90 sièges, à l'exception des appareils de la famille RJ d'Avro (RJ70 ; RJ85 ; RJ100) qui sont tous munis de quatre turboréacteurs. Attendu que la puissance totale du système propulsif d'un appareil est calculée différemment selon qu'il s'agisse d'un système de propulsion de type turbopropulseur versus un système de propulsion de type turboréacteur ; dès lors, le coefficient « Power Loading » sera basé sur des unités de mesure différentes pour les avions régionaux à turbopropulsion par rapport aux avions régionaux à réaction. Dans un premier temps, la figure 3.14 de la page suivante nous brosse un portrait de la puissance totale des avions régionaux à turbopropulsion, ainsi que leur coefficient de répartition de la masse maximale permise au décollage par rapport à la puissance totale du système de propulsion de chaque appareil par ordre croissant de leur masse maximale au décollage. Dans un second temps, la figure 3.15 présentée dans les pages suivantes présente, quant à elle, ces mêmes caractéristiques ; mais, cette fois-ci, pour les avions régionaux à réaction.

Un mot concernant la lecture de ces deux figures 3.14 et 3.15 ; puis aussi de d'autres figures qui vont apparaître dans les pages suivantes. Afin de faciliter la comparaison des appareils en fonction de certaines caractéristiques, nous avons inséré plusieurs caractéristiques au sein d'une même figure qui n'ont pas nécessairement les mêmes unités de mesure, ni les mêmes valeurs ; ce qui exige, à ce moment-là, le choix d'un axe vertical qui utilise une échelle commune à toutes les caractéristiques ; puis à faire usage d'un facteur multiplicatif ou de division pour ramener les valeurs apparaissant dans ces figures à leur valeur réelle que nous retrouvons dans les divers tableaux de caractéristiques. C'est ainsi, par exemple, que dans la figure 3.14 de la page suivante, la puissance des turbopropulseurs des avions régionaux à turbopropulsion apparaissant dans cette figure est mesurée directement sur l'échelle de l'axe vertical en shp (shaft horsepower).



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.14 Puissance totale des avions à turbopropulsion et coefficient de répartition de la masse maximale au décollage p/r à la puissance totale de leur système de propulsion.

Compte tenu du fait que le coefficient « Power Loading » d'un appareil est fonction à la fois de la puissance totale de son système de propulsion et de sa masse maximale au décollage, nous avons donc inséré cette caractéristique portant sur la masse de l'appareil dans cette même figure 3.14 en utilisant sa propre unité de mesure, le kilogramme (kg) ; puis un facteur multiplicatif (x10) pour transposer la vraie masse de l'appareil que nous retrouvons dans nos divers tableaux de caractéristiques à une valeur correspondante sur l'échelle commune. Dans le cas, par exemple, du nouvel avion de transport régional à turbopropulsion Dash 8Q-400 de de Havilland, la puissance totale de son système de propulsion est de 10 142 shp ; soit deux turbopropulseurs qui génèrent

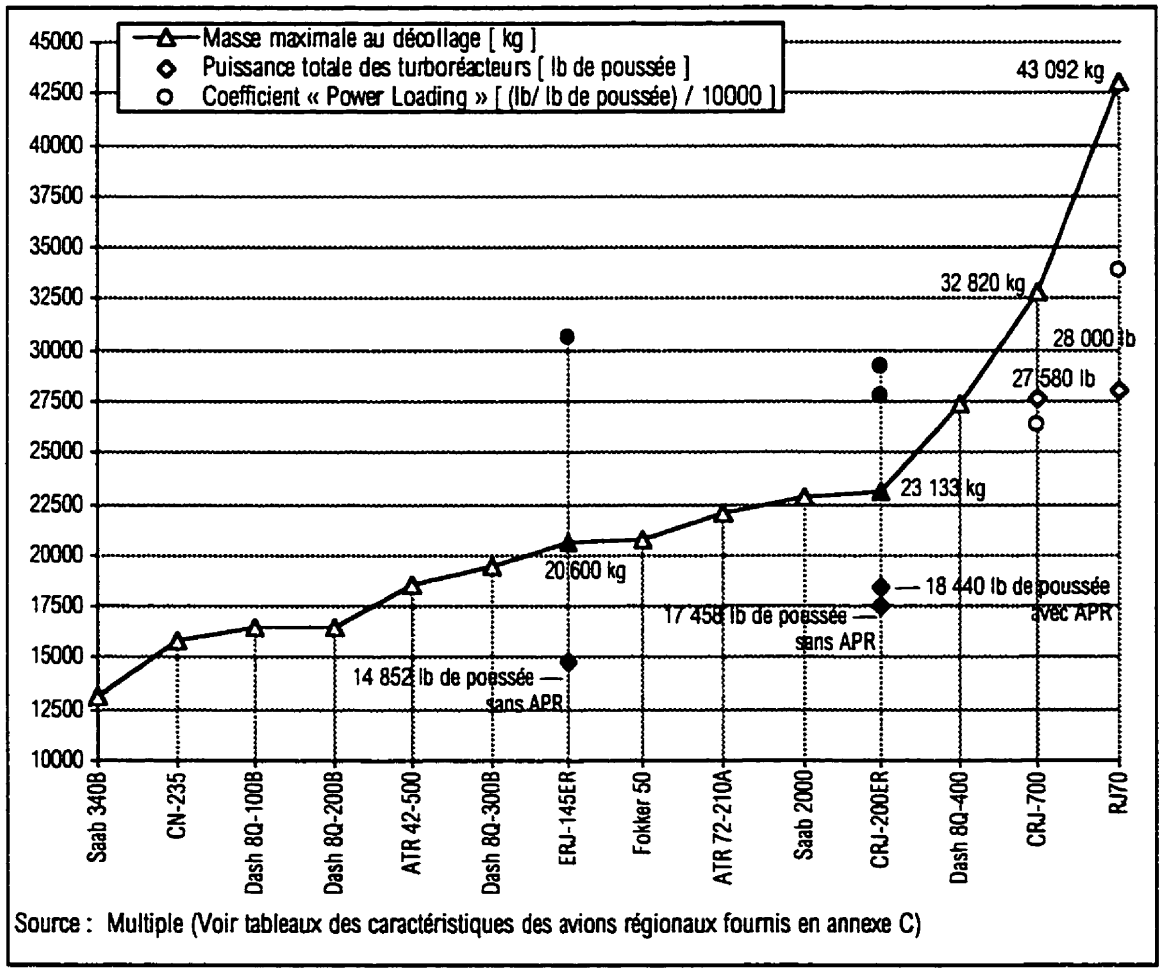
chacun une puissance de 5 071 shp (ligne 41), alors que l'appareil a une masse maximale au décollage (ligne 46) de 28 690 kg (63 250 lb) que l'on retrouve dans la figure 3.14 en prenant la valeur apparaissant dans cette figure, soit 2 869 kg multiplié par le facteur multiplicatif indiqué dans la légende [x 10]. Dans le cas du coefficient « Power Loading », la valeur apparaissant dans cette figure 3.14 doit être cette fois divisée par un facteur de 1 000 [/ 1000] pour obtenir la valeur réelle apparaissant dans les tableaux de caractéristiques (ligne 42), soit 6,24 lb/shp dans le cas spécifique de l'appareil Dash 8Q-400. Notons ici que le choix des unités de mesure (p. ex., le système international (SI) d'unités de mesure versus le système américain ou le système impérial) est sans importance, puisque c'est la position relative des appareils qui nous importe. Cette position relative ne changera pas si, par exemple, la masse d'un appareil est mesurée en livre (lb), plutôt qu'en kilogramme (kg) qui est l'unité de mesure du système international (SI). Mais, comme nos données viennent en partie de la revue américaine Business and Commercial Aviation, nous devons parfois composer avec leur système d'unités de mesure (système américain d'unités de mesure), plutôt que de tenter de trouver des mesures équivalentes dans le système international (SI) d'unités de mesure qui ne sont pas toujours évidentes. Va pour cette précision concernant la lecture de nos figures schématiques comprenant plus d'une caractéristique et plus d'une unité de mesure que nous allons retrouver à maintes reprises d'ici la fin de cette analyse comparative.

En ce qui concerne, tout d'abord, les avions régionaux à turbopropulsion, la figure 3.14 précédente nous montre la puissance importante du système de propulsion du Saab 2000 de 50 places de Saab Aircraft et du nouvel appareil Dash 8Q-400 de 70 places de de Havilland qui se veulent quelque peu en concurrence avec certains modèles d'avions régionaux à réaction au chapitre de leur vitesse de croisière, comme nous allons le voir en détail un peu plus loin. Or, puisque leur masse maximale respective au décollage n'est pas vraiment plus élevée que les autres modèles d'avions régionaux apparaissant dans cette figure ; il en résulte que leur coefficient respectif de répartition de leur masse maximale au décollage par rapport à leur puissance totale respective de leur système de propulsion affiche une valeur qui est nettement inférieure celle de tous les autres modèles d'avions régionaux à turbopropulsion apparaissant dans cette figure 3.14.

Par ailleurs, compte tenu du fait que la production du modèle Saab 2000 de Saab Aircraft sera discontinuée à la mi-1999, celui-ci ne sera plus vraiment en concurrence avec le nouvel appareil Dash 8Q-400 de de Havilland qui devrait, en principe, faire son entrée sur le marché à ce moment-là ; ce qui le laissera en concurrence avec le modèle d'avion régional à turbopropulsion ATR 72-210A de 66 places de la coentreprise franco-italienne Avions de Transport Régional (ATR). Par rapport à ce dernier, le Dash 8Q-400 possède une puissance totale de propulsion qui est 84% supérieure à celle de l'ATR 72-210A, soit 4 642 shp de plus. Ceci est presque l'équivalent de la puissance totale du système de propulsion de l'ATR 72-210A qui est de l'ordre de 5 000 shp et ce, pour une masse maximale au décollage (ligne 46) du Dash 8Q-400 qui est 30% plus élevée que celle de l'ATR 72-210A. En terme de coefficient « Power Loading », le Dash 8Q-400 de de Havilland affiche un coefficient de 6,24 lb/shp versus un coefficient de 8,82 lb/shp pour l'ATR 72-210A ; ce qui représente une différence significative, comme le montre d'ailleurs clairement la figure 3.14 précédente.

En ce qui concerne maintenant les avions régionaux à réaction faisant partie de notre analyse, la figure 3.15 de la page suivante nous montre une augmentation significative de la masse maximale au décollage pour les appareils de 70 places comme, par exemple, le bimoteur CRJ-700 de Canadair et le quadrimoteur RJ70 d'Avro par rapport aux autres modèles d'avions régionaux ; qu'ils soient à réaction ou à turbopropulsion que nous avons inclus dans cette figure pour avoir une meilleure vue d'ensemble au niveau de leur masse maximale au décollage, même si au niveau de leur système de propulsion, les avions régionaux réaction et à turbopropulsion ne se comparent pas de la même façon. Ainsi, malgré le fait que le jet régional de 70 places RJ70 d'Avro soit équipé de quatre turboréacteurs, plutôt que deux, nous constatons dans cette figure 3.15 que la puissance totale de son système de propulsion est approximativement la même que celle du CRJ-700 de 70 places de Canadair. Mais, compte tenu du fait que sa masse maximale au décollage est supérieure à celle du CRJ-700, le RJ70 d'Avro affiche un coefficient « Power Loading » supérieur à celui du CRJ-700. En ce qui concerne le CRJ-200ER de Canadair par rapport à son plus proche rival, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer, la comparaison des appareils au chapitre de leur puissance et de leur coefficient « Power Loading » est quelque peu compliquée par le fait que les turboréacteurs General Electric, modèle CF34-3B1 du CRJ-200ER sont munis d'une réserve auxiliaire de puissance

qui augmente la puissance de poussée au décollage du système de propulsion, soit une puissance totale de 82 kN (18 440 lb) de poussée avec réserve auxiliaire de puissance (APR : Auxiliary Power Reserve) versus une puissance totale de 78 kN (17 458 lb) de poussée sans APR. Ceci est encore supérieure à la puissance totale de propulsion du jet régional ERJ-145ER d'Embraer pour lequel, comme nous l'avons déjà indiqué précédemment, rien de nous laisse croire que ses turboréacteurs Allison Engine, modèle AE 3007-A soient munis, eux aussi, d'une réserve auxiliaire de puissance.



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.15 Puissance totale des avions régionaux à réaction et coefficient de répartition de la masse maximale au décollage p/r à la puissance totale de leur système de propulsion.

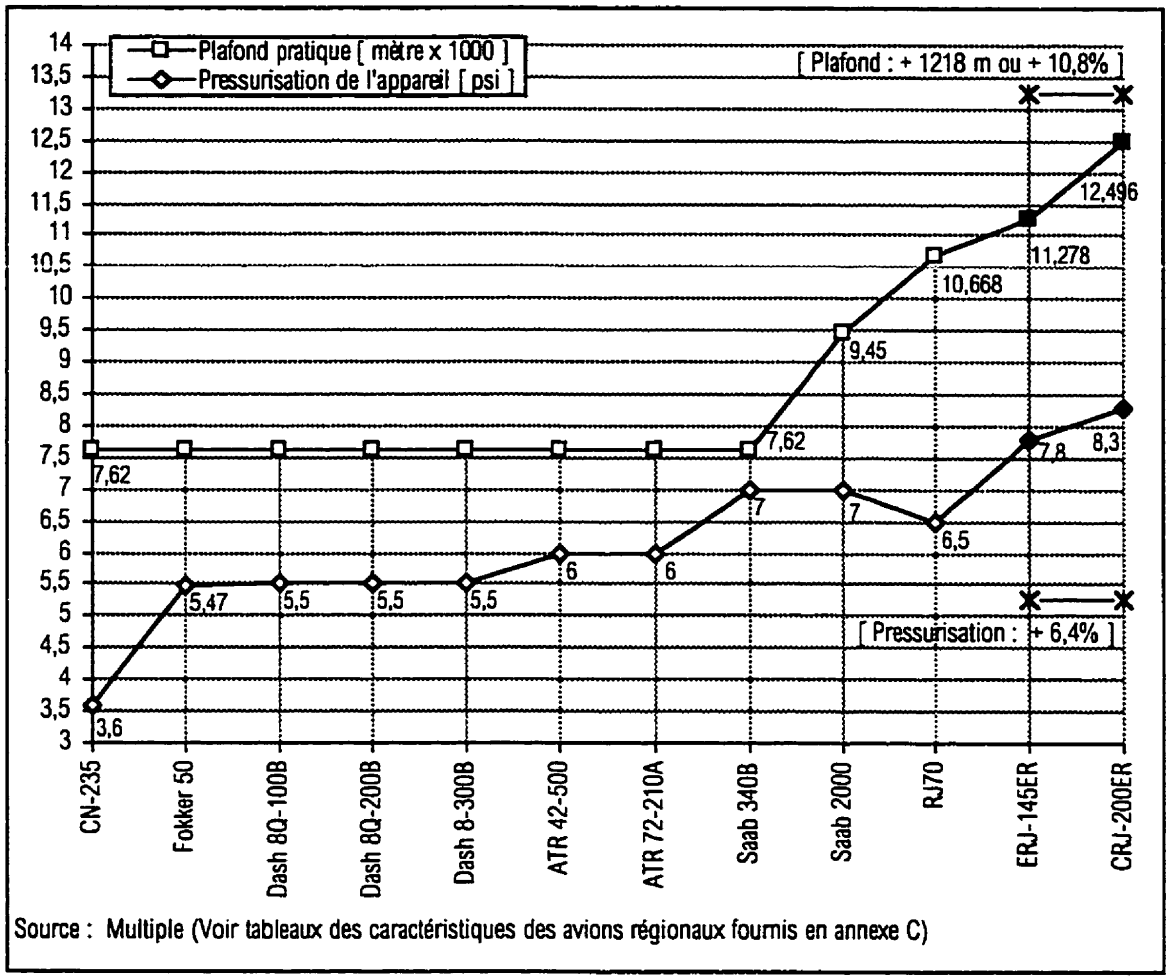
Dès lors, en raison du fait que la masse maximale au décollage du ERJ-145ER d'Embraer est inférieure à celle du CRJ-200ER de Canadair, le jet régional ERJ-145ER affiche donc un coefficient « Power Loading » qui est un peu plus élevé que le CRJ-200ER, soit 3,06 lb/lb de poussée versus 2,92 lb/lb de poussée pour le CRJ-200ER sans réserve auxiliaire de puissance ; puis 2,77 lb/lb de poussée avec réserve auxiliaire de puissance. Nous verrons sous peu que la puissance des moteurs ne sert pas uniquement à transporter la masse de l'appareil, mais à lui procurer également une certaine performance au décollage (p. ex., longueur de piste requise au décollage), en ascension (p. ex., taux d'ascension) et en régime croisière (p. ex., la vitesse de croisière maximale de l'appareil ; sa consommation horaire de carburant ; etc.). Va pour les caractéristiques portant sur les systèmes de propulsion des avions régionaux faisant partie de notre analyse qui, rappelons-le, sont de deux types distincts, soit : (1) les systèmes de propulsion de type turbopropulseur ; puis (2) ceux de type turboréacteur.

3.2.2.8 Pressurisation de l'appareil

Une autre caractéristique non négligeable pour le confort alloué aux passagers touche la pressurisation de l'appareil, en particulier pour les avions régionaux à turbopropulsion où la pressurisation à l'intérieur de la cabine de passagers n'est pas toujours disponible sur certains modèles d'appareils de moins de 30 sièges, tel le modèle Do 228-212 de 19 sièges de Fairchild-Dornier, puis le modèle C-212-300 de 26 sièges de CASA d'Espagne. Tous les modèles d'avions régionaux sélectionnés dans la présente, pour fins d'analyse, sont des appareils pressurisés mais par contre, le niveau de pressurisation qui est offert varie sensiblement d'un modèle d'appareil à l'autre. La pressurisation d'un appareil (ligne 43) est mesurée par la revue B/CA en livres par pouce carré (psi : pounds per square inch) et correspond au différentiel de pression (dP) entre d'une part la pression d'air qui se trouve à l'intérieur de l'appareil et, d'autre part, la pression atmosphérique extérieure mesurée à partir d'une altitude de référence (p. ex., 8 000 pi dans le cas spécifique du ERJ-145ER d'Embraer). Notons que l'unité de mesure de la pression dans le système international (SI) est le Pascal (Pa), du nom du scientifique français Blaise Pascal (1623-1662) ; où 1 Pa = 1 N/m^2, mais aucune des multiples sources d'informations sur lesquelles nous nous appuyons dans la

présente utilise cet étalon de mesure. Enfin, une autre unité de mesure utilisée est le bar (le baromètre étant l'instrument de mesure de la pression) ; où 1 bar = 10^5 Pa. Or, compte tenu du fait que la pression atmosphérique extérieure diminue avec l'altitude ; dès lors, plus un appareil volera à une altitude élevée, plus le différentiel de pression devra en conséquence être élevé pour maintenir l'intérieur de la cabine à une pression d'air suffisamment confortable pour ses occupants ; qu'ils soient passagers, membres d'équipage ou même des animaux qui pourraient être transportés dans la soute à bagages de l'appareil qui, normalement, devrait aussi être pressurisée. C'est ainsi, par exemple, que les avions régionaux à turbopropulsion Dash 8Q de de Havilland possèdent un plafond pratique avec tous ses moteurs en fonctionnement (ligne 76) de 7 620 m (25 000 pi) et sont donc offerts avec un différentiel de pression de 5,5 psi. En contraste, le Regional Jet de Canadair de 50 places possède un plafond pratique beaucoup plus élevé, soit 12 496 m (41 000 pi) avec tous ses moteurs en fonctionnement et, de ce fait, il est donc offert avec un différentiel de pression plus élevé, soit 8,3 psi. En guise de comparaison, le jet régional ERJ-145ER possède un plafond pratique avec tous ses moteurs en fonctionnement qui est moins élevé que le CRJ-200ER, soit 11 278 m (37 000 pi) et, de ce fait, il est donc offert avec un différentiel de pression moins élevé, soit 7,8 psi.

Dans le cas, par exemple, du tout nouvel avion d'affaires Global Express de Bombardier, celui-ci vole en altitude de croisière de 15 545 m (51 000 pi) et, de ce fait, il est donc offert avec un différentiel de pression de 9,6 psi afin de maintenir la pression d'air à l'intérieur de l'appareil à un niveau confortable pour ses occupants. Autre considération importante, en raison du fait que cet appareil possède une très grande autonomie de vol qui lui permet ainsi de voler plus de quatorze heures sans escale, le renouvellement de l'air dans la cabine est un autre facteur non négligeable pour assurer le confort de ses occupants. Ceci dit, la figure 3.16 de la page suivante nous montre la position relative des avions régionaux (à l'exception du Dash 8Q-400 et du CRJ-700) en fonction, d'une part, de la pressurisation de l'appareil (différentiel de pression) et, d'autre part, de leur plafond pratique respectif et ce, avec tous leurs moteurs en fonctionnement. En ce qui concerne cette caractéristique (plafond pratique), rappelons que la valeur montrée dans cette figure 3.16 doit être multipliée par un facteur de 1 000 [mètre x 1 000] pour obtenir la valeur réelle apparaissant dans les différents tableaux de caractéristiques.



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.16 Plafond pratique avec tous les moteurs en fonctionnement et pressurisation des avions.

3.2.2.9 Caractéristiques concernant la masse d'un appareil

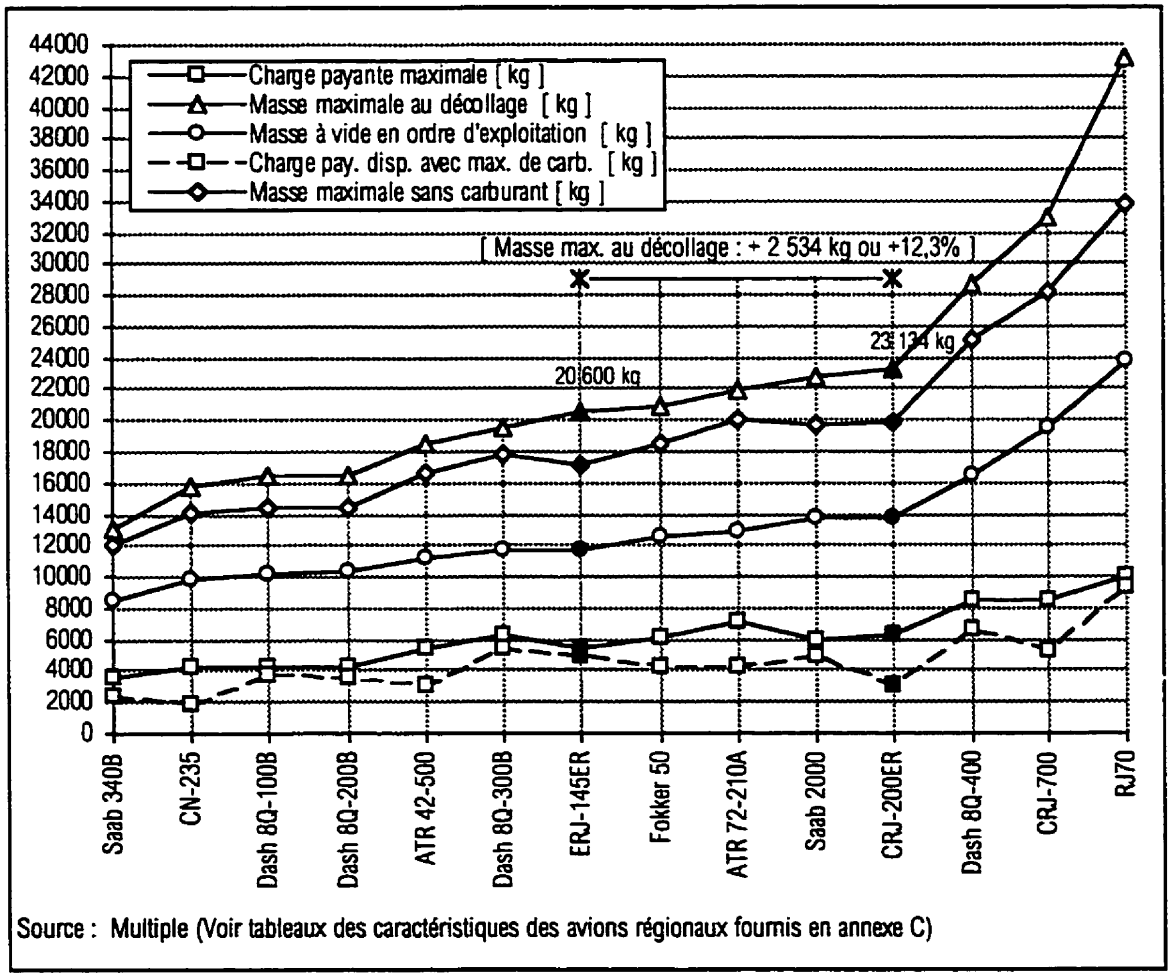
La masse d'un appareil est sans doute l'une des caractéristiques les plus importantes à respecter pour assurer la sécurité des passagers et des membres d'équipage. Qu'il suffise de penser aux nombreux accidents d'avions qui ont été causés par une surcharge de l'appareil, en particulier auprès des petits appareils privés qui sont sans doute un peu moins réglementés qu'un avion de ligne régionale ou commerciale. La masse d'un appareil de vol est un construit regroupant la masse de tous les éléments que sont transportés à bord de l'appareil lors de sa mission de vol ; qu'il s'agisse de la masse comme telle de l'appareil, de la masse de tous ses occupants (passagers,

membres d'équipage, etc.), de celle de leurs bagages et de leurs effets personnels et enfin, la masse du carburant embarqué, ainsi de suite. Parmi les différentes caractéristiques de masse des avions régionaux qui font généralement l'objet d'homologation et qui apparaissent dans chacun de nos tableaux de caractéristiques fournis en annexe C, citons entre autres : (1) la masse maximale de l'appareil sur l'aire de trafic ou la rampe (Max Ramp Weight ; ligne 45) qui correspond à la masse maximale de l'appareil qui est permise pour faire du taxi sur la piste ou sur le tarmac avant son décollage ; puis (2) la masse maximale au décollage (MTOW : Maximum Take-Off Weight ; ligne 46) et (3) la masse maximale permise à l'atterrissage (MLW : Maximum Landing Weight ; ligne 47) qui correspondent, respectivement, à la masse maximale au décollage et à l'atterrissage qui ont été approuvées par les autorités réglementaires lors de la certification de type de l'appareil. Puis, à cela s'ajoutent (4) la masse maximale de l'appareil sans carburant à bord (ZFW : Zero Fuel Weight ; ligne 48), ainsi que (5) la masse à vide de l'appareil en ordre d'exploitation (EOW : Empty Operating Weight ; ligne 49) ; puis (6) la masse de la charge payante maximale (Maximum Payload ; ligne 50), ainsi que (7) la masse maximale de carburant (ligne 52) que l'appareil peut transporter lors d'une mission de vol ; lesquelles masses devront, en général, faire l'objet d'un compromis de la part du transporteur aérien et du pilote de l'appareil. Ceci étant dit, la figure 3.17 de la page suivante nous montre quelques-unes des caractéristiques de masse des avions régionaux faisant partie de notre analyse et ce, par ordre croissant de leur masse maximale au décollage (MTOW ; ligne 46) qui est souvent la masse de référence pour analyser d'autres caractéristiques des appareils, tels les coefficients « Wing Loading » et « Power Loading » que nous avons vus précédemment. Examinons brièvement les particularités de chacune des différentes masses utilisées pour caractériser et parfois aussi homologuer les appareils.

Masse maximale au décollage et à l'atterrissage

Comme nous l'avons déjà évoqué dans les pages précédentes, les manoeuvres de décollage et d'atterrissage sont des événements critiques en aviation. En effet, comme nous l'avons vu un peu plus tôt lors de notre discussion sur la portance d'un appareil, plusieurs forces agissent sur un appareil de vol, dont (1) la force de gravité qui agit en tout temps sur l'appareil pour le ramener au

sol ; puis (2) la force qui assure la portance de l'appareil et qui cherche à équilibrer cette force de gravité pour maintenir l'appareil en sustentation en vol aérodynamique ou en vol stationnaire dans le cas de certains types d'aéronef, tel un hélicoptère, aussi appelé "aéronef à voilure rotative". Puis, nous avons ensuite (3) la force de poussée du système de propulsion de l'appareil qui cherche à le propulser dans la direction désirée ; et enfin (4) la force de traînée ou la résistance aérodynamique de l'appareil qui cherche plutôt à le freiner dans sa course.



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.17 Caractéristiques de masse, par ordre croissant de la masse maximale au décollage.

De plus, comme nous l'avons expliqué auparavant, un appareil de vol est en sustentation lorsque la pression dynamique négative sur le dessus des ailes est suffisante pour soulever la masse

comme telle de l'appareil qui, normalement, ne devrait pas dépasser la limite réglementaire, à savoir sa masse maximale permise au décollage dans le cas des avions civils. Dans le cas spécifique qui nous intéresse, la masse maximale au décollage du Regional Jet de Canadair de 50 places et, plus spécifiquement, le CRJ-200ER, est de 23 133 kg (51 000 lb), soit 12,3% de plus que le jet régional ERJ-145ER d'Embraer qui affiche une masse maximale au décollage de 20 600 kg (45 415 lb). Notons, par ailleurs, que la masse maximale de l'appareil à l'atterrissage (ligne 47) est une autre caractéristique fort importante, car un appareil qui doit, par exemple, effectuer un atterrissage d'urgence sitôt après son décollage, est généralement muni de son plein chargement de carburant ; ce qui l'expose à un risque beaucoup plus élevé que si l'appareil effectuait un atterrissage en fin de mission où la quantité résiduelle de carburant à bord de l'appareil est, en général, beaucoup moindre qu'au moment du décollage. C'est pourquoi d'ailleurs le pilote d'un appareil va tenter, si possible, de se délester de son carburant avant d'amorcer une manoeuvre d'atterrissage d'urgence, mais cela n'est pas toujours possible, notamment dans les zones habitées à forte densité de population.

Par ailleurs, il convient de souligner ici que la masse maximale d'un appareil au décollage et sa masse maximale à l'atterrissage ont une utilité autre que celle visant strictement des questions de sécurité des passagers et des membres d'équipage. En effet, la masse maximale d'un appareil au décollage ou à l'atterrissage est souvent utilisée pour fins de facturation des frais d'utilisation des aéroports et de l'espace aérien sur un territoire réglementé. À nouveau, prenons un exemple concret pour étayer ce point. Au Canada, par exemple, le gouvernement fédéral décida de transférer au secteur privé, il y a quelques années, le plein contrôle du trafic aérien canadien (ATC : Air Traffic Control), aussi appelé "système de navigation aérienne" et, plus spécifiquement, à NAV Canada qui est non seulement une entreprise à but non-lucratif sans capital-actions, mais celle-ci doit en sus se procurer 100% de ses revenus à partir des utilisateurs de ses services comprenant, entre autres choses, le contrôle de la circulation aérienne, l'information de vol, les exposés météorologiques, les services consultatifs d'aéroport et les diverses aides électroniques à la navigation, etc. Dès lors, certains frais de services sont dorénavant facturés aux transporteurs et aux propriétaires d'avions (particuliers ou entreprises), tels des frais fixes d'utilisation des aéroports qui sont calculés sur la base de la masse maximale au décollage de l'appareil (en tonnes métriques)

à laquelle un taux unitaire fixe est appliqué et ce, pour chaque décollage effectué ; auxquels s'ajoutent des frais variables d'utilisation de l'espace aérien canadien qui sont calculés sur cette même base, mais en appliquant un taux unitaire fixe différent. Enfin, des frais variables additionnels sont chargés sur la base de la distance parcourue par l'appareil dans l'espace aérien canadien.

Masse de l'appareil sans carburant et masse à vide en ordre d'exploitation

Outre la masse maximale de l'appareil au décollage et sa masse maximale à l'atterrissage, nous avons aussi la masse maximale de l'appareil sans carburant (ZFW : Zero-Fuel Weight ; ligne 48), ainsi que sa masse à vide en ordre d'exploitation (EOW : Empty Operating Weight ; ligne 49) qui correspond à la masse à vide de l'appareil sans passagers à bord, mais comprenant néanmoins tous les membres d'équipage (incluant manuels de vol, cartes, etc.), ainsi que tout le matériel nécessaire pour la durée du vol (p. ex., eau potable ; boissons ; rafraîchissements ; collations ; repas ; etc.). À cela s'ajoutent également les équipements obligatoires de sécurité (p. ex., les vestes de sauvetage), ainsi que l'huile à moteur et les autres liquides d'injection. Enfin, bref, la masse à vide en ordre d'exploitation d'un appareil comprend tout ce qui est normalement nécessaire pour la durée du vol, à l'exception des passagers, du carburant et de la charge marchande en matière de cargo ou de fret.

Plus spécifiquement, les données concernant les différentes caractéristiques de masse des avions régionaux qui sont publiées par la revue B/CA (May 1998) prennent en considération une masse de 170 livres (77,11 kg) par passager, plus 5 livres (2,26 kg) pour leurs effets personnels qu'ils transportent avec eux dans l'appareil, auxquelles s'ajoutent 25 livres (11,34 kg) additionnelles pour leurs bagages consignés dans la soute à bagages ; ce qui nous donne une masse totale approximative de 200 livres (90,72 kg) par passager. De plus, ces données de B/CA prennent en considération une masse de 170 livres (77,11 kg) pour le pilote et le copilote, aussi appelé le commandant de bord et le premier officier, plus 15 livres (6,8 kg) pour leurs manuels de vol, cartes, etc. Ces données prennent en considération une masse de 130 livres (59 kg) par agent de bord. Enfin, l'eau potable, les boissons, rafraîchissements, etc., prévus pour la durée du vol sont estimés à 2 livres (0,91 kg) par passager.

Ceci dit, le tableau 3.9 vu dans les pages précédentes et la figure 3.17 précédente font état d'une masse maximale sans carburant (ligne 48) de 19 958 kg (44 000 lb) pour le CRJ-200ER de Canadair, soit 16,7% de plus que le jet régional ERJ-145ER d'Embraer qui affiche une masse sans carburant de 17 095 kg (37 689 lb). De plus, le CRJ-200ER possède une masse à vide en ordre d'exploitation (ligne 49) de 13 740 kg (30 292 lb), soit 17,5% de plus que le jet régional ERJ-145ER d'Embraer qui possède une masse à vide en ordre d'exploitation de 11 690 kg (25 772 lb). Mais, en dernière instance, ce qui compte vraiment pour un transporteur aérien, ce n'est pas tant la masse sans carburant d'un appareil ou sa masse à vide en ordre d'exploitation, autant que la masse de charge payante maximale (ligne 50) que cet appareil est autorisé à transporter, car c'est cette masse de charge payante qui est réellement génératrice de revenus d'exploitation.

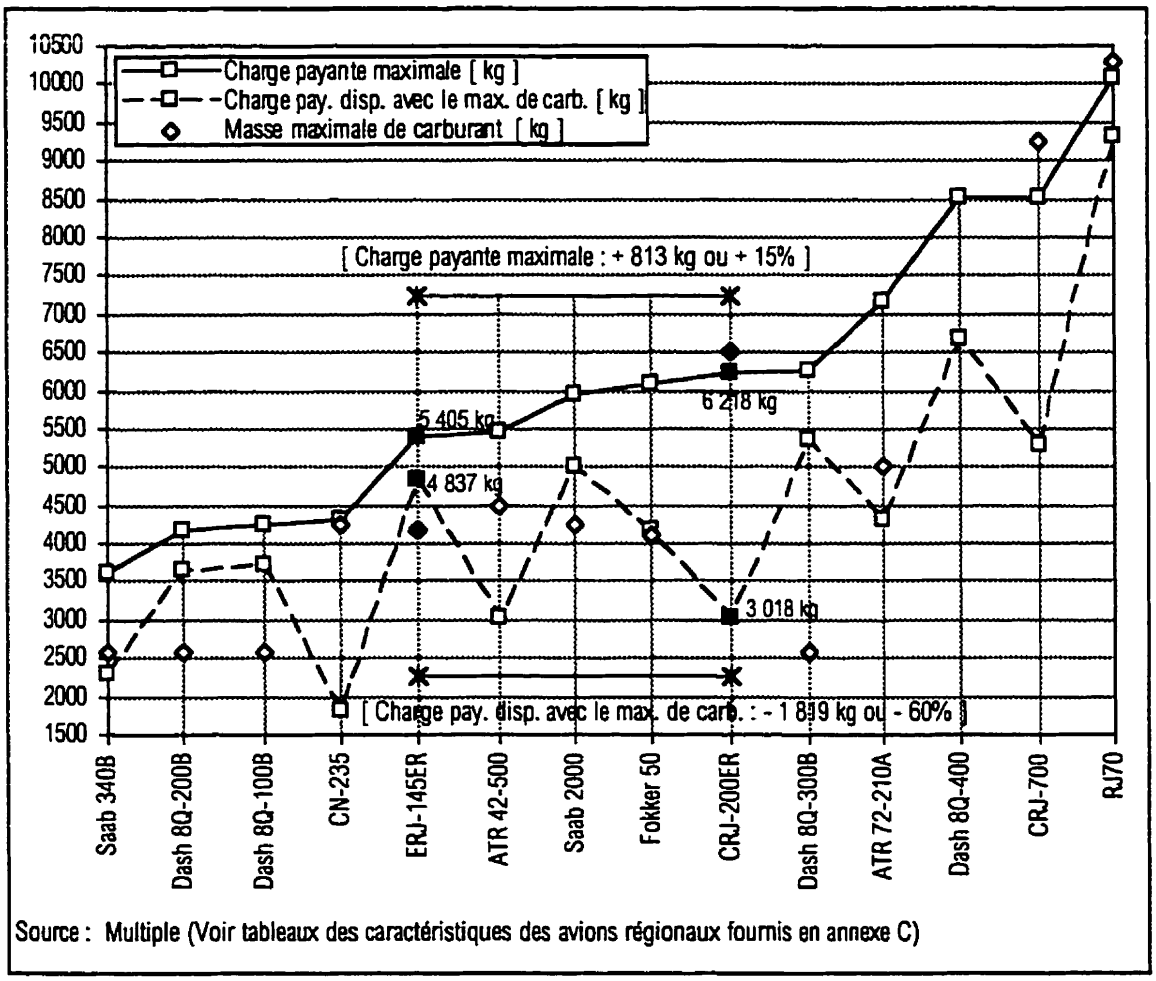
Compromis entre la charge payante et la masse de carburant

La masse maximale de charge payante (Maximum Payload) d'un appareil, aussi appelée capacité d'emport, charge utile ou charge marchande, fait référence à la masse maximale de tous les éléments à bord d'un appareil qui sont générateurs de revenus (p. ex., passagers ; petits colis ; messageries ; marchandises, fret ou cargo ; etc. ; Jane's, 1998, p. 30). La masse de la charge payante maximale est calculée par la revue B/CA (May 1998) comme étant la masse de l'appareil sans carburant (ligne 48), moins la masse de l'appareil à vide en ordre d'exploitation (ligne 49), c'est-à-dire sans passagers à bord (ni colis, ni messageries, ni fret, ni cargo, etc.), mais comprenant néanmoins tous les membres d'équipage et le nécessaire pour la durée du voyage (p. ex., eau potable ; rafraîchissements ; boissons ; repas ; etc.). Attendu (1) que les limites de masse maximale d'un appareil qui sont permises sur l'aire de trafic ou la rampe (ligne 45), au décollage (ligne 46) et à l'atterrissage (ligne 47) sont des données invariables, c'est-à-dire qui ne peuvent être modifiées sans le consentement préalable des autorités réglementaires concernées ; puis attendu également (2) que la masse à vide en ordre d'exploitation d'un appareil ne peut être réduite sans modifier l'appareil ; dès lors, il s'en suit directement que tous les autres types de masse qui peuvent être transportés par un appareil de vol, notamment la masse de carburant embarqué (ligne 52) et la masse de la charge payante (ligne 50) devront faire l'objet d'un compromis afin de ne pas dépasser

les limites permises sur l'aire de trafic, au décollage, puis aussi à l'atterrissage. En clair, cela signifie qu'un appareil de vol n'est pas autorisé à transporter tout à la fois la charge payante maximale et la masse maximale de carburant. Dans le cas spécifique du Regional Jet de Canadair de 50 places, par exemple, la masse maximale de l'appareil sans carburant (ligne 48) est de 19 958 kg (44 000 lb), ce qui inclue la charge payante maximale (ligne 50) qui est de 6 218 kg (13 708 lb). Si nous ajoutons la masse maximale de carburant qu'il est possible d'embarquer dans l'appareil (ligne 52), soit 6 489 kg (14 305 lb), cela nous conduit à une masse totale de l'appareil de 26 447 kg (58 305 lb) ; ce qui dépasse la limite de 23 247 kg (51 250 lb) qui est la masse maximale de l'appareil permise sur l'aire de trafic (ligne 45) et, ce faisant, cela dépasse aussi la limite de la masse maximale de l'appareil qui est permise au décollage (ligne 46), soit 23 133 kg (51 000 lb). Dès lors, il se dégage que la masse de carburant disponible (ligne 57) qu'il est possible d'embarquer lorsque l'appareil a déjà embarqué la masse maximale de charge payante (ligne 50) correspond à la masse maximale de l'appareil qui est permise sur l'aire de trafic (ligne 45), moins la masse maximale de l'appareil sans carburant (ligne 48) ; laquelle inclue la masse maximale de charge payante. De manière similaire, la masse disponible de charge payante (ligne 55) qu'il est possible de transporter à bord de l'appareil lorsque celui-ci a déjà embarqué sa masse maximale de carburant (ligne 52) correspond à la masse maximale de l'appareil permise sur l'aire de trafic (ligne 45), moins la masse de l'appareil à vide en ordre d'exploitation (ligne 49), moins la masse maximale de carburant (ligne 52), selon la méthode de calcul utilisée par la revue B/CA (May 1998).

Enfin, dans le but de nous donner une meilleure idée de l'ampleur des compromis qui doivent parfois être réalisés pour la gestion d'un vol, nous avons établi le pourcentage de charge payante disponible (ligne 56) qu'il est possible de transporter par rapport à la charge payante maximale (ligne 50) lorsque l'appareil a déjà embarqué la masse maximale permise de carburant (ligne 52). Puis, du même souffle, nous avons aussi établi le pourcentage de la masse de carburant disponible (ligne 58) qu'il est possible d'embarquer par rapport à la masse maximale permise de carburant (ligne 52) et ce, lorsque l'appareil a déjà embarqué la charge payante maximale (ligne 50). Une façon simple de visualiser l'ampleur de ces compromis est d'établir, sous forme de courbe, la position relative des avions régionaux faisant partie de notre analyse en fonction, d'une part, de leur charge payante

maximale respective (ligne 50) et, d'autre part, de leur charge payante disponible lorsque l'appareil transporte déjà sa masse maximale de carburant (ligne 55) et ce, par ordre croissant de la masse maximale de charge payante, comme le montre à cet effet la figure 3.18 ci-dessous.



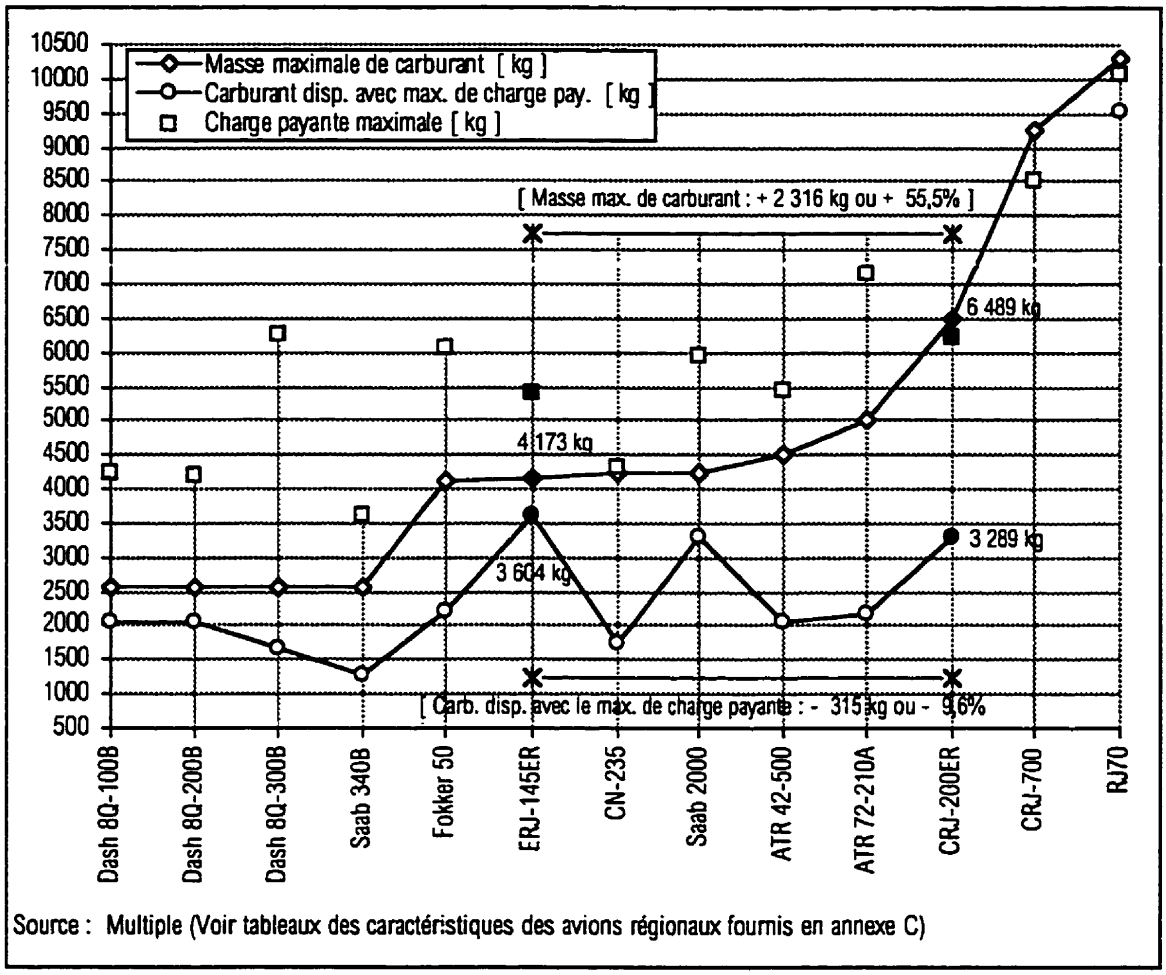
Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.18 Charge payante versus la charge payante disponible avec le maximum de carburant.

Rappelons que la masse de charge payante d'un appareil ne tient pas compte uniquement de la masse des passagers à bord, mais tient compte également de la masse de tous les autres éléments payants à bord de l'appareil (p. ex., les petits colis ; les messageries ; les marchandises, le fret ou le cargo, ainsi de suite). D'ailleurs, à ce sujet, nous avons vu précédemment à la sous-section 3.2.2.6 que certains compromis devaient également être effectués entre les divers éléments

qui constituent la masse de charge payante, notamment le nombre de passagers à bord et la quantité de fret ou de cargo ; ce qui donne lieu à la capacité résiduelle de l'appareil en matière de fret ou de cargo lorsque le taux d'occupation dans l'appareil varie d'une mission de vol à l'autre (voir lignes 34 à 37). Pour faire un parallèle avec la terminologie utilisée auparavant au chapitre 1, nous entendons par "compromis", ce que référions, à ce moment-là, comme étant le « mix » des caractéristiques des avions régionaux qui, comme nous pouvons le constater dans la figure 3.18 précédente, peut varier sensiblement d'un modèle d'avion de transport régional à l'autre au niveau, par exemple, de leur masse maximale versus leur masse disponible et ce, tant au niveau de leur masse de charge payante, qu'au niveau de leur masse de carburant (maximale versus disponible).

Dans le cas spécifique du Regional Jet de Canadair (CRJ-200ER), nous constatons que la masse disponible de charge payante (ligne 55), ainsi que la masse disponible de carburant (ligne 57) correspondent à environ 50% de leur masse maximale respective qui est permise ; ce qui est très différent du jet régional ERJ-145ER, où la masse disponible de charge payante et la masse disponible de carburant correspondent à plus de 85% de leur masse maximale respective qui est permise (voir lignes 56 et 58). En clair, il y a donc un faible écart de 10,5% (100% moins 89,5%) entre la masse maximale de charge payante du ERJ-145ER (ligne 50), soit 5 405 kg (11 917 lb) et la masse de charge payante disponible lorsque l'appareil transporte déjà sa masse maximale de carburant (ligne 55), soit 4 837 kg (10 664 lb), comme le montre clairement la figure 3.18 précédente. Par ailleurs, nous constatons que le CRJ-200ER n'est pas le seul modèle d'avion régional à afficher un tel écart, comme le montre les variations en dents de scie de plusieurs modèles d'appareils (p. ex., Saab 340B ; CN-235 ; ATR 42-500 ; ATR 72-210A ; CRJ-700). De la même manière, il y a également un faible écart de 13,6% (100% moins 86,4%) entre la masse maximale de carburant du ERJ-145ER (ligne 52), soit 4 173 kg (9 199 lb) et la masse de carburant disponible lorsque l'appareil transporte déjà la masse maximale de charge payante (ligne 57), soit 3 604 kg (7 946 lb), comme le montre, cette fois-ci, la figure 3.19 de la page suivante qui nous montre, par la même occasion, un plus grand écart entre la masse maximale et la masse disponible de carburant dans le cas du CRJ-200ER de Canadair.



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.19 Masse maximale de carburant versus masse disponible avec la masse maximale de charge payante.

Toutefois, en observant attentivement les données du tableau 3.9 et les figures 3.18 et 3.19 précédentes, nous constatons que l'écart important de 51,5% (100% moins 48,5%) qui sépare la masse maximale de charge payante dans le cas spécifique du CRJ-200ER (ligne 50) et la masse de charge payante disponible lorsque l'appareil transporte déjà le maximum de carburant (ligne 55) ; puis l'écart important de 49,3% (100% moins 50,7%) qui sépare la masse maximale de carburant (ligne 52) et la masse de carburant disponible lorsque le CRJ-200ER transporte déjà la masse maximale de charge payante (ligne 57) ; sont en bonne partie attribuables à la quantité plus grande de carburant que le CRJ-200ER peut transporter, soit 6 489 kg (14 305 lb) par rapport à la quantité

maximale de carburant que le jet régional ERJ-145ER peut transporter, soit 4 173 kg (9 199 lb). Ces données indiquent que le CRJ-200ER de Canadair peut transporter une masse de carburant qui est 55,5% supérieure à celle du jet régional ERJ-145ER d'Embraer ; ce qui est évidemment important comme différence. D'ailleurs, cette différence peut également s'observer au niveau de la capacité standard des réservoirs de carburant (ligne 54) des deux appareils qui nous indique que les réservoirs du CRJ-200ER ont une capacité de 8 081 litres de carburant, alors que ceux du ERJ-145ER ont une capacité de 5 146 litres de carburant, soit 36,3% de moins que le CRJ-200ER. En terme de pourcentage, la masse maximale de carburant dans le CRJ-200ER correspond à 28,0% de la masse maximale au décollage, alors que ce pourcentage n'est que de 20,2% dans le cas du ERJ-145ER d'Embraer. Donc, le CRJ-200ER de Canadair peut transporter une quantité de carburant qui est 55% supérieure en masse et 57% supérieure en volume à la quantité maximale de carburant que peut transporter le jet régional ERJ-145ER d'Embraer ; d'où la nécessité avec l'appareil CRJ-200ER de Canadair, de faire des compromis plus importants entre sa masse de charge payante et sa masse de carburant.

3.2.2.10 Rayon d'action d'un appareil

Attendu que la distance franchissable sans escale d'un appareil ou son rayon d'action est tributaire, entre autres, de la quantité embarquée de carburant, en conséquence, à toutes les fois qu'un transporteur régional est obligé de faire des compromis pour réduire la quantité embarquée de carburant pour respecter les limites permises de masse de l'appareil sur l'aire de trafic, au décollage et à l'atterrissage ; il s'en suit directement que le rayon d'action d'un appareil ou sa distance franchissable sans escale se retrouve, elle aussi, réduite. Or, puisque les compromis se font sur la base de la masse ou de la quantité embarquée de carburant dans l'appareil versus la masse de charge payante ; la distance franchissable sera donc fonction de l'un ou l'autre de ces deux types de masse lorsque l'un des paramètres est établi. Examinons ceci d'un peu plus près.

Rayon d'action avec le maximum de passagers à bord

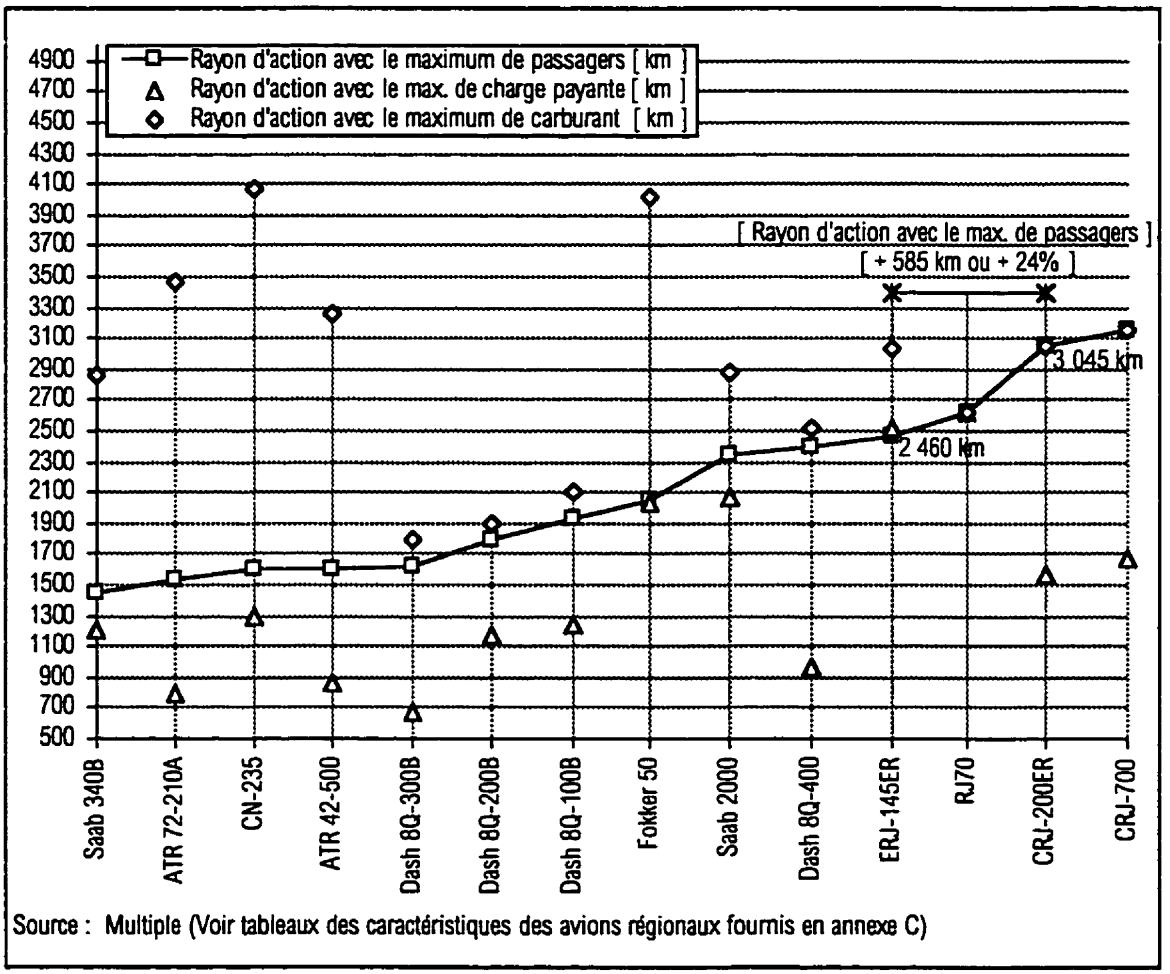
Logiquement, un appareil atteindra sa distance franchissable la plus grande lorsqu'il transportera la quantité maximale de carburant dans ses réservoirs (ligne 64). La revue Business & Commercial Aviation (B/CA, May 1998) sur laquelle nous nous appuyons en grande partie dans la présente nous donne aucun renseignement au sujet du rayon d'action des appareils. Les données concernant le rayon d'action des appareils avec le maximum de carburant à bord (ligne 64), ainsi que leur rayon d'action avec le maximum de charge payante (ligne 62) proviennent plutôt de la revue britannique Flight International qui publie dans son annuaire annuel quelques données à ce sujet (Commercial Aircraft Directory Part 1, 12 - 18 August 1998). Toutefois, cette revue ne publie aucune information au sujet du rayon d'action d'un appareil lorsque celui-ci transporte le maximum de passagers à bord (ligne 60) qui est sans doute l'information la plus utile. En conséquence, les données concernant le rayon d'action des appareils avec le maximum de passagers à bord nous proviennent des manufacturiers des appareils (p. ex., les fiches techniques des appareils ; les documents corporatifs et le site Internet des entreprises ; etc.), ainsi que de la revue de l'industrie Air Transport World qui publie certaines données à ce sujet dans son annuaire annuel (Regional Airframe Manufacturers, March 1998). Dans l'ensemble, les données publiées par la revue Air Transport World nous semblent cohérentes avec celles des manufacturiers des appareils en ce qui concerne le rayon d'action maximum de leurs appareils avec le maximum de passagers à bord.

En ce qui concerne le rayon d'action des appareils avec le maximum de carburant à bord (ligne 64), cette donnée nous permet de calculer par la suite le rayon d'action spécifique d'un appareil, c'est-à-dire la distance franchissable de l'appareil divisée par sa capacité en litres de ses réservoirs de carburant (ligne 64) ; ce qui nous donne une mesure approximative du nombre de kilomètres que l'appareil pourrait théoriquement franchir avec chaque litre de carburant et ce, dans l'hypothèse où celui-ci pourrait s'envoler avec le plein de carburant dans ses réservoirs. De plus, cette donnée nous permet de calculer également sa consommation, c'est-à-dire le nombre de litres de carburant que l'appareil pourrait possiblement consommer par kilomètre parcouru (ligne 66) et ce, toujours dans l'hypothèse où l'appareil pourrait s'envoler avec le plein de carburant dans ses

réservoirs. Précisons qu'un appareil de vol consomme rarement la totalité de son carburant contenu dans ses réservoirs, car les agences officielles de réglementation (p. ex., Transports Canada ; FAA ; CAA ; etc.) exigent qu'une réserve de carburant soit maintenue en tout temps pour les situations d'urgence (p. ex., un retard imprévu pour les atterrissages à un aéroport ou un détour vers un autre aéroport). Nous discuterons des questions portant sur la consommation de carburant des appareils lorsque nous aborderons un peu plus loin leur performance en vol (ligne 78), ainsi que leur productivité en mission (ligne 86). Ceci dit, un transporteur aérien n'est pas tant intéressé au rayon d'action d'un appareil avec le maximum de carburant à bord (ligne 64), autant que son rayon d'action avec le nombre maximum de passagers à bord (ligne 60), ce que l'industrie appelle « PAX » (p. ex., 50 PAX, ce qui signifie 50 passagers maximum dans l'appareil). Les transporteurs aériens sont intéressés également au rayon d'action d'un appareil lorsque celui-ci transporte déjà sa masse maximale permise de charge payante (ligne 62) car ces deux éléments, c'est-à-dire les passagers et la charge payante qui, rappelons-le, inclue la masse totale estimée des passagers à bord de l'appareil, plus la masse des marchandises (cargo ou fret), sont deux éléments générateurs de revenus pour le transporteur aérien. Le rayon d'action d'un appareil avec le maximum de passagers à bord (ligne 60) nous permet ensuite de calculer la capacité de l'appareil en termes de sièges-kilomètres (ligne 61) qui est l'une des métriques fréquemment utilisée par les transporteurs aériens.

Le rayon d'action d'un appareil avec sa masse maximale de charge payante à bord (ligne 62) nous permet de calculer la capacité de l'appareil en termes de tonnes-kilomètres (ligne 63) qui est une autre métrique couramment utilisée par les compagnies aériennes (p. ex., Air Canada). Puis, comme nous l'avons vu précédemment, ces deux métriques nous permettent de calculer le ratio du coût d'acquisition estimé des appareils par siège-kilomètre offert (ligne 6), de même que le ratio du coût d'acquisition par tonne-kilomètre de charge payante (ligne 8). Le point étant fait sur les données, la figure 3.20 de la page suivante nous brosse un portrait des divers rayons d'action des appareils, c'est-à-dire (1) leur rayon d'action avec le maximum de carburant à bord (ligne 64), qui est généralement le plus long rayon d'action que peut atteindre un appareil ; puis ensuite (2) leur rayon d'action avec le maximum de passagers à bord (ligne 60) ; et enfin (3) leur rayon d'action avec leur masse maximale de charge payante (ligne 62) qui, en général, devrait être inférieur ou égal à

leur rayon d'action avec le maximum de passagers à bord, puisque la masse maximale de charge payante est normalement supérieure à la masse totale de tous les passagers à bord, incluant leurs bagages et effets personnels.



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.20 Types de rayon d'action des appareils, par ordre croissant de leur rayon d'action avec le nombre maximum de passagers à bord.

Comme nous pouvons le constater à la lecture de cette figure, pour de nombreux modèles d'avions régionaux, la différence entre les deux types de rayon d'action est parfois saisissante ; le rayon d'action de certains modèles d'appareils avec leur masse maximale de charge payante étant parfois 50% inférieur à leur rayon d'action avec le maximum de passagers à bord. C'est le cas

notamment des appareils ATR 42-500 et ATR 72-210A d'Avions de Transport Régional, puis des appareils Dash 8Q de séries 300 et 400 de de Havilland et des appareils Regional Jet de Canadair (CRJ-200ER et CRJ-700). Une partie de l'explication tient au fait que la masse maximale de charge payante (ligne 50) pour certains modèles d'appareils est nettement supérieure à la masse totale de tous les passagers à bord qui, rappelons-le, est estimée par B/CA à 90,7 kg par passager (200 lb). Dans le cas, par exemple, du Regional Jet de Canadair à 50 places, la masse totale estimée des passagers à bord équivaut à environ 4 536 kg (10 000 lb) si on applique la formule de B/CA (90,7 kg ou 200 lb par passager), alors que la masse maximale de charge payante du CRJ-200ER est établie à 6 218 kg (13 708), soit 37% de plus. De ce fait, le rayon d'action du CRJ-200ER de Canadair avec la masse maximale de charge payante (ligne 50) équivaut à 1 566 km, selon les données publiées par la revue britannique Flight International ; ce qui correspond à 51% du rayon d'action de l'appareil avec le maximum de passagers à bord (ligne 60) qui s'établit à 3 045 km selon, cette fois-ci, les données du manufacturier de l'appareil (Bombardier Aéronautique, fiches techniques du CRJ-200ER).

Les données concernant le rayon d'action du jet régional ERJ-145ER d'Embraer sont un peu plus problématiques en raison du fait que la version ER (Extended Range) à rayon d'action élargi de l'appareil (ERJ-145ER) est souvent substituée à sa version de base (ERJ-145) qui affichait, sur papier, avant sa certification officielle, un rayon d'action nominal de 1 200 milles nautiques (nm) avec 50 passagers à bord, alors qu'au moment de sa certification, celui-ci pouvait atteindre un rayon d'action de 1 315 milles nautiques avec 50 passagers à bord (1 nm = 1,852 km ; ou 1,1507 milles). Cette situation avantageuse amena les responsables d'Embraer à proposer la version ER comme la version standard ; d'où la confusion entre la version standard et la version ER (Extended Range) de l'appareil (B/CA, Feb. 1997, p. C1). Les données techniques du fabricant soulignent que la version standard du ERJ-145 est considérée de manière interchangeable avec la version ER à rayon d'action élargi (ERJ-145ER) et possède un rayon d'action de 1 330 milles nautiques (2 460 km) avec 50 passagers à bord. À l'instar du CRJ-200LR de Canadair, une version LR (Longer Range) du jet régional d'Embraer est aussi offerte. Le jet régional ERJ-145LR affiche un rayon d'action de 1 600 milles nautiques (3 000 km) avec 50 passagers à bord, comparativement à un rayon d'action de 2 005 milles nautiques (3 700 km) pour le CRJ-200LR qui, lui même, affiche un rayon d'action qui est

23% supérieur à celui du CRJ-200ER qui, rappelons-le, possède un rayon d'action de 1 645 milles nautiques (3 045 km). À la lecture de cette figure 3.20, nous constatons de visu que le Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) est un appareil qui possède effectivement une grande autonomie de vol par rapport aux autres modèles d'avions régionaux faisant partie de notre analyse ; ce qui permet, à ce moment-là, à un transporteur régional comme Comair, par exemple, qui opère notamment à partir de sa plaque tournante de Cincinnati en Ohio, d'effectuer des liaisons sans escale avec les principales villes du Mid-West américain en évitant ainsi les aéroports très achalandés pour devoir se ravitailler en carburant. Par rapport à son plus proche rival, l'avion de ligne régionale CRJ-200ER possède un rayon d'action avec le maximum de passagers à bord (3 045 km) qui est 24% supérieur à celui du jet régional ERJ-145ER (2 460 km), soit 585 km de plus. Ceci représente approximativement la distance Montréal-Boston ; ce qui n'est pas du tout négligeable lorsque l'on est dans le secteur de l'aviation régionale. Une lecture attentive de la figure 3.20 nous permet aussi de constater que l'appareil qui était le plus utilisé aux États-Unis en 1997 en termes de sièges offerts, selon l'association Regional Aircraft Association (RAA 1998 Annual Report), à savoir le modèle Saab 340B de Saab Aircraft, est l'appareil qui affiche le plus faible rayon d'action avec le maximum de passagers à bord de tous les avions régionaux sélectionnés dans la présente pour fins d'analyse, soit 1 450 km ; ce qui correspond à la moitié du rayon d'action du CRJ-200ER avec le maximum de passagers à bord (3 045 km).

En fait, nous constatons que la majorité des modèles d'avions régionaux à turbopropulsion ont un rayon d'action avec le maximum de passagers à bord qui dépasse rarement le cap des 2 000 kilomètres de distance franchissable à l'exception, peut-être, des deux modèles d'avions régionaux à turbopropulsion qui veulent quelque peu imiter les performances des avions régionaux à réaction en matière de vitesse de croisière, soit (1) le modèle Saab 2000 de Saab Aircraft pour lequel le succès commercial ne pourra sans doute jamais être vérifié, puisque la production de l'appareil se terminera à la mi-1999 ; puis (2) le nouvel appareil à turbopropulsion Dash 8Q-400 de 70 places de de Havilland qui affiche déjà, sur papier, un rayon d'action de 2 400 km ; ce qui représente, à peu de choses près, l'équivalent du rayon d'action du jet régional ERJ-145ER d'Embraer avec le maximum de passagers à bord (2 460 km). Faut dire que les avions régionaux à turbopropulsion, en raison de leur excellente

performance au décollage et à l'atterrissage, sont des appareils souvent utilisés sur des liaisons de courtes distances ; d'où le besoin sans doute non existant de les doter d'un long rayon d'action. Par ailleurs, le raisonnement inverse s'applique aux avions régionaux à réaction qui, en raison de leur performance au décollage et à l'atterrissage, puis leur performance en matière de consommation de carburant, vont souvent nécessiter des liaisons couvrant des distances plus longues et donc, plus lucratives pour pouvoir rentabiliser leur exploitation ; d'où le besoin, à ce moment-là, de les doter d'un plus long rayon d'action afin de mieux amortir les charges d'exploitation en fonction du nombre de sièges-kilomètres offerts ou de sièges-milles offerts (ASM : Available Seat Miles) qui est la métrique utilisée dans cette industrie. Dès lors, plus un appareil peut parcourir de milles ou de kilomètres avec son maximum de passagers à bord, plus faibles seront, à ce moment-là, ses coûts unitaires d'opération (DOC : Direct Operating Costs) qui sont généralement mesurés en cent par siège-mille offert (¢ / ASM) ou bien en cent par siège-kilomètre offert, selon que l'on utilise le système américain d'unités de mesure ou le système international (SI). Par ailleurs, il ne faut pas surestimer l'importance du rayon d'action dans le cas d'un avion de transport régional. En effet, selon certaines sources bien informées, il semble que les passagers à bord d'un avion de transport régional supportent plutôt mal des vols de plus de 2 ou 3 heures ; ce qui, pour certains avions régionaux dotés d'un long rayon d'action, ne leur permet pas d'atteindre la distance franchissable maximale qu'ils peuvent parcourir sans escale (p. ex., 3 045 km dans le cas du CRJ-200ER).

Par ailleurs, la figure 3.20 vue dans les pages précédentes, fait état d'une diminution significative du rayon d'action du Dash 8Q-400 lorsque celui-ci transporte sa masse maximale de charge payante (ligne 62), soit à peine 961 km, selon les données publiées par la revue britannique Flight International qui restent cependant à être validées, car le nouvel appareil est présentement en cours d'essais en vol en vue de sa certification. Ceci vaut également pour le tout nouvel avion de ligne régionale de 70 places Regional Jet de Canadair de série 700 (CRJ-700) qui est présentement en développement. Va pour les caractéristiques des avions régionaux faisant partie de notre analyse en matière de rayon d'action et du mix de celles-ci, selon que les appareils transportent : (1) le nombre maximum de passagers à bord ; (2) la masse maximale de charge payante ; et enfin (3) la masse maximale de carburant.

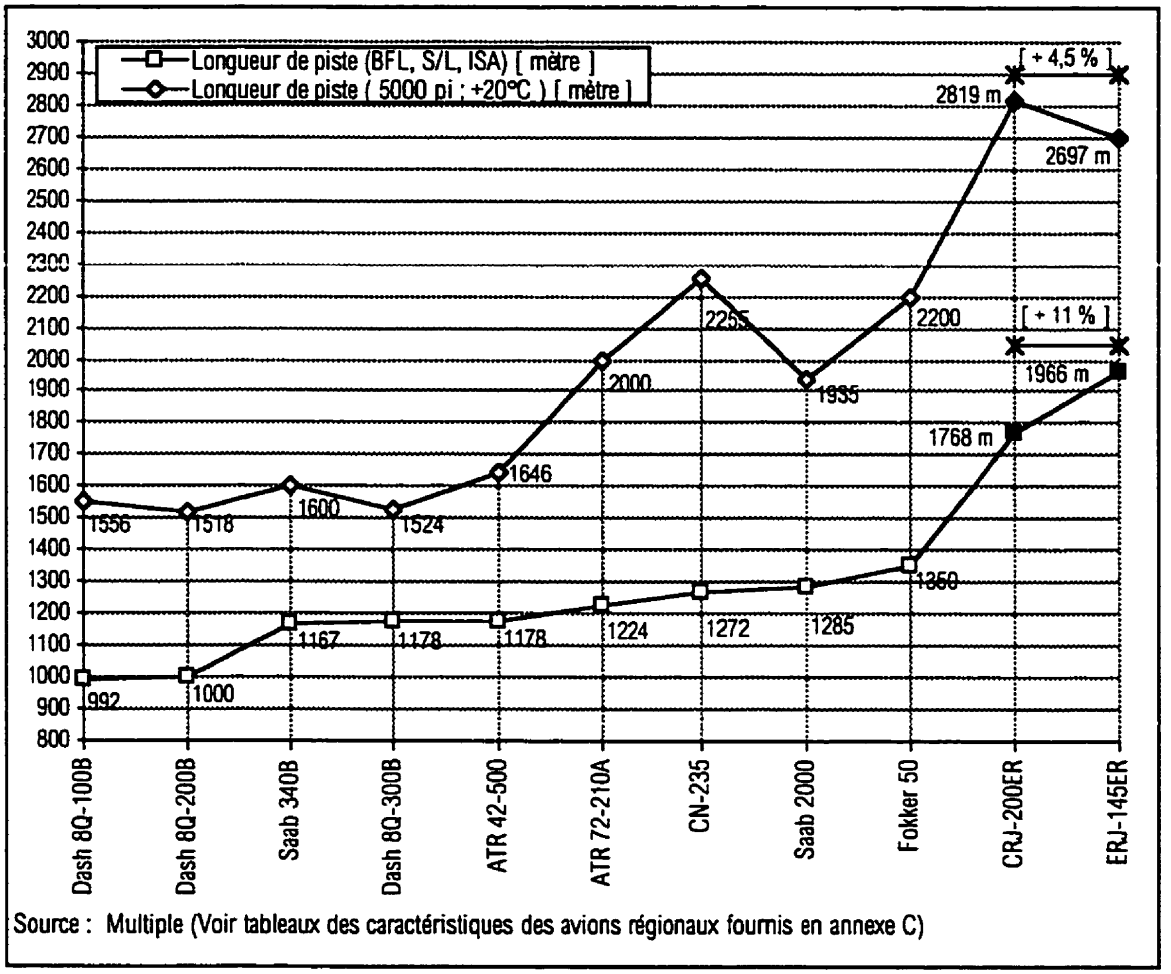
3.2.2.11 Performances des appareils au décollage et lors de l'ascension

Comme nous l'avons expliqué précédemment, les manoeuvres de décollage et d'approche en vue de l'atterrissage sont des événements critiques aussi bien pour les transporteurs aériens qui opèrent les appareils, que pour les agences officielles de réglementation qui sont responsables de l'homologation des appareils et dont la mission première vise à assurer la sécurité des personnes. Dès lors, les appareils sont homologués non seulement avec des limites maximales de masse, comme nous l'avons vu en détail précédemment, mais ils sont homologués également en fonction d'une longueur de piste minimale au décollage et à l'atterrissage, car un appareil doit atteindre une certaine vitesse minimale au décollage et toujours maintenir une vitesse minimale à l'atterrissage pour assurer en tout temps sa portance. C'est pourquoi les avions militaires qui décollent d'un porte-avions sont catapultés ; la longueur de piste leur permettant pas d'atteindre par eux-mêmes la vitesse minimale requise au décollage, alors qu'à l'atterrissage, ils doivent s'accrocher à un câble pour s'immobiliser sitôt arriver sur le pont du porte-avions car, là-encore, ils doivent maintenir une certaine vitesse minimale à l'atterrissage. Ceci étant dit, les performances respectives des avions régionaux en ce qui concerne la longueur de piste minimale requise lors d'un décollage et d'un atterrissage, sont homologuées selon la norme américaine FAR (US Federal Aviation Requirement) en fonction, d'une part, de leur masse maximale au décollage (ligne 46) et, d'autre part, en fonction de certaines conditions atmosphériques internationales standards (ISA : International Standard Atmosphere). En général, les appareils sont homologués selon deux (parfois quatre) conditions atmosphériques différentes.

Les appareils sont d'abord homologués sous les conditions dites « ISA » mesurées au niveau de la mer (S/L : Sea Level) où la pression atmosphérique est de l'ordre de 1,0132 bar (ligne 68), soit juste au niveau de 1 bar (1 bar = 10^5 Pa) et à une température extérieure de +15°C. Puis, ils sont aussi homologués sous des conditions atmosphériques plus sévères comme, par exemple, à une température extérieure de +20°C, puis à une élévation de 5 000 pi (1 524 m) ; la pression atmosphérique et la température extérieure diminuant avec l'altitude qui est toujours mesurée par rapport au niveau de la mer. Les données concernant la distance minimale requise au décollage

pour les avions régionaux faisant partie de notre analyse comparative proviennent de la revue B/CA (May, 1998) qui publie les données uniquement pour le décollage des appareils (BFL : Balanced Field Lenght) selon les deux types de conditions atmosphériques susmentionnées. Précisons, par ailleurs, que la revue Flight International publie, quant à elle, les données à la fois pour le décollage et l'atterrissage des appareils et ce, selon quatre conditions atmosphériques différentes, soit : « (1) ISA, S/L ; (2) ISA +20°C, S/L ; (3) ISA, 5 000 pi ; (4) ISA + 20°C, 5 000 pi » (Flight International. Commercial Aircraft Directory Part 1. 12 - 18 August 1998). En général, la distance requise à l'atterrissage est inférieure à celle requise au décollage, car les appareils ont une masse plus élevée au décollage. De plus, la longueur de piste requise à des conditions atmosphériques différentes de celles prévalant au niveau de la mer est, en général, supérieure à celle-ci. Dès lors, les appareils afficheront la plus grande distance requise lors d'une manoeuvre de décollage et ce, avec leur masse maximale au décollage (ligne 46), puis sous les conditions atmosphériques « ISA, +20°C, 5 000 pi », c'est-à-dire par temps chaud (+20°C) et à une élévation qui est bien au-dessus du niveau de la mer (5 000 pi); ce qui est le propre de certains aéroports (p. ex., l'aéroport de Denver au Colorado durant la période estivale).

Précisons qu'au moment de l'atterrissage, les appareils sont souvent équipés de dispositifs visant à ralentir leur course sitôt après l'atterrissage comme, par exemple : des aérofreins qui sont montés sur les ailes des appareils ; puis des hélices à pales à pas réversible dans le cas des avions régionaux à turbopropulsion ; de même que des inverseurs de poussée dans le cas des avions régionaux à réaction qui sont des équipements standards sur tous les avions régionaux à réaction de Bombardier Aéronautique (p. ex., les appareils Regional Jet de Canadair). Soulignons ici que ces inverseurs de poussée des appareils CRJ sont fabriqués par l'avionnerie Shorts d'Irlande du Nord qui fabrique, en plus, les nacelles de moteurs de tous les appareils Regional Jet de Canadair et de plusieurs autres avions de Bombardier Aéronautique et de plusieurs autres avionneurs. Ceci étant dit, la figure 3.21 de la page suivante nous brosse un portrait détaillé de la performance relative des avions régionaux faisant partie de notre analyse au chapitre de la distance minimalement requise pour un décollage sécuritaire.



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

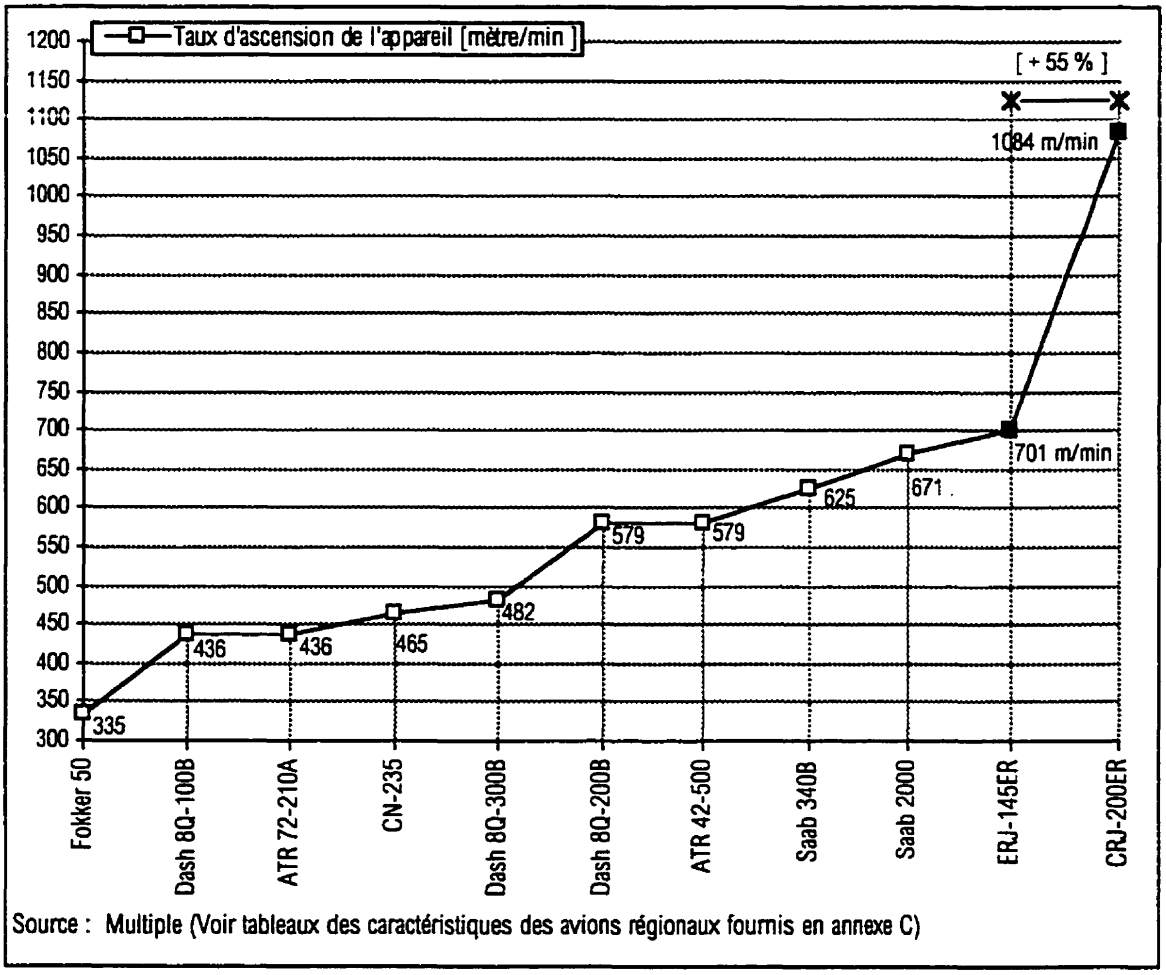
Figure 3.21 Longueur de piste requise au décollage des avions régionaux.

Au premier coup d'oeil, il ressort clairement que les avions régionaux à turbopropulsion de la gamme Dash 8Q de de Havilland méritent bien leur qualificatif d'avions dits "ADAC" (Avions à décollage et à atterrissage courts) ou « STOL » (Short Take-Off and Landing) ; ceux-ci étant les appareils qui affichent la plus courte distance requise au décollage, notamment dans des conditions sévères, c'est-à-dire par temps chaud (ISA, +20°C) et à une élévation de 5 000 pi (1 524 m) ; ce que d'autres appareils supportent plutôt mal, si l'on en croit leur performance relative dont fait état la figure 3.21 (p. ex., les appareils CN-235, ATR 72-210A et Fokker 50). En ce qui concerne le cas spécifique qui nous intéresse dans la présente, force est de constater que le Regional Jet de Canadair de 50 places est l'avion de transport régional qui exige la plus grande distance de piste

pour le décollage dans des conditions atmosphériques « ISA +20°C, 5 000 pi », à savoir une longueur de piste de 2 819 mètres (9 250 pi). Ceci correspond à une longueur de piste d'environ 3 kilomètres ; ce qui n'est pas du tout négligeable. Celle-ci correspond à 5% de plus que son plus proche rival, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer qui ne fait guère meilleure figure dans des conditions atmosphériques « ISA, S/L » où il affiche une distance au décollage de 11% supérieure à celle du CRJ-200ER, soit 1 966 m (6 450 pi). Sont cependant absents de cette figure 3.21, les avions régionaux à 70 places Dash 8Q-400 de de Havilland, CRJ-700 de Canadair et RJ70 d'Avro. Faut dire ici que dans le cas spécifique des avions régionaux, la distance minimale requise au décollage est un facteur important à considérer car, aujourd'hui encore, de nombreux aéroports régionaux ne sont pas pourvus de pistes suffisamment longues pour pouvoir recevoir tous les genres d'appareils, en particulier les avions régionaux à réaction qui exigent généralement une longueur de piste supérieure à celle requise par les avions régionaux à turbopropulsion, comme en témoigne d'ailleurs clairement la figure 3.21 précédente.

Outre la distance qui est minimalement requise pour un décollage sécuritaire, une autre caractéristique intéressante des avions régionaux concerne le taux de montée des appareils lors de leur ascension (ligne 71) pour atteindre leur plafond pratique ou leur altitude de vol en régime de croisière (ligne 75). La performance des appareils lors de leur ascension est établie de deux façons différentes, d'abord : (1) lorsque tous les moteurs de l'appareil sont en fonctionnement (ligne 72) ; puis ensuite (2) lorsque l'un des moteurs de l'appareil est hors d'usage (ligne 73), car même dans cette situation critique, l'appareil doit être en mesure de voler sécuritairement. À nouveau, ces données proviennent de la revue B/CA (May 1998) qui est d'ailleurs la seule source d'informations sur laquelle nous nous appuyons dans la présente étude à publier ce genre d'informations. La figure 3.22 de la page suivante illustre la performance lors de l'ascension des avions régionaux faisant partie de notre analyse, à l'exception des modèles d'avions régionaux Dash 8Q-400 de de Havilland et CRJ-700 de Canadair qui ne faisaient pas encore partie du guide annuel de B/CA (May 1998). Un fait ressort clairement de cette figure, la position relative du Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) au plan de son taux d'ascension est nettement supérieur à tous les autres modèles

d'avions régionaux apparaissant dans cette figure, y compris le jet régional ERJ-145ER d'Embraer que le CRJ-200ER surpasse haut la main avec un écart de quelque 55% en faveur du CRJ-200ER.



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.22 Performance des avions régionaux lors de l'ascension.

Fait à souligner, l'avion de transport régional à turbopropulsion Saab 2000 de Saab Aircraft rivalise fièrement avec le jet régional ERJ-145ER au chapitre de son taux d'ascension, soit un écart d'à peine 4,6% en faveur du jet d'Embraer lorsque tous ses moteurs sont en fonctionnement. Ceci nous conduit à une autre mesure de la performance en vol des appareils, à savoir leur performance en régime de croisière.

3.2.2.12 Performances des appareils en régime de croisière

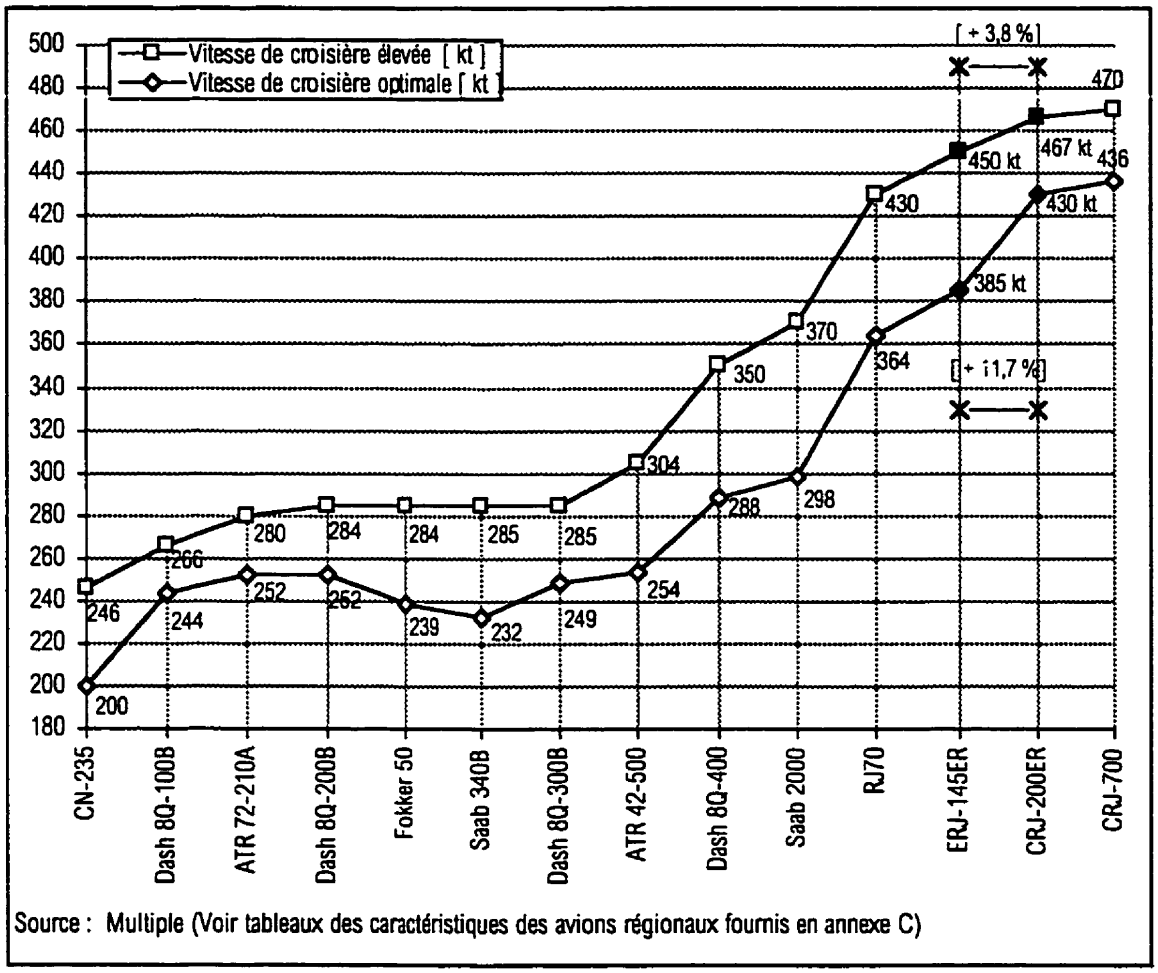
L'analyse comparative des avions régionaux au chapitre de leur performance en régime de croisière est présentée en fonction de trois régimes de croisière différents, selon la vitesse de l'appareil, à savoir : (1) à vitesse de croisière élevée ou maximale (ligne 79), aussi appelé « Maximum Cruising Speed » ; puis ensuite (2) à vitesse de croisière optimale permettant d'atteindre un long rayon d'action (ligne 81), aussi appelé « Long Range Cruising Speed » ; et enfin, (3) à vitesse dite "TAS" (True Airspeed) que nous allons définir d'ici peu (ligne 83). En général, ces différentes vitesses des appareils sont atteintes à des altitudes de vol différentes. En aviation, plusieurs qualificatifs sont utilisés pour désigner l'altitude de vol d'un appareil comme, par exemple, élévation, plafond pratique ou niveau de vol (FL : Flight Level) qui est tout simplement une mesure de l'altitude en centaine de pieds pour faciliter la lecture des instruments (p. ex., FL 350 signifie un niveau de vol ou une altitude de 35 000 pieds). Les caractéristiques des avions régionaux concernant leur performance en régime de croisière apparaissant dans chacun des tableaux de caractéristiques fournis en annexe C de ce document portent sur la vitesse de croisière des appareils et le niveau de vol où cette vitesse de croisière est atteinte, puis leur consommation de carburant à cette vitesse et à ce niveau de vol.

D'une part, les données concernant la performance des avions régionaux en régime de croisière élevé (lignes 79 et 80), ainsi qu'en régime de croisière optimal (lignes 81 et 82) nous proviennent de la revue Flight International qui publie dans son annuaire annuel (Commercial Aircraft Directory Part 1, 12 - 18 August 1998) des données à ce sujet selon des conditions atmosphériques internationales standards (ISA : International Standard Atmosphere). D'autre part, les données concernant la performance des avions régionaux lorsque leur vitesse est mesurée en terme de vitesse TAS (lignes 83, 84 et 85) nous proviennent, cette fois-ci, de la revue américaine Business and Commercial Aircraft (1998 Purchase Planning Handbook, May 1998). En effet, la vitesse des appareils est parfois corrigée en fonction d'un certain nombre de paramètres (p. ex., la densité ; la compressibilité ; les instruments ; ainsi de suite). Cette valeur corrigée est appelée vitesse "TAS" (True Airspeed) que le manuel de références dans l'industrie aéronautique Jane's All the World's Aircraft (1998) définit comme suit : « TAS : True airspeed, EAS corrected for density (often very

large factor) appropriate to aircraft altitude », (p. 32). Enfin, bref, peu importe la façon avec laquelle la vitesse des appareils est mesurée (p. ex., vitesse élevée ; vitesse optimale ; vitesse TAS), le point à retenir est que les appareils affichent une consommation de carburant qui varie en fonction de leur vitesse de croisière et de leur altitude de vol et ce, aussi bien en régime de croisière élevé, qu'en régime de croisière optimal. Ceci dit, une lecture des tableaux de caractéristiques des avions régionaux faisant partie de notre analyse indiquent clairement que la performance en régime de croisière élevé des appareils affiche un niveau de vol (FL : Flight Level ; où FL = 100 pi) qui est différent de celui en régime de croisière optimal. En général, la vitesse de croisière optimale des avions régionaux à réaction se situe à une altitude inférieure à celle requise pour atteindre une vitesse de croisière élevée. De plus, en navigation (maritime ou aérienne), la vitesse est souvent mesurée en noeuds (où 1 kt = 1 nm/h ; ou 1,852 km/h ; ou 1,15078 mi/h). Ceci étant dit, le CRJ-200ER de Canadair, par exemple, atteint une vitesse de croisière élevée de 467 kt à une altitude de 12 500 m (41 000 pi ou FL 410), alors que sa vitesse optimale est de 430 kt et se situe plutôt à une altitude de vol de 11 887 m (39 000 pi ou FL 390) ; ce qui est toutefois bien au-dessus de l'altitude de vol du jet régional ERJ-145ER d'Embraer qui n'est que de 10 668 m (35 000 pi ou FL 350) et ce, aussi bien en régime de croisière élevé (450 kt) qu'en régime de croisière optimal (385 kt).

C'est en fait la situation inverse qui prévaut avec les avions régionaux à turbopropulsion où la vitesse de croisière optimale se situe, en général, à une altitude de vol supérieure à celle requise pour atteindre leur vitesse de croisière élevée. Le modèle Saab 2000 de Saab Aircraft, par exemple, atteint sa vitesse de croisière élevée de 370 kt à une altitude de 8 230 m (27 000 pi ou FL 270), alors que sa vitesse optimale (298 kt) se situe à une altitude de 9 450 m (31 000 pi ou FL 310), selon les données publiées par la revue Flight International (Commercial Aircraft Directory Part 1, 12 - 18 August 1998, p. 71). Ceci dit, examinons à présent la position relative des avions régionaux faisant partie de notre analyse comparative en fonction de leurs différentes vitesses de croisière et de leur consommation horaire de carburant à ces vitesses de croisière correspondantes. Dans un premier temps, la figure 3.23 de la page suivante nous brosse un portrait de l'écart parfois significatif qu'il peut exister au chapitre de la vitesse de croisière des avions régionaux lorsque ceux-ci volent à

vitesse de croisière élevé (Maximum Cruise Speed) versus une vitesse de croisière optimale qui leur permet d'atteindre un plus long rayon d'action (Long Range Speed).



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

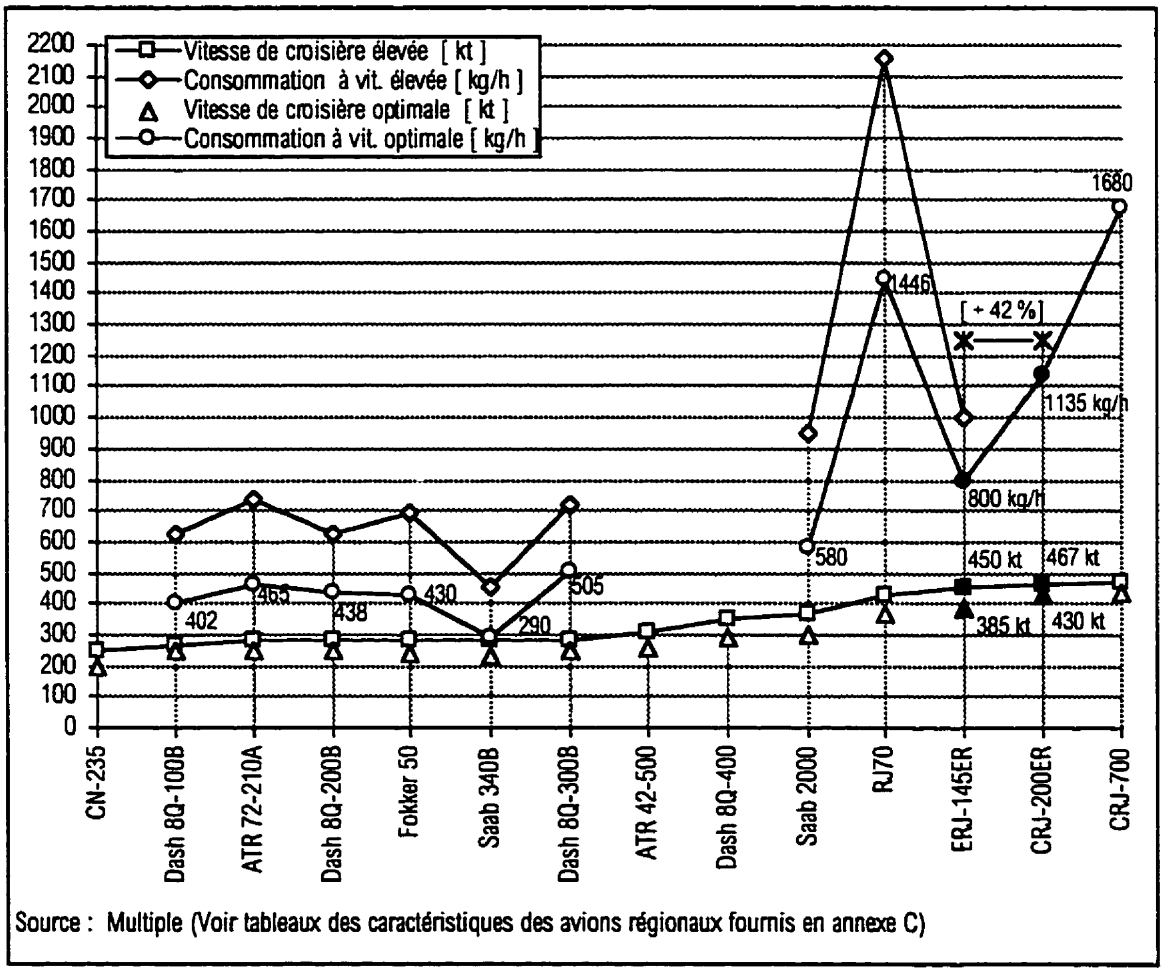
Figure 3.23 Vitesse de croisière élevée et vitesse de croisière optimale des avions régionaux.

Puis, dans un second temps, la figure 3.24 dans les pages suivantes nous montre, pour sa part, leur performance respective au chapitre de leur consommation horaire de carburant pour chacune de ces vitesses de croisière. Dans le cas spécifique qui nous intéresse, la figure 3.23 ci-dessus indique une baisse significative de la vitesse de croisière du jet régional ERJ-145ER d'Embraer lorsque celui-ci passe d'une vitesse de croisière élevée de 450 kt à une vitesse de croisière optimale de 385 kt, soit une diminution de vitesse de 14,4%. En contraste, le CRJ-200ER de Canadair affiche

une baisse de 8% lorsqu'il effectue la transition d'une vitesse de croisière élevée de 467 kt à une vitesse de croisière optimale de 430 kt. Nous constatons également dans la figure 3.23 précédente que les deux modèles d'avions régionaux à turbopropulsion qui se veulent très rapides, à savoir le Saab 2000 de Saab Aircraft, puis le Dash 8Q-400 de de Havilland, doivent aussi faire des compromis importants pour passer d'une vitesse de croisière élevée à une vitesse de croisière optimale, soit une diminution de 19,5% dans le cas du Saab 2000, puis de 17,7% dans le cas du Dash 8Q-400. Hormis ces deux modèles d'avions régionaux à turbopropulsion qui se veulent très rapides, la figure 3.23 de la page précédente nous montre un fait inéluctable, à savoir que les vitesses en régime de croisière élevé et optimal des avions régionaux à réaction surpassent haut la main celles de tous les avions régionaux à turbopropulsion faisant partie de notre analyse. En plus de leur rayon d'action qui est généralement plus élevé que les avions régionaux à turbopropulsion, les avions régionaux à réaction sont aussi plus rapides que ces derniers ; ce qui aura, à ce moment-là, des conséquences importantes sur la productivité des appareils, comme nous allons le voir d'ici peu.

Par contre, il a bien sûr un prix à payer pour être plus rapide et, à cet égard, la figure 3.24 de la page suivante nous montre à nouveau la performance des avions régionaux au chapitre de leur vitesse en régimes de croisière élevé et optimal, mais en y incluant aussi leur consommation horaire de carburant et ce, pour chacun de ces deux régimes de croisière. Comme nous le constatons, les variations en dents de scie de la performance des avions régionaux au plan de leur consommation de carburant nous montrent bien que leur position relative change de façon significative lorsque ceux-ci sont classés par ordre croissant de leur vitesse en régime de croisière élevé ou maximal et ce, même si l'absence de certaines données rend l'analyse comparative un peu plus difficile. C'est ainsi, par exemple, qu'il aurait été sûrement intéressant de comparer la consommation de carburant du nouvel appareil Regional Jet de Canadair de 70 places (CRJ-700) en régime de croisière élevé par rapport à celle du jet régional de 70 places RJ70 d'Avro qui affiche une très grande consommation horaire de carburant en régime de croisière élevé dont la vitesse est, malgré tout, inférieure à celle de tous les autres modèles d'avions régionaux à réaction apparaissant dans les figures 3.23 et 3.24. Cette performance en régime de croisière du RJ70 d'Avro explique sans doute en partie pourquoi ce jet régional de 70 places qui est muni de 4 turboréacteurs ne s'est vendu qu'à 12 exemplaires

uniquement depuis sa mise en service en 1992. Rappelons, par ailleurs, que le RJ70 d'Avro possède d'autres avantages, notamment sa grande capacité d'emport en matière de cargo ou de fret, puis sa grande flexibilité à pouvoir disposer de schémas d'aménagement différents dans la cabine de passagers. En fait, si le jet régional RJ70 d'Avro est loin d'être un succès commercial, les appareils RJ85 et RJ100 d'Avro affichent tout de même une performance commerciale non négligeable.



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

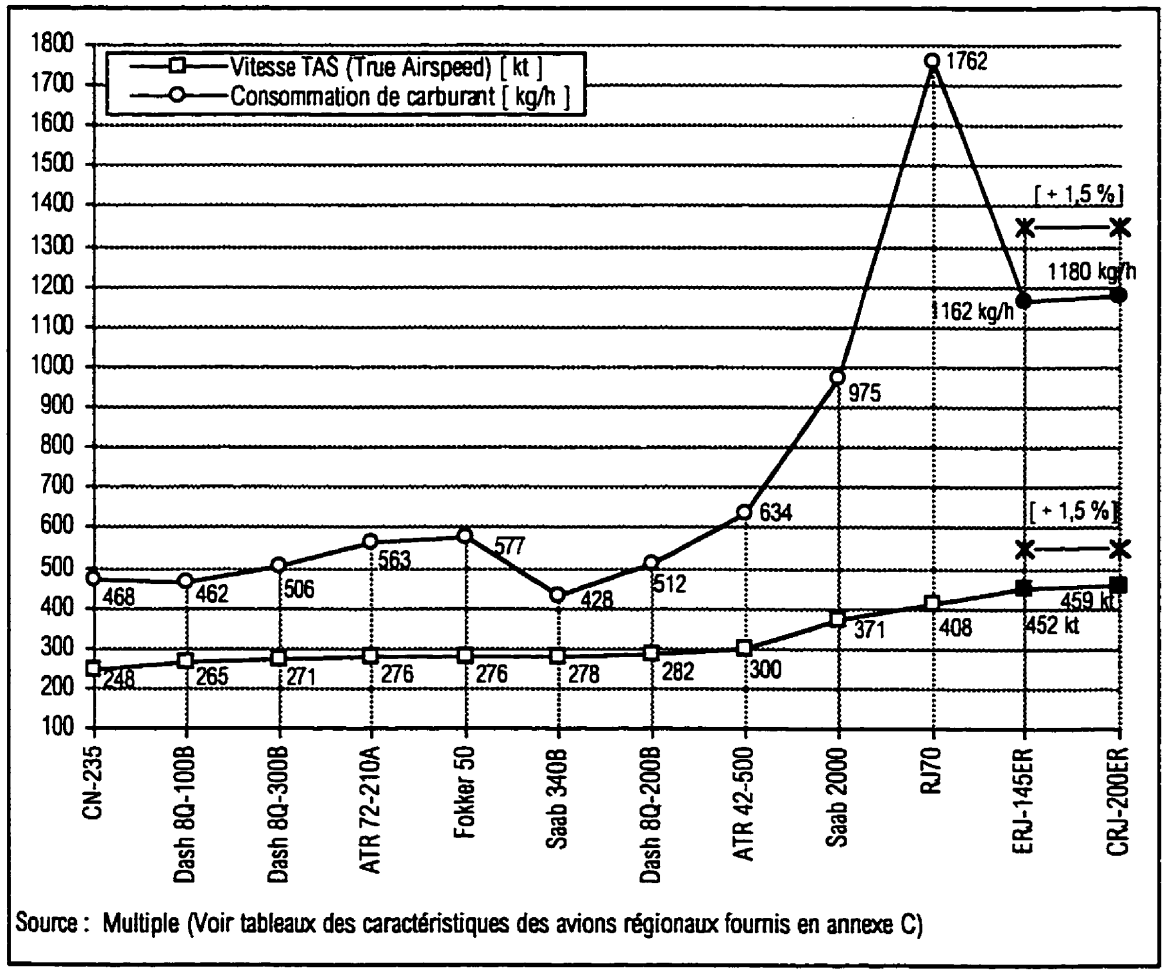
Figure 3.24 Vitesse de croisière et consommation de carburant des avions régionaux.

Les figures 3.23 et 3.24 indiquent que c'est finalement le modèle Saab 340B de Saab Aircraft qui est l'appareil qui affiche la plus faible consommation de carburant de tous les modèles d'avions régionaux faisant partie de notre analyse, alors que ses vitesses en régime de croisière

élevé et optimal se situent plutôt dans la moyenne sinon, en-dessous de la moyenne de celles de tous les autres avions régionaux à turbopropulsion apparaissant dans ces figures, notamment en ce qui concerne sa vitesse de croisière optimale qui n'est que de 232 kt. Néanmoins, à cette vitesse de croisière passablement réduite, le Saab 340B affiche une consommation horaire de carburant de seulement 290 kg/h, selon les données de la figure 3.24. De plus, nous sommes à même de constater qu'il existe des écarts parfois considérables entre la consommation horaire de carburant des appareils à vitesse élevée et leur consommation horaire de carburant à vitesse optimale. En général, la baisse significative de la vitesse de croisière des appareils est motivée par des questions de consommation de carburant ; ce qui, en bout de ligne, se ramène finalement à une question de coût direct unitaire d'opération des appareils (DOC). Malheureusement, dans cette étude, cette donnée hautement confidentielle (coût direct d'opération d'un appareil) n'était pas disponible ; bien que certaines sources d'informations vendent ce genre de renseignements. Le coût direct unitaire d'opération d'un appareil est fonction non seulement de l'appareil lui-même, mais il est fonction également de l'exploitant, c'est-à-dire le transporteur aérien qui n'a pas nécessairement le même niveau d'activité, ni les mêmes frais d'exploitation qu'un autre transporteur aérien. Dans le cas du Regional Jet de Canadair de 50 places, par exemple, de nombreux exploitants (p. ex., Comair) arrivent à des résultats d'exploitation positifs, alors que d'autres exploitants du CRJ arrivent à des résultats d'exploitation déficitaires car, souvent, ils n'ont pas su l'utiliser sur les bonnes liaisons.

D'autre part, bien qu'il ne faille évidemment pas sous-estimer les frais d'exploitation reliés à la consommation en carburant des appareils, il ne faut pas non plus l'exagérer. Une bonne façon de mettre le tout en perspective est de comparer les frais d'exploitation d'un transporteur aérien qui sont reliés à la consommation annuelle de carburant de ses appareils, en fonction de ses revenus annuels d'exploitation. À cet égard, le cas-type du transporteur régional Comair est très instructif. Nous analyserons ce cas aussitôt après que nous aurons examiné la question portant sur la productivité de appareils. Dans le cas spécifique qui nous intéresse, la figure 3.24 précédente nous montre des résultats peu concluant en ce qui concerne la consommation horaire de carburant du CRJ-200ER de Canadair par rapport à celle de son plus proche rival, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer. En terme de vitesse de croisière, le CRJ-200ER supplante le ERJ-145ER, comme nous

l'avons constaté plus haut. À vitesse de croisière optimale de 430 kt, le CRJ-200ER affiche une consommation de 1 135 kg/h de carburant, soit 42% de plus que celle du ERJ-145ER lorsqu'il vole à une vitesse de croisière optimale de 385 kt, selon les données de la figure 3.24 qui nous proviennent, rappelons-le, de la revue Flight International. Rappelons aussi que l'écart entre les vitesses de croisière élevée et optimale est significatif dans le cas du jet régional ERJ-145ER d'Embraer, soit une diminution de 14,4%. Par remédier à cet écueil, nous allons nous référer à la figure 3.25 ci-dessous qui nous montre la position relative des avions régionaux en fonction de leur vitesse TAS que nous avons définie un peu plus tôt et de leur consommation de carburant à cette vitesse.



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.25 Vitesse TAS (True Airspeed) des avions régionaux et leur consommation de carburant.

Ces données proviennent de la revue B/CA (May 1998). En terme de vitesse TAS, nous constatons donc dans cette figure que le CRJ-200ER de Canadair affiche une consommation horaire de carburant de 1 180 kg/h à une vitesse TAS de 459 kt, alors que celle du jet régional ERJ-145ER d'Embraer s'élève à 1 162 kg/h à une vitesse TAS de 452 kt, soit un écart d'à peine 1,5%. Cette figure 3.25 nous montre une fois de plus que le jet régional de 70 places RJ70 d'Avro possède une consommation de carburant qui semble tout à fait disproportionnée par rapport à la vitesse TAS de cet appareil (408 kt) qui, dans cette figure, est inférieure à celle du CRJ-200ER de Canadair (459 kt) et à celle du ERJ-145ER d'Embraer (452 kt). Bien que nous ne puissions conclure de façon probante, à ce moment-ci, sur l'écart qui sépare les deux modèles concurrents d'avions régionaux à réaction de 50 places, à savoir le CRJ-200ER de Canadair versus le ERJ-145ER d'Embraer, au plan de leur consommation horaire de carburant, un fait demeure, le CRJ-200ER de Canadair est un appareil qui est plus rapide que le jet régional ERJ-145ER d'Embraer, soit 1,5% plus rapide en terme de vitesse TAS (Figure 3.25) ; puis 3,8% plus rapide en régime de croisière élevé et 11,7% plus rapide en régime de croisière optimal, comme nous l'avons vu auparavant dans la figure 3.23. L'analyse de la productivité des avions régionaux en mission de vol nous permettra de dénouer cet impasse.

3.2.2.13 Simulation de la productivité des appareils en mission de vol

Comme nous l'avons stipulé au chapitre 2, dans son guide intitulé "1998 Purchase Planning Handbook", la revue américaine Business and Commercial Aviation (B/CA, May 1998) a effectué une simulation de ce que pourrait être la productivité des avions régionaux qu'elle retient chaque année dans son guide pour fins d'analyse. Rappelons ici que la revue B/CA a le privilège d'obtenir des manufacturiers toutes les données et les informations au sujet de leurs appareils ; lesquelles sont ensuite vérifiées et corroborées par un comité d'experts provenant de l'industrie. La productivité de chaque avion de transport régional est mesurée en fonction de trois missions de vol différentes qui varient en distance selon qu'il s'agit d'un avion de transport régional à turbopropulsion ou un avion de transport régional à réaction. En ce qui concerne les avions régionaux à turbopropulsion faisant partie de notre analyse, leurs missions de vol couvrent des distances de 150, 275 et 400 SM (Statute Miles) qui est ici un autre étalon de mesure de la distance qui est parfois utilisé dans

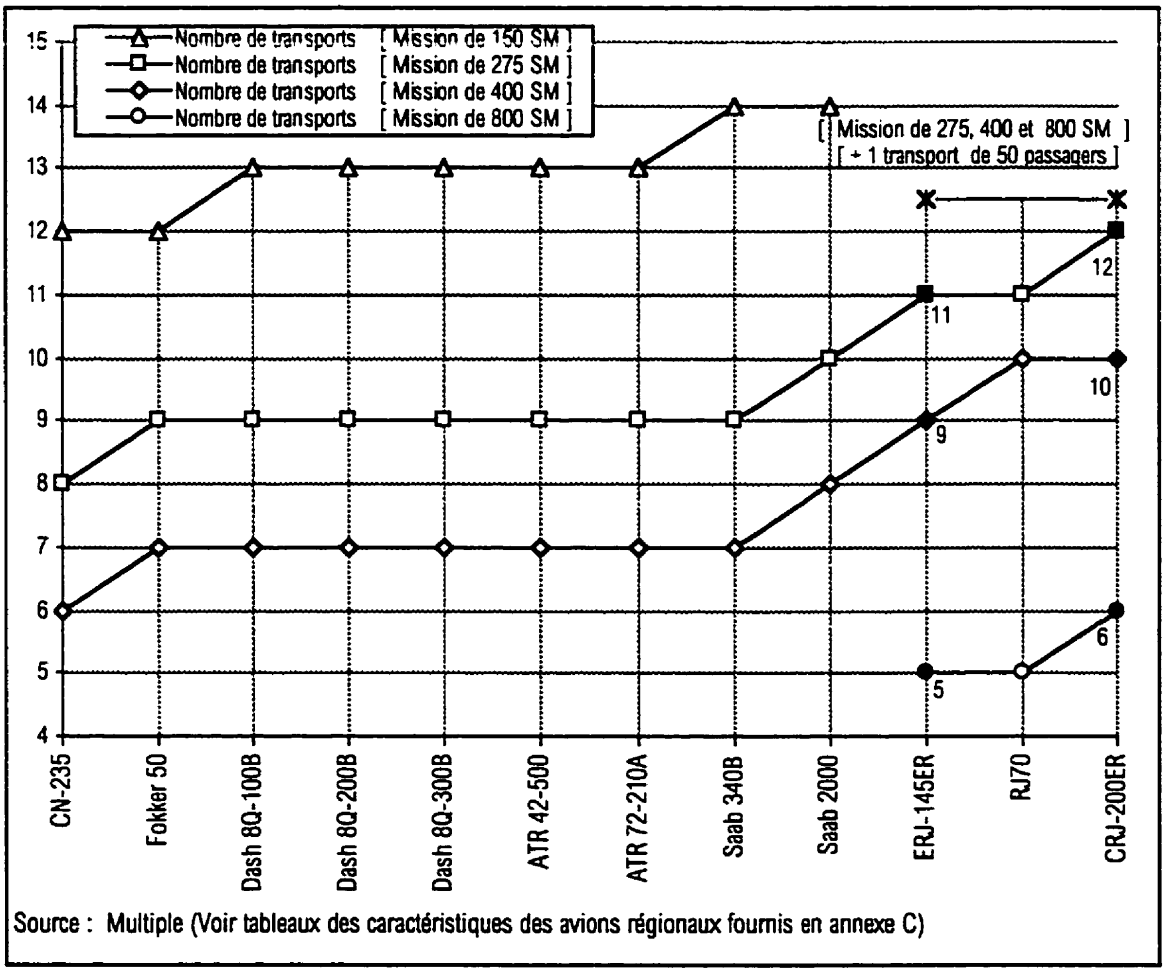
l'industrie aéronautique. Quant aux modèles d'avions régionaux à réaction faisant partie de notre analyse, leurs missions de vol couvrent des distances supérieures à celles des avions régionaux à turbopropulsion, soit des missions 275, 400 et 800 SM. La productivité des avions régionaux en mission de vol est mesurée par B/CA (May 1998) est fonction d'un ensemble de paramètres. Ainsi, la productivité de chaque avion de ligne régionale est mesurée sur la base d'une période d'exploitation fixe de 14 heures par jour. Durant cette période, l'appareil tente d'effectuer le maximum de voyages en transportant le maximum de passagers à bord pour lequel il est autorisé (p. ex., 50 passagers dans le cas spécifique du Regional Jet de Canadair et du jet régional ERJ-145ER d'Embraer) et ce, pour chacune des missions de vol pour laquelle l'appareil en question été assignée (p. ex., des missions de vol de 275, 400 et 800 SM dans le cas des appareils CRJ-200ER et ERJ-145ER). La quantité embarquée de carburant doit être en conformité avec les limites permises concernant la masse de l'appareil qui ont été approuvées par les autorités concernées, incluant la réserve réglementaire de carburant. À la fin de chaque mission, un temps de vingt minutes est alloué pour le débarquement des passagers du vol prenant fin et l'embarquement des passagers pour le prochain départ, plus dix minutes si l'appareil a besoin d'être ravitaillé en carburant.

Un temps additionnel de dix (10) minutes est alloué entre le départ du quai d'embarquement des passagers et le décollage de l'appareil qui s'effectue sous des conditions atmosphériques internationales standards prévalant au niveau de la mer, soit des conditions « ISA, S/L » (International Standard Atmosphere, Sea Level). Enfin, la mission de vol s'effectue en régime de croisière optimal et ce, à la fois en termes de vitesse et d'altitude de croisière. Chaque tableau de caractéristiques des avions régionaux fourni en annexe C de ce document fait état de 12 données d'information pour chacune des missions de vol. En guise d'exemple, prenons le cas de la première mission pour chacun des modèles d'appareils ; ce qui correspond à une mission de 150 SM dans le cas des avions régionaux à turbopropulsion ; puis à une mission de 275 SM dans le cas des avions régionaux à réaction. Ces douze données d'information vont comme suit. Nous avons tout d'abord (1) le nombre d'étapes ou de voyages que l'appareil peut effectuer avant de devoir se ravitailler en carburant (ligne 87) ; puis ensuite (2) le nombre de passagers que l'appareil a transporté au cours de chacune de ces missions (ligne 88) ; et enfin (3) le temps total de fonctionnement des moteurs

durant cette période journalière d'exploitation de 14 heures (ligne 89). Figurent aussi dans chacun des tableaux de caractéristiques des informations sur la consommation en carburant de chaque appareil. Nous avons tout d'abord (4) la quantité totale de carburant consommé durant cette période d'exploitation (ligne 90) et (5) la quantité horaire de carburant consommé (ligne 91) que nous avons nous-mêmes établi en divisant la quantité totale de carburant consommé (ligne 90) par le temps total de fonctionnement des moteurs (ligne 89). Puis, nous avons ensuite (6) la quantité de carburant consommé au cours de chaque mission (ligne 97), de même que (7) la vitesse moyenne de l'appareil (ligne 96) ; puis ensuite (8) l'altitude ou le niveau de vol (ligne 98) de cette mission qui est affiché en centaine de pieds (p. ex., FL 350 = 35 000 pi). Viennent ensuite les divers indicateurs de la productivité des appareils pour chacune des missions. Nous avons tout d'abord (9) le nombre de voyages que l'appareil a pu effectuer durant cette période d'exploitation fixe de 14 heures (ligne 92) ; puis (10) le nombre total de sièges-milles parcourus (ligne 93) qui correspond au produit du nombre de passagers à bord par la distance parcourue à chaque mission de vol (p. ex., une mission de vol de 275 SM). Enfin, en dernier lieu, nous avons les ratios suivants de productivité, à savoir : (11) le nombre de sièges-milles parcourus à l'heure (ligne 94) ; de même que (12) le nombre de sièges-milles parcourus par livre de carburant consommé (ligne 95). Voilà en ce qui concerne chacune des douze données d'information apparaissant dans chacun des tableaux de caractéristiques des avions régionaux faisant partie de notre analyse en ce qui concerne leur productivité. Examinons à présent quelques-unes de ces données.

Dans le cas spécifique qui nous intéresse, le tableau 3.9 des caractéristiques du CRJ-200ER de Canadair et du jet régional ERJ-145ER d'Embraer que nous avons présenté dans les pages précédentes et reproduit au tableau C.1 en annexe C de ce document, nous révèlent des choses fort intéressantes au sujet de la productivité de ces deux modèles d'appareils concurrents. Tout d'abord, ce qui ressort de façon non équivoque, c'est que le CRJ-200ER de Canadair réussit à effectuer un voyage de plus de passagers que le jet régional ERJ-145ER d'Embraer et ce, à chacune de ses trois missions de vol, soit : 12 transports de passagers lors d'une mission de vol de 275 SM ; 10 transports de passagers lors d'une mission de vol de 400 SM ; et enfin, 6 transports de passagers lors d'une mission de vol de 800 SM (Statute Miles), comme en témoigne à cet effet la

figure 3.26 ci-dessous. Évidemment, un transport de plus de 50 passagers aura une incidence économique directe sur les résultats d'exploitation d'un transporteur aérien, notamment au niveau de ses revenus et de ses coûts d'exploitation.



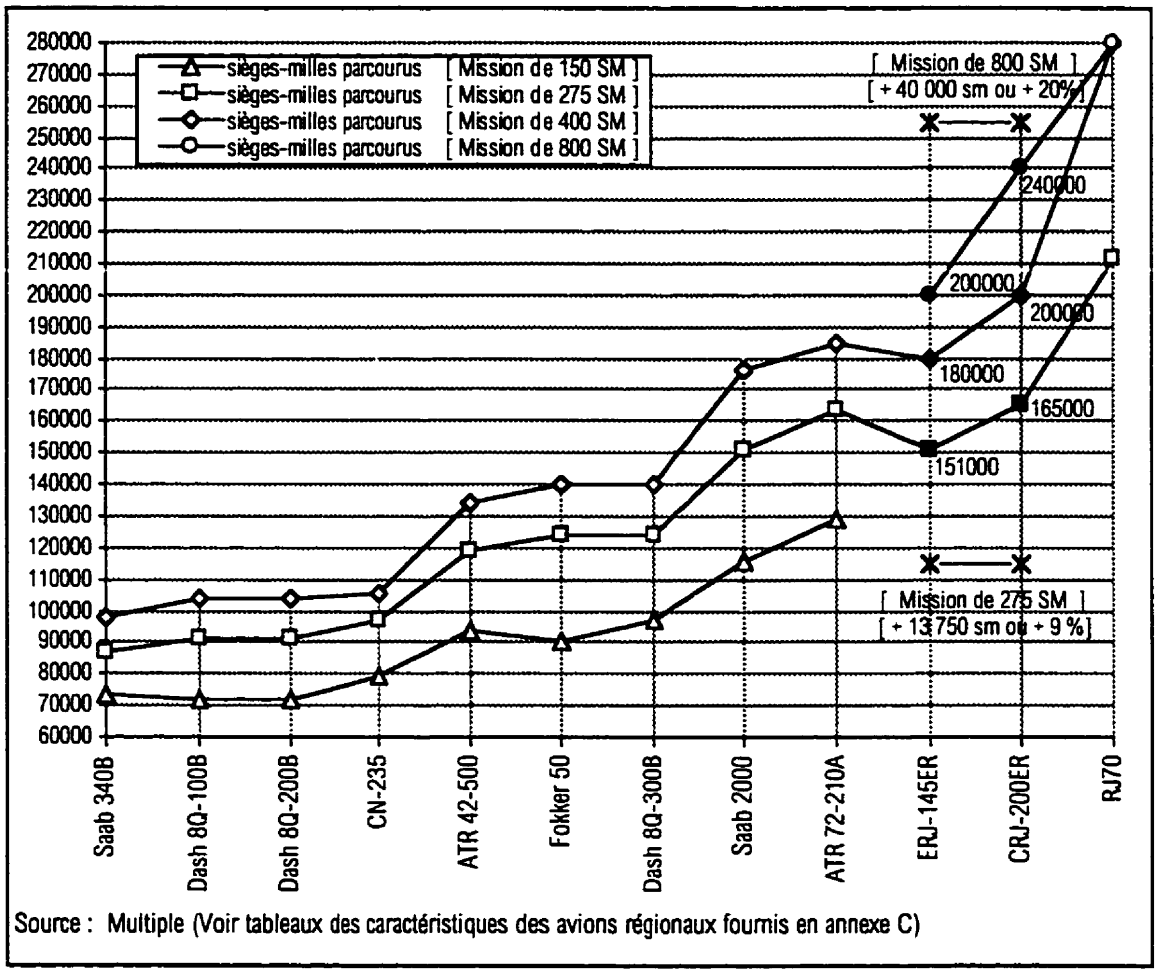
Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.26 Productivité des avions régionaux en terme du nombre de transports de passagers effectué lors de leurs différentes missions de vol.

Cette productivité supérieure du CRJ-200ER de Canadair par rapport à celle du jet régional ERJ-145ER d'Embraer découle, entre autres, de sa vitesse moyenne de croisière qui est plus élevée que celle du jet régional ERJ-145ER d'Embraer, en particulier lors des missions de 275 et 400 SM (lignes 96 et 108). Puis, elle découle aussi du taux d'ascension du CRJ-200ER qui est de beaucoup

supérieur à celui du ERJ-145ER, soit un taux d'ascension de 1 084 mètres/min pour le CRJ-200ER de Canadair versus un taux d'ascension de seulement 701 mètres/min pour le jet régional ERJ-145ER d'Embraer, soit un écart de 55% (ligne 72). Or, plus l'appareil peut atteindre rapidement son altitude de croisière, plus rapidement il pourra par la suite atteindre sa vitesse optimale de croisière et ainsi atteindre plus rapidement sa destination pour pouvoir procéder à un autre transport de passagers. Attendu également que les réservoirs du CRJ-200ER de Canadair permettent d'emmagasiner plus de carburant que ceux du jet régional ERJ-145ER d'Embraer (ligne 52) ; ceci lui permet d'effectuer trois transports de 50 passagers au cours d'une mission de 275 SM avant de devoir se ravitailler en carburant versus deux transports de passagers dans le cas du jet régional ERJ-145ER d'Embraer (ligne 87) ; ce qui lui permet, à ce moment-là, d'économiser du temps entre chaque arrêt et chaque nouveau départ. Toutefois, cet avantage disparaît sur des missions de vol de 400 et 800 SM. Cet ensemble de facteurs permet donc au CRJ-200ER de Canadair d'effectuer un transport de plus de 50 passagers que le jet régional ERJ-145ER d'Embraer et ce, à chacune des trois missions de vol qui leur ont été assignées au préalable dans l'exercice de simulation de la revue B/CA (May 1998).

Précisons ici que de tels exercices de simulation des avions régionaux peuvent être considérés comme assez fiables. En effet, n'oublions pas que de nos jours, des simulateurs de vol complet (FFS : Full Flight Simulators), ainsi que des appareils de formation de vol (FTD : Flight Training Devices) sont utilisés régulièrement pour la formation et la vérification périodique des compétences des équipes de pilotage des appareils et que les données nécessaires à la simulation des avions proviennent des manufacturiers eux mêmes des appareils. D'ailleurs, à ce propos, rappelons que Bombardier Aéronautique, conjointement avec ses partenaires d'affaires (p. ex., CAE Électronique), met à la disposition de la clientèle de ses appareils de tels simulateurs de vol. Par ailleurs, comme le montre la figure 3.27 de la page suivante, le fait que le CRJ-200ER de Canadair soit en mesure d'effectuer un transport de plus de 50 passagers à chacune de ses trois missions de vol par rapport à son plus proche rival, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer ; ceci viendra modifier en faveur du CRJ-200ER de nombreux autres indicateurs de sa productivité dont, entre autres, le nombre total de sièges-milles parcourus (ligne 93) au cours d'une journée d'exploitation de 14 heures, puis le nombre moyen de sièges-milles parcourus à l'heure (ligne 94).

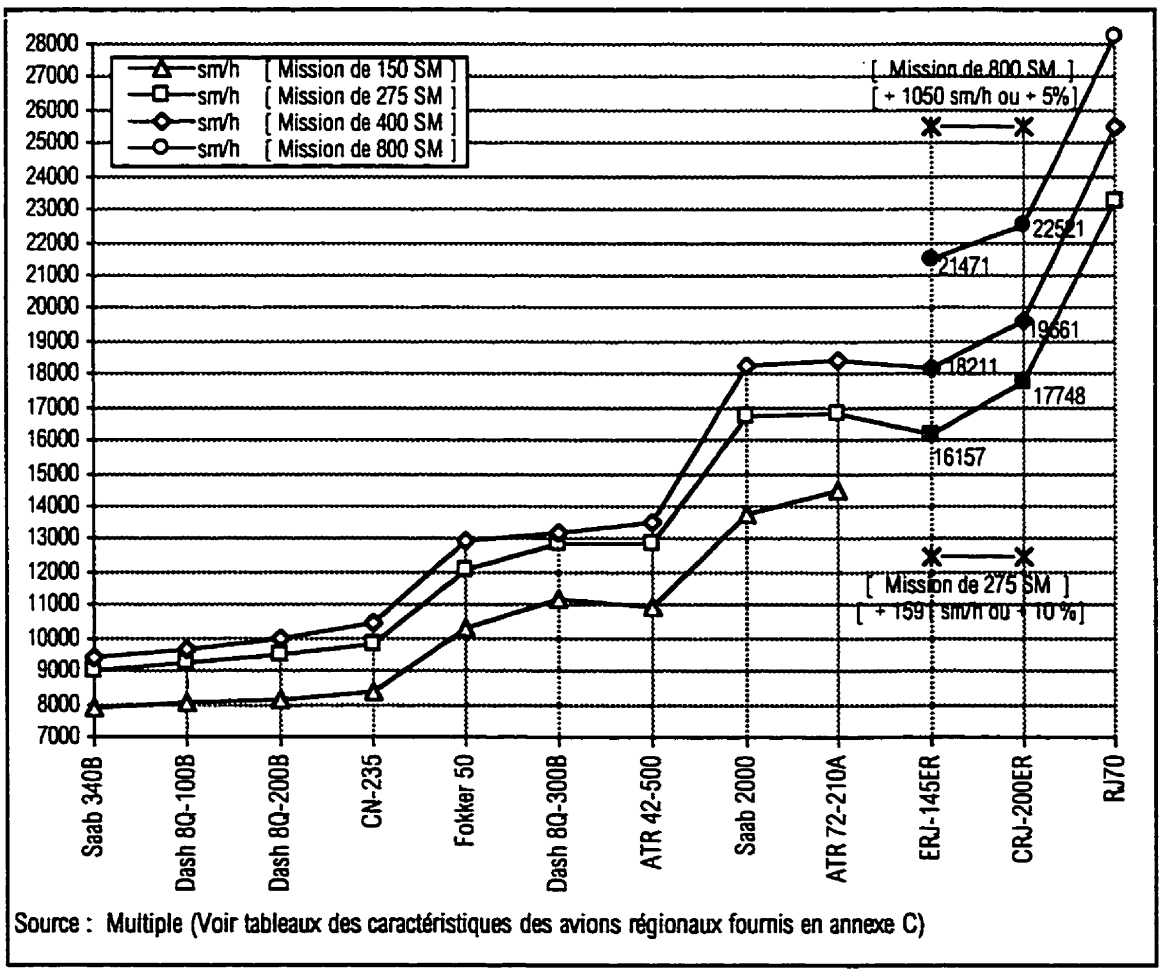


Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.27 Productivité des avions régionaux en sm parcourus lors de leurs missions de vol.

En effet, comme le montre la figure 3.27 ci-dessus, la productivité accrue du CRJ-200ER de Canadair lui permet de devancer de 9% son plus proche rival, le jet régional ERJ-145ER au chapitre du nombre total de sièges-milles parcourus au cours d'une journée d'exploitation de 14 heures sur une mission de vol de 275 SM ; puis de le devancer de 20% au cours d'une mission de vol de 800 SM ; ce qui est tout de même significatif, si l'on tient compte du fait que le nombre de sièges-milles parcourus est un élément générateur de revenus pour le transporteur aérien, soit des revenus d'exploitation de passagers. Cette figure nous révèle également que la position relative des avions régionaux faisant partie de notre analyse ne se classe pas de façon continue en termes de sièges-milles parcourus, mais plutôt par paliers. Ce même phénomène se produit lorsque les appareils

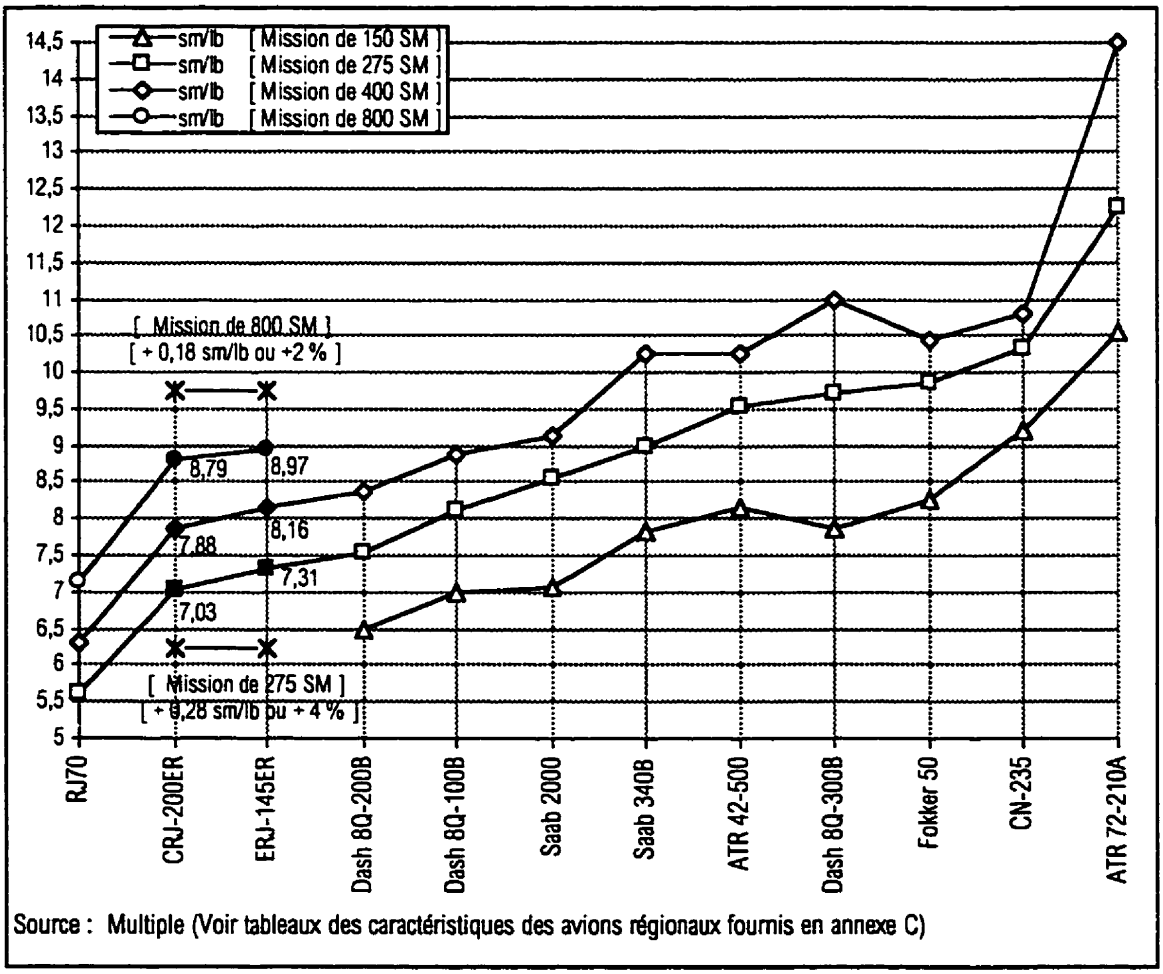
sont classés en fonction du nombre de sièges-milles parcourus à l'heure au cours d'une journée d'exploitation, comme le montre à cet effet la figure 3.28 ci-dessous qui nous indique aussi que l'écart se rétrécit entre le CRJ-200ER de Canadair et le jet régional ERJ-145ER d'Embraer lorsque le nombre de sièges-milles parcourus au cours d'une journée d'exploitation de 14 heures est comptabilisé sur une base horaire. En réalité, le fait que le CRJ-200ER de Canadair soit un appareil plus rapide que le jet régional ERJ-145ER d'Embraer l'avantage aussi bien sur une base journalière que sur une base horaire en termes de sièges-milles parcourus au total (figure 3.27) durant une journée d'exploitation de 14 heures ou de sièges-milles parcourus à l'heure (sm/h), comme le montre à cet égard la figure 3.28 ci-après.



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.28 Productivité des avions régionaux en sm/h lors de leurs différentes missions de vol.

L'envers de la médaille est à l'effet que la vitesse plus élevée du CRJ-200ER de Canadair lui confère un certain désavantage au plan de sa consommation de carburant qui est plus élevée que celle du jet régional ERJ-145ER d'Embraer ; ce qui, au bout du compte, lui confère un ratio plus bas de sièges-milles parcourus par livre de carburant au cours d'une journée d'exploitation par rapport à son plus proche rival, comme en témoigne à ce sujet la figure 3.29 ci-après



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

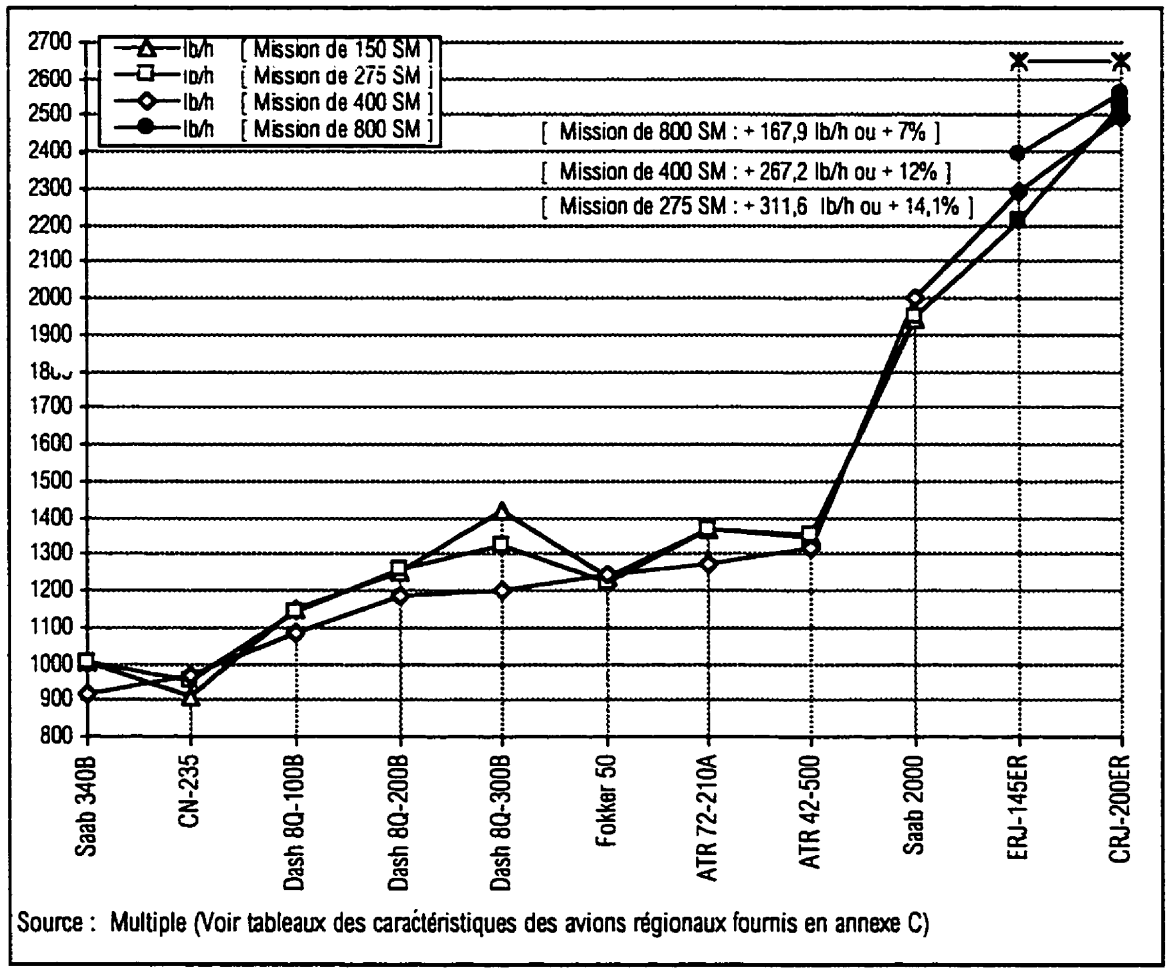
Figure 3.29 Productivité des avions régionaux en sm/lb lors de leurs différentes missions de vol, par ordre croissant de sm/lb lors d'une mission de vol de 400 SM.

Ceci nous amène à discuter à nouveau de la question de la consommation de carburant des appareils et, par la même occasion, à ouvrir une parenthèse au sujet de l'importance relative de ce

facteur dans notre analyse comparative des avions régionaux. À la sous-section précédente, nous n'avions pu conclure de façon probante sur la performance du CRJ-200ER de Canadair au plan de sa consommation de carburant par rapport à celle de son plus proche rival, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer. En effet, à vitesse de croisière optimale de 430 kt, le CRJ-200ER de Canadair affiche une consommation horaire de carburant de 1 135 kg/h, soit 42% de plus que celle du ERJ-145ER lorsque celui-ci vole à une vitesse de croisière optimale de 385 kt, selon les données de la figure 3.24 qui nous proviennent de la revue britannique Flight International. Par contre, en terme de vitesse TAS (True Airspeed), le CRJ-200ER de Canadair affiche une consommation de carburant de 1 180 kg/h à une vitesse de 459 kt, alors que celle du ERJ-145ER s'élève à 1 162 kg/h à une vitesse de 452 kt, selon les données de la figure 3.29 qui nous proviennent, cette fois-ci, de la revue américaine Business and Commercial Aviation, soit un écart d'à peine 1,5%. Toujours selon la revue B/CA (May 1998), la simulation de la productivité du CRJ-200ER par rapport à celle du ERJ-145ER lorsque les appareils sont affectés à des missions de vol de 275, 400 et 800 SM, tend à confirmer que le jet régional ERJ-145ER affiche une consommation de carburant qui est inférieure à celle du CRJ-200ER. À cet égard, la figure 3.30 de la page suivante nous brosse un portrait de la consommation horaire de carburant des avions régionaux faisant partie de notre analyse lorsque leur consommation horaire de carburant est mesurée sur la base du temps total de fonctionnement des moteurs.

Dans le cas spécifique qui nous intéresse, le CRJ-200ER affiche une consommation de carburant de 1 144,4 kg/h (2 522,8 lb/h) au cours d'une mission de vol de 275 SM, soit 14,1% de plus que celle du ERJ-145ER d'Embraer. Cet écart diminue de façon significative lorsque les appareils sont affectés à des missions de vol de plus en plus longues, soit une consommation de carburant de 1 132,4 kg/h (2 496,4 lb/h) pour le CRJ-200ER au cours d'une mission de vol de 400 SM ; puis une consommation de 1 161,2 kg/h (2 560 lb/h) au cours d'une mission de vol de 800 SM ; ce qui ramène l'écart à seulement 7% par rapport à son plus proche rival, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer. Rappelons ici que plus une mission de vol est longue, plus un appareil peut demeurer longtemps à son régime de croisière optimal, c'est-à-dire là où, en général, il est le plus productif. La figure 3.30 nous montre un fait intéressant à l'endroit du CRJ-200ER de Canadair à l'effet que sa consommation horaire de carburant est plutôt stable d'une mission de vol à l'autre, contrairement à celle du jet

régional ERJ-145ER qui montre des variations importantes. D'ailleurs, ce même constat peut être observé avec plusieurs autres avions régionaux apparaissant dans cette figure 3.30, dont le Dash 8Q-300B de de Havilland.



Source : Multiple (Voir tableaux des caractéristiques des avions régionaux fournis en annexe C)

Figure 3.30 Consommation de carburant des avions lors de leurs différentes missions de vol, par ordre croissant de leur consommation de carburant lors d'une mission de 400 SM.

Ce qui nous amène à discuter de la question de l'importance relative de la consommation de carburant des avions régionaux. Attendu qu'un appareil de vol est un moyen de transport qui affiche une plus grande consommation de carburant par rapport à d'autres moyens de transport de fret ou de passagers (p. ex., par camion ; train ; autobus ; etc.), intuitivement, nous serions donc portés à

croire que les frais d'exploitation que doivent encourir les transporteurs aériens en matière de carburant pour leurs appareils représentent un pourcentage très important de leurs coûts directs d'opération et, de manière plus générale, un pourcentage important de leurs revenus d'exploitation. Le cas-type du transporteur régional Comair est très instructif à cet égard. Comme nous l'avons souligné à maintes reprises dans les pages précédentes, le transporteur régional Comair est actuellement le plus important client utilisateur du Regional Jet de Canadair de 50 places avec plus de 155 appareils en commandes et en options, dont 74 appareils étaient en service commercial, en mars 1999 ; ce qui correspond à plus de 80% de tous les sièges offerts par ce transporteur aérien. Précédemment, au tableau 3.2 de la section 3.1, nous avions présenté sommairement les résultats financiers du transporteur régional Comair avant et après l'utilisation du Regional Jet de Canadair, soit ses résultats d'exploitation de 1993 (avant l'introduction du CRJ) ; puis ensuite ceux de 1997 (après l'introduction du CRJ). Voyons maintenant de plus près les résultats d'exploitation de ce transporteur régional dont les activités sont, rappelons-le à nouveau, en grande partie basées sur l'utilisation du Regional Jet de Canadair de 50 places.

Au site de communication de Comair sur le réseau Internet (http://fly-comair.com/), nous retrouvions, en septembre 1998, les résultats d'exploitation (non encore vérifiés) de ce transporteur régional, dont les faits suivants concernant ses frais d'exploitation en matière de carburant pour sa flotte d'appareils méritent une attention toute particulière. Pour son exercice clos le 31 mars 1998, Comair Holdings, Inc., la société-mère du transporteur Comair, Inc. (Delta Connection) qui est basé à Cincinnati en Ohio et à Orlando en Floride, a enregistré des revenus d'exploitation de quelque 651,2 millions $US, dont 620,7 millions $US sont des revenus d'exploitation provenant directement des 3 millions de passagers qui ont été transportés par Comair au cours de cet exercice financier, procurant des revenus-passagers-milles totaux de 1 823 millions. Ce montant global correspond à un revenu-passager-mille unitaire de 34 cents, aussi appelé « yield » ou rendement dans l'industrie aéronautique, soit les revenus d'exploitation des passagers de 620,7 millions $US divisés par les quelques 1 823 millions de revenus-passagers-milles totaux. Au cours de cet exercice financier, les frais d'exploitation se sont élevés à un montant de 470,4 millions $US ; ce qui correspond à un coût unitaire de 15,7 cents par siège-mille-disponible (ASM : Available Seat Miles) qui, rappelons-le, est

l'une des métriques les plus utilisées dans l'aviation civile. À eux seuls, les frais en carburant pour les appareils qui étaient alors en service chez Comair se sont élevés à plus de 53,7 millions $US ; ce qui n'est certes pas négligeable. Par ailleurs, si nous mettons ses frais en carburant en perspective, nous en arrivons à un constat fort intéressant. En effet, ces frais en carburant ne représentent que 1,8 cents par siège-mille qui est offert par ce transporteur régional ; ce qui correspond à 11,46% de ses frais annuels d'exploitation (1,8 cents ÷ 15,7 cents). Par rapport au revenu-passager-mille unitaire (yield) de 34 cents, les frais annuels en carburant chez Comair ne représentent plus que 5,3% (1,8 cents ÷ 34 cents). Parmi les principales rubriques au chapitre des frais d'exploitation de ce transporteur aérien, nous retrouvons les salaires et autres frais reliés qui s'élèvent à 3,8 cents par siège-mille-disponible, soit 24% ; puis nous retrouvons aussi les frais de maintenance et d'entretien des appareils qui s'élèvent au même montant que les frais en carburant, soit à 1,8 cents par siège-mille-disponible, soit 11,46% ; et enfin, les frais de location des appareils qui s'élèvent, quant à eux, à 2,4 cents par siège-mille-disponible, soit 15,3% du coût unitaire de 15,7 cents par siège-mille-disponible chez ce transporteur pour son exercice clos le 31 mars 1998.

Comme nous pouvons le constater, la consommation en carburant des appareils est un facteur qui influe directement sur les frais d'exploitation annuels des transporteurs aériens. Mais si nous relativisons ces frais, force est de reconnaître que ces frais en carburant des appareils ne représentent qu'une partie seulement (11,46%) des frais d'exploitation de ce transporteur aérien et une partie encore moindre (5,3%) si nous les comparons au revenu-passager-mille unitaire (yield) que ce transporteur a été en mesure de dégager, cette année-là, avec sa flotte d'avions régionaux qui, rappelons-le, est composée en majorité d'appareils Regional Jet de Canadair de 50 places. Va pour les questions portant sur la performance en vol des appareils et leur productivité. Passons à présent à une dernière rubrique faisant partie de nos tableaux de caractéristiques des avions régionaux pour laquelle nous souhaitons glisser quelques mots avant de terminer cette analyse.

3.2.2.14 Système intégré d'avionique

Les avions régionaux faisant partie de notre analyse ne sont pas tous équipés de la même manière au chapitre de leur système intégré d'avionique, aussi appelé "système d'électronique de vol et de navigation" ou tout simplement "commandes de vol". L'avionique d'un appareil de vol est un terme générique qui est utilisé pour décrire un ensemble de sous-systèmes spécialisés qui sont offerts en équipements standards ou en options par le fabricant de l'appareil (p. ex., système inertiel de référence ; radar météorologique ; système anticollision ; système de navigation/communication ; système d'affichage des paramètres réacteurs, de mise en garde et d'alarme ; ainsi de suite). Une telle multiplicité de sous-systèmes spécialisés rend donc toute analyse comparative hautement problématique. De nos jours, les avions régionaux modernes bénéficient des nouvelles technologies d'électronique de vol et de navigation qui ont eu pour effet de remplacer les instruments de vol traditionnels (cadrans et aiguilles) par des écrans d'affichage à rayon cathodique (CRT : Cathode Ray Tube) ou à cristaux liquides (LCD : Liquid Crystal Display) ; d'où le qualificatif « Glass Cockpit » que l'on associe maintenant au poste de pilotage de ces appareils, dont le pionnier dans ce domaine fut le consortium européen Airbus Industrie qui, en sus, a remplacé le traditionnel volant de pilotage par un levier de commandes, communément appelé « Joy Stick ».

Le système intégré d'avionique du Regional Jet de Canadair de 50 places se distingue de façon remarquable de celui du jet régional ERJ-145ER d'Embraer sur un certain nombre de facteurs, dont le choix des fournisseurs et les instruments d'affichage que doivent parfois se partager le pilote et le copilote d'un appareil. Sans entrer dans les détails techniques de chaque système d'avionique, disons simplement que le Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) est muni d'un système intégré d'avionique de type EFIS (Electronic Flight Intrumentation System), modèle Collins Pro Line IV à six écrans d'affichage comprenant, entre autres, les sous-systèmes spécialisés suivants : un système d'affichage des paramètres réacteurs, de mise en garde et d'alarme à deux écrans ; un radar météorologique à affichage numérique ; une double centrale de cap et de verticale ; et enfin, un système anticollision (Bombardier Aéronautique, fiche technique du Regional Jet de Canadair). Ce système intégré d'avionique est fabriqué par la firme Rockwell Avionics &

Communications des États-Unis qui est aussi le fournisseur du système intégré d'avionique pour d'autres appareils de Bombardier Aéronautique (p. ex., l'avion d'affaires Challenger 604), en plus d'être le fournisseur pour d'autres modèles d'avions régionaux, dont le Saab 2000 de Saab Aircraft qui est lui aussi équipé d'un système Collins Pro Line IV de Rockwell Avionics & Communications.

Quant au principal concurrent du Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER), le jet régional ERJ-145ER d'Embraer est équipé d'un système d'avionique de type EFIS (Electronic Flight Intrumentation System), modèle Primus 1000 à cinq écrans d'affichage qui comprend lui aussi plusieurs sous-systèmes spécialisés. Ce système est fabriqué par la firme Honeywell Business and Commuter Aviation Systems des États-Unis. Comme nous pouvons le constater, ce système d'avionique comprend donc un écran de moins que le système d'avionique Collins Pro Line IV à six écrans d'affichage de Rockwell qui équipe tous les appareils Regional Jet de Canadair de 50 places ; ce qui oblige, à ce moment-là, le pilote et le copilote d'un jet régional ERJ-145ER d'Embraer à partager un même écran d'affichage. Soulignons, par ailleurs, que la firme Honeywell est aussi le fournisseur du système d'avionique du tout nouvel avion d'affaires Learjet 45 qui est muni, lui aussi, d'un système d'avionique Primus 1000 de Honeywell à quatre écrans d'affichage. Parmi les autres fournisseurs importants de système intégré d'avionique pour les avions régionaux, soulignons la firme française Sextant Avionique qui fut créée en 1989 par la fusion des entreprises d'électronique de Thompson-CSF et d'Aerospatiale. Comme nous l'avons indiqué auparavant, Sextant Avionique est aussi le fournisseur du système intégré d'avionique pour le nouvel avion d'affaires à très long rayon d'action Global Express de Bombardier, puis aussi du tout nouvel avion de ligne régionale à turbopropulsion de 70 places Dash 8Q-400 de l'avionnerie de Havilland ; le distinguant ainsi de toutes les autres séries précédentes d'appareils Dash 8Q de de Havilland, à savoir les séries 100 et 200 de 37 places, puis les appareils Dash 8Q de la série 300 de 50 places qui sont tous munis d'un système de contrôle de vol numérique à double canal de type AFCS (Automatic Flight Control System), modèle SPZ-8000 fourni par Honeywell ; puis aussi de différents sous-systèmes spécialisés (p. ex., un radar météorologique Primus 800 ; un système de navigation et de communication Bendix/King Gold Crown II ou III ; etc.). En terminant sur cette caractéristique des avions régionaux, rappelons ici que le système intégré d'avionique d'un appareil est un élément important qui contribue à la

compatibilité au sein d'une flotte d'appareils que sont en service commercial chez un transporteur aérien et qui contribue, par le fait même, à lui procurer une plus grande flexibilité au niveau de ses opérations. En effet, rappelons que les pilotes et copilotes qui font voler ces appareils doivent eux-mêmes renouveler régulièrement leur certificat ou licence de pilotage qui est fonction d'un certain type d'appareil (p. ex., un appareil Regional Jet de Canadair de 50 places de série 100 ou 200). Dès lors, plus un transporteur aérien cherchera à uniformiser sa flotte avec des appareils ou des séries d'appareils qui sont autant que possible compatibles les uns par rapport aux autres (p. ex., un Regional Jet de Canadair de série 100 versus un Regional Jet de Canadair de série 200) ; plus grande sera, à ce moment-là, sa flexibilité à pouvoir affecter ses équipes de pilotage d'un appareil à l'autre en fonction des liaisons à effectuer. Ce sont ici deux raisons principales (compatibilité et flexibilité) qui incitent les transporteurs aériens à commander le même type et la même série d'appareils lorsqu'ils procèdent à des renouvellements de commandes afin d'augmenter leur flotte d'appareils, car il y a des économies d'échelle parfois importantes à s'engager (commitment) pour un certain temps avec un fournisseur spécifique et un type particulier ou une série particulière d'appareils comme, par exemple, le modèle Regional Jet de Canadair dans le cas spécifique du transporteur régional Comair qui, en mars 1999, avait déjà plus de 245 appareils CRJ de 50 places et de 70 places en commandes ou en options pour les dix prochaines années.

3.2.3 Le cas du Regional Jet de Canadair de 50 places en bref

Voilà ce qui termine cette étude de cas qui était basée sur une analyse comparative des caractéristiques du Regional Jet de Canadair de 50 places de série 200, version ER (Extended Range) à rayon d'action élargi (CRJ-200ER) par rapport à celles des produits concurrents sur le marché, en particulier son plus proche rival, à savoir le jet régional de 50 places ERJ-145ER du constructeur aéronautique brésilien Embraer. En guise de synthèse et de conclusion sur la performance technologique de l'avionnerie Canadair qui est ainsi reflétée au niveau de son appareil CRJ-200ER, nous pouvons affirmer que, dans l'ensemble, le CRJ-200ER de Canadair affiche une performance technologique supérieure à celle du jet régional ERJ-145ER d'Embraer sur un certain nombre de caractéristiques ; bien que celui-ci demeure un fier compétiteur du CRJ-200ER de

Canadair, dont le talon d'Achille est sans aucun doute son coût d'acquisition et ce, peu importe sur la base de quel facteur celui-ci est calculé (p. ex., son coût d'acquisition par appareil, par siège de passagers offert, par siège-kilomètre offert, par kilogramme de charge payante, etc.). En fait, il n'est sans doute pas excessif d'affirmer que l'une des raisons principales du succès commercial dont bénéficie actuellement la Société Embraer avec son jet régional de 50 places ERJ-145ER d'Embraer est son coût d'acquisition moins élevé que celui du Regional Jet de Canadair de 50 places ; lequel coût d'acquisition devient encore plus avantageux, si l'on tient compte du programme ProEx de financement des exportations que le gouvernement brésilien a mis à la disposition des acheteurs étrangers d'avions régionaux d'Embraer et ce, jusqu'à ce que l'Organisation Mondiale du Commerce mette fin, en mars 1999, à cette pratique commerciale déloyale qui allait à l'encontre de certains articles de l'Accord SMC sur les subventions et les mesures compensatoires de l'OMC.

Évidemment, il aurait sans doute été fort intéressant de connaître les impacts que ce programme ProEx ont eu sur le Regional Jet de Canadair de 50 places, de même que les préjudices qui ont possiblement été causés au Groupe Bombardier Aéronautique tout au long de ce conflit, tels les impacts au niveau des ventes comme telles d'appareils Regional Jet de Canadair de 50 places et de la rentabilité des transactions qui a sûrement été différente en raison des diminutions de prix des appareils CRJ qui ont sans doute été consenties pour mieux s'ajuster aux forces du marché et de la concurrence, etc. Nonobstant tous ces inconvénients qui étaient en dehors du contrôle direct des dirigeants de Bombardier Aéronautique, l'avionnerie Canadair affiche tout de même une performance vue dans une perspective du client qui est relativement favorable, si l'on prend en considération sa performance aux niveaux des cinq mesures de base de la performance d'une entreprise vue dans une telle perspective qui ont été proposées par Kaplan et Norton, à savoir : (1) la part de marché ; (2) la satisfaction de la clientèle ; (3) l'acquisition de nouveaux clients ; ainsi que (4) la rétention des clients existants ; et enfin (5) la rentabilité de chaque client. En guise de synthèse sur ce sujet, la figure 3.31 de la page suivante nous présente la performance de l'avionnerie Canadair sur un certain nombre de ces mesures de base, notamment au chapitre de l'acquisition de nouveaux clients, de la part de marché du Regional Jet de Canadair de 50 places et de la rétention des clients existants.

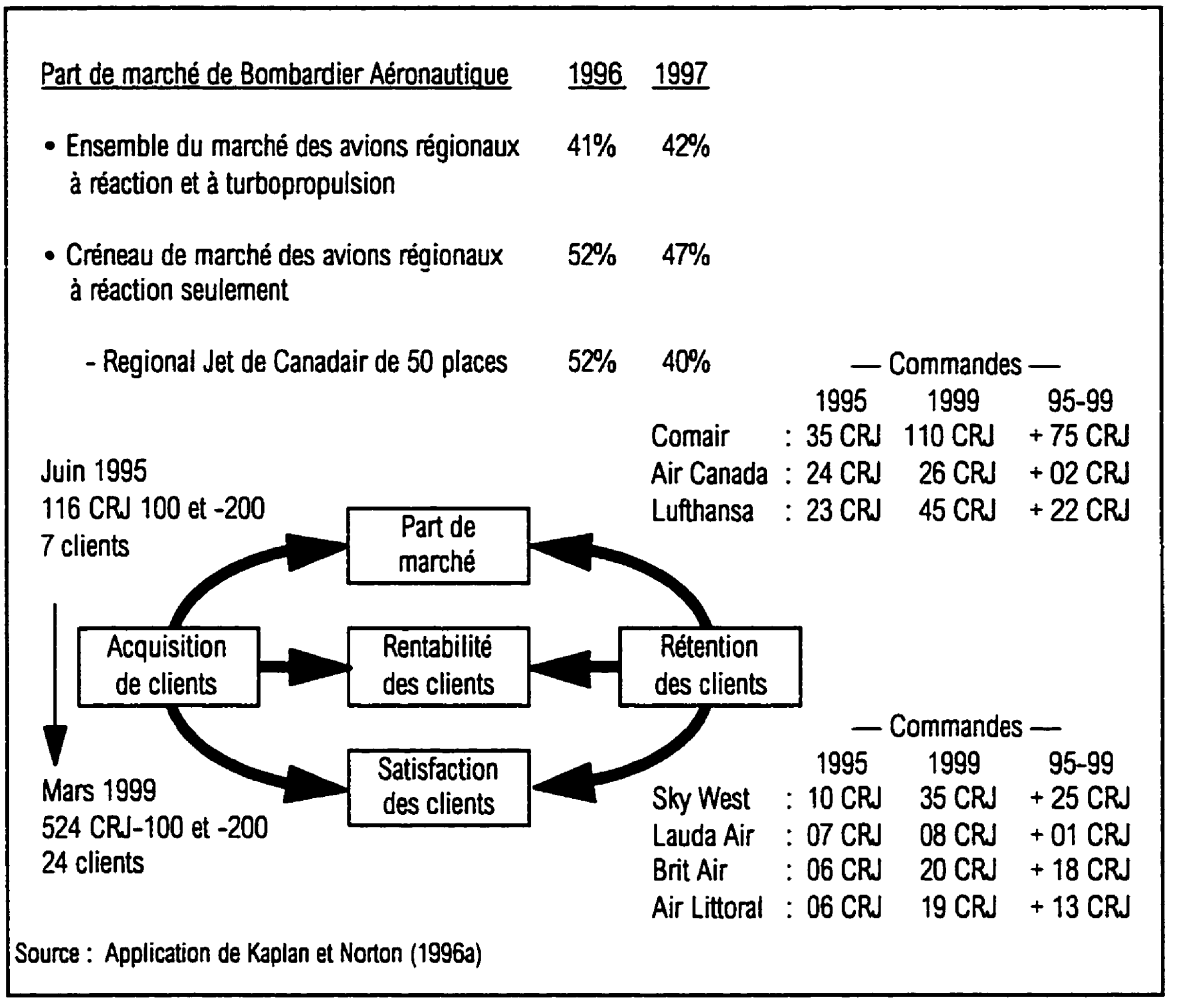


Figure 3.31 Performance de l'avionnerie Canadair vue dans une perspective du client.

3.2.3.1 Performance du CRJ-200ER de Canadair p/r au ERJ-145ER d'Embraer

Nonobstant cette question portant sur les impacts du programme ProEx, le Regional Jet de Canadair de 50 places demeure un avion de transport régional hautement compétitif si l'on tient compte de sa performance technologique qui découle de ses caractéristiques et du mix de celles-ci, comme nous l'avons vu tout au long de notre analyse comparative. Au nombre des caractéristiques et du mix de celles-ci qui font en sorte que le Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) se démarque de tous les autres avions régionaux faisant partie de notre analyse, incluant son principal

rival, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer, soulignons tout d'abord : (1) son taux d'ascension (1 084 m/min) qui lui permet d'atteindre rapidement son altitude et (2) sa vitesse de croisière où il est le plus performant et ce, aussi bien en régime de croisière élevé (467 kt à FL 410) qu'en régime de croisière optimal (430 kt à FL 390) ; et enfin (3) son long rayon d'action qui lui permet d'effectuer des liaisons sans escale couvrant des distances pouvant aller jusqu'à 3 045 km avec le maximum de passagers à bord. Ceci est loin d'être négligeable, si l'on tient compte du fait que l'avion de ligne régionale qui était le plus utilisé aux États-Unis en 1997, à savoir le Saab 340B de Saab Aircraft, est un appareil qui affiche une performance qui est souvent la moitié de celle du Regional Jet de Canadair de 50 places sur un bon nombre de caractéristiques (p. ex., un taux d'ascension de 624 m/min, une vitesse de croisière en régime élevé de 285 kt à FL 200, puis de 232 kt à FL 250 en régime optimal et enfin, un rayon d'action avec le maximum de passagers à bord qui avoisine à peine 1 500 km. Par ailleurs, il faut dire que le coût d'acquisition du Saab 340B est proportionnel à ses performances, car l'appareil se vend seulement 9 millions $US l'unité, selon les estimations de B/CA (May, 1998), comparativement à un coût d'acquisition de 21,3 millions $US pour un CRJ-200ER de Canadair si l'on tient compte de sa valeur marchande annoncée lors de transactions qui ont eu cours ces derniers temps (p. ex., la commande d'achat d'appareils CRJ-200ER de Midway Airlines en avril 1998).

Au chapitre de ces caractéristiques, le jet régional de 50 places ERJ-145ER d'Embraer se positionne comme suit : un taux d'ascension de 701 m/min ; une vitesse de croisière en régime élevé de 450 kt à FL 350 et de 385 kt à FL 350 en régime optimal ; et enfin un rayon d'action de quelque 2 460 km avec le maximum de passagers à bord. Bien que la consommation horaire de carburant du CRJ-200ER de Canadair soit supérieure à celle du jet régional ERJ-145ER en raison du fait, notamment, que ses turboréacteurs GE sont plus puissants (9 200 lb de poussée unitaire) que ceux du ERJ-145ER (7 426 lb de poussée unitaire) ; puis que sa masse maximale au décollage est elle aussi plus importante (23 133 kg versus 20 600 kg) et ce, même si la masse maximale de charge payante du CRJ-200ER est plus importante que celle du ERJ-145ER (6 218 kg versus 5 405 kg) ; nous avons vu, il y a un instant, que les frais en carburant d'un appareil devraient normalement être mis en perspective avec les revenus d'exploitation qui peuvent être générés par un modèle d'appareil, comme nous l'avons vu en détail avec les résultats d'exploitation du transporteur régional

Comair dont la flotte est composée à plus de 80% par des appareils Regional Jet de Canadair de 50 places. Par rapport au revenu-passager-mille unitaire (yield), les coûts de carburant de Comair n'ont représenté que 5,3% de ses revenus au cours de son exercice clos le 31 mars 1998. De plus, comme nous l'avons vu avec les données de la simulation de la productivité des deux appareils concurrents, le CRJ-200ER de Canadair est en mesure d'effectuer un transport de plus de 50 passagers que son plus proche rival, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer et ce, à chacune des trois missions de vol qui leur ont été assignées lors de l'exercice de simulation qui a été réalisé par la revue Business and Commercial Aviation (B/CA, May 1998) et ce, à partir des données fournies par les manufacturiers eux-mêmes des appareils ; lesquelles données ont de plus été vérifiées par un comité d'experts. Or, qui dit un transport de plus de 50 passagers par mission de vol, dit aussi des revenus d'exploitation de passagers additionnels pour les transporteurs aériens qui opèrent des appareils Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) et cela, c'est sans compter non plus les revenus d'exploitation additionnels qui peuvent être générés par le fait que l'appareil CRJ-200ER de Canadair peut transporter une charge payante maximale plus importante que le jet régional ERJ-145ER d'Embraer (ligne 50) ; ce qui est ici un autre élément générateur de revenus d'exploitation qui s'ajoute aux revenus d'exploitation de passagers qui seront, en général, plus élevés avec un appareil CRJ-200ER de Canadair par rapport à un appareil ERJ-145ER d'Embraer, en raison justement de la productivité plus élevée du CRJ-200ER de Canadair à chacune de ses missions de vol.

La figure 3.32 de la page suivante reprend la représentation graphique de la figure 2.2 vue précédemment au chapitre 2, mais en y intégrant, cette fois, quelques-uns des points forts du CRJ-200ER de Canadair par rapport à son plus proche compétiteur, le jet régional ERJ-145ER, ainsi que quelques-uns de ses points faibles. Ainsi, ces diverses caractéristiques et mix de caractéristiques contribuent à la performance technologique de l'avionnerie Canadair avec son appareil CRJ-200ER, en plus de contribuer à la "proposition de valeur" de Canadair à sa clientèle de son Regional Jet de Canadair de 50 places ; laquelle proposition est l'un des facteurs contribuant à la performance de Canadair vue dans une perspective du client (voir figure 3.31) et donc, à la performance d'ensemble de l'avionnerie Canadair au sein du Groupe Bombardier Aéronautique.

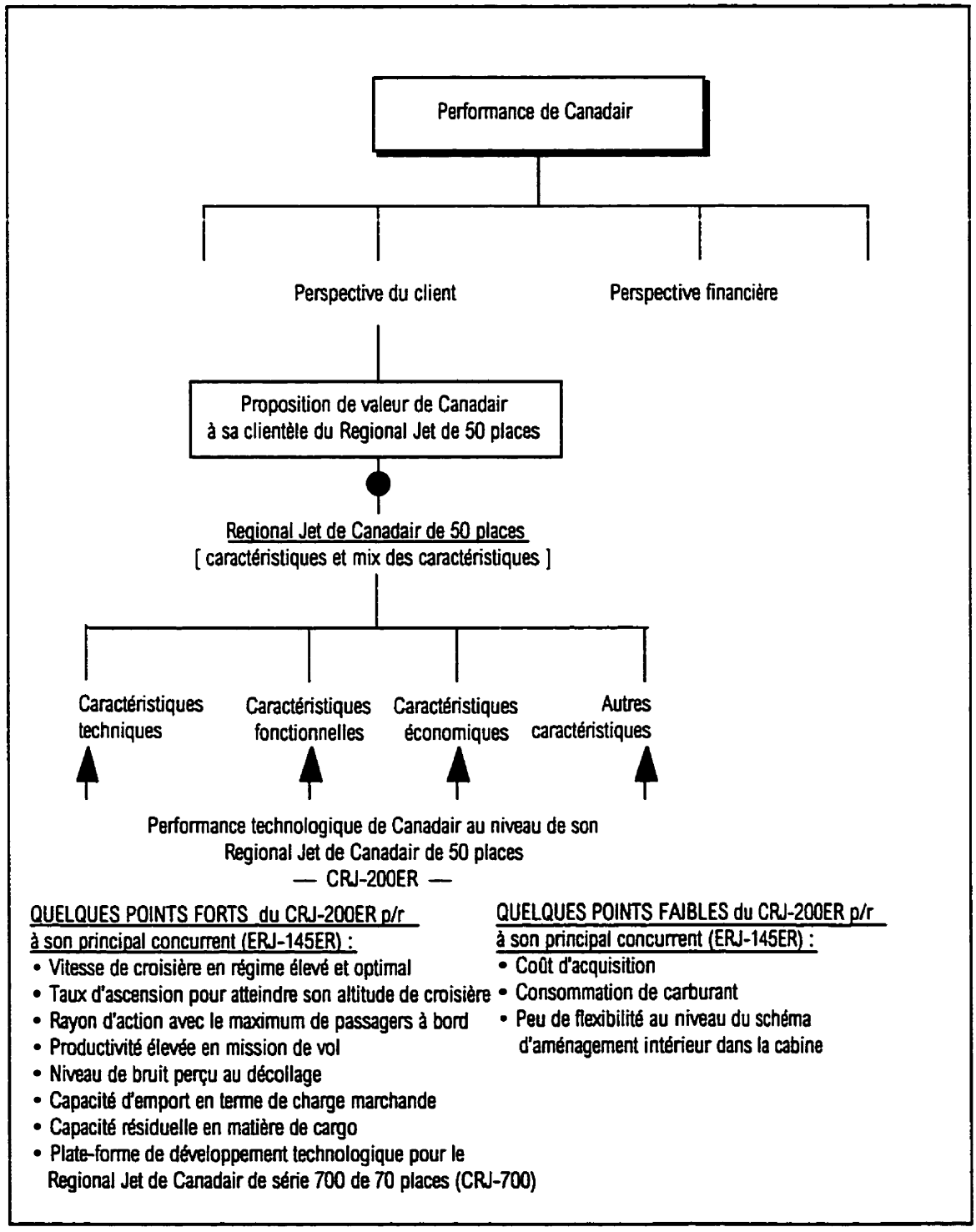


Figure 3.32 Performance technologique de l'avionnerie Canadair avec son appareil CRJ-200ER.

Par ailleurs, même si les turboréacteurs General Electric, modèle CF34 de série 3B1 du CRJ-200ER de Canadair sont plus puissants que les turboréacteurs Allison, modèle AE3007A du jet régional ERJ-145ER d'Embraer, le Regional Jet de Canadair demeure néanmoins un appareil qui est relativement moins bruyant au décollage (78,6 EPNdB) que le jet régional ERJ-145ER d'Embraer (82,0 EPNdB), alors qu'à l'approche pour l'atterrissage, les deux appareils concurrents sont en parité sur cette question, soit un niveau de bruit perçu de 92,1 EPNdB pour le CRJ-200ER de Canadair versus un niveau de bruit perçu de 92,0 EPNdB pour le ERJ-145ER d'Embraer (ligne 14). La puissance totale plus grande du système de propulsion du CRJ-200ER de Canadair lui permet également d'exiger une longueur de piste moins longue au décollage que le jet régional ERJ-145ER d'Embraer sous des conditions atmosphériques internationales standards (ISA, S/L) prévalant au niveau de la mer (ligne 68) et ce, même si le CRJ-200ER possède, au départ, une masse maximale au décollage supérieure à celle du jet régional ERJ-145ER (ligne 46). Par contre, lorsque les conditions atmosphériques sont plus sévères (p. ex., un décollage à partir d'un aéroport situé à 5 000 pi d'altitude où la température extérieure est de l'ordre de + 20°C), les données nous indiquent que le CRJ-200ER de Canadair requiert une longueur de piste un peu plus longue que le jet régional ERJ-145ER d'Embraer, soit une longueur de 2 819 mètres pour le CRJ-200ER versus 2 697 mètres pour le ERJ-145ER (ligne 70).

Mais là où le Regional Jet de Canadair (CRJ-200ER) supplante réellement le jet régional de 50 places ERJ-145ER d'Embraer, c'est au niveau des caractéristiques "ergonomiques" des appareils, notamment les caractéristiques touchant au confort des passagers à bord des appareils. Dans les faits, de tous les avions régionaux faisant partie de notre analyse comparative, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer est celui qui possède une largeur de fuselage la plus étroite (voir figure 3.11) ; ce qui lui confère une largeur intérieure maximale de 2,1 m (6,9 pi), comparativement au large fuselage du Regional Jet de Canadair de 50 places qu'il a hérité de l'avion d'affaires à large fuselage Challenger 601 qui lui confère une largeur intérieure de 2,56 m (8,4 pi) au niveau de l'axe horizontal du fuselage ; ce qui correspond à 22% de plus que le jet régional ERJ-145ER d'Embraer. Conséquemment, en raison justement de son fuselage plutôt étroit, le schéma d'aménagement intérieur dans la cabine de passagers du jet régional ERJ-145ER d'Embraer sera limité à un nombre impair de sièges de front par rangée, soit 3 sièges ; ce qui oblige, à ce moment-là, le manufacturier brésilien à opter pour un

schéma d'aménagement intérieur où l'allée de circulation dans la cabine se trouve décentrée par rapport à l'axe vertical du fuselage, en plus de l'obliger à aménager les compartiments à bagages tous sur le même côté de l'appareil, soit du côté des rangées comprenant deux sièges de front par rangée, soit du côté du copilote, c'est-à-dire du côté droit lorsque l'on prend place dans un fauteuil. Qui plus est, le fuselage étroit du jet régional ERJ-145ER d'Embraer oblige ce fabricant d'aéronefs à abaisser de quelques centimètres le plancher dans l'allée de circulation afin d'offrir à ses occupants une hauteur libre minimale de 1,83 m (6 pi) pour pouvoir circuler dans cette allée sans devoir à abaisser eux-mêmes la tête ; ce qu'ils devront tout de même faire pour prendre place dans leur fauteuil si celui-ci est situé près d'une fenêtre, car à cet endroit la forme circulaire du fuselage étroit tend à faire diminuer rapidement la hauteur libre par rapport au plancher. Rappelons que le Regional Jet de Canadair de 50 places possède une hauteur libre de 1,86 m (6,1 pi) dans l'allée de circulation et ce, sans abaissement du plancher, faut-il le préciser à nouveau ; ce qui représente, selon nous, un avantage par rapport à son plus proche rival, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer qui n'a d'autres choix que d'avoir un plancher comprenant une dénivellation au niveau de l'allée de circulation. De plus, son large fuselage permet un schéma d'aménagement optimum de 4 sièges par rangée, soit 2 sièges de front de chaque côté de l'allée centrale de circulation.

Par contre, un tel schéma d'aménagement optimum diminue quelque peu la flexibilité de pouvoir offrir à la clientèle du Regional Jet de Canadair de 50 places des schémas d'aménagement intérieur différents pour pouvoir ainsi dispenser des classes distinctes de services aux voyageurs en utilisant, par exemple, des fauteuils plus spacieux, un pas de siège plus grand, ou encore, une allée de circulation plus large qui sont ici tous des facteurs pouvant potentiellement améliorer le confort alloué aux passagers à bord d'un appareil ou dans une section de l'appareil (p. ex, section première classe ; classe affaires ; etc.). D'ailleurs à ce chapitre, nous avons vu que c'est le jet régional de 70 places RJ70 du constructeur aéronautique britannique Avro Int'l Aerospace qui est une division de British Aerospace Regional Aircraft, qui remporte la palme d'or, si l'on peut s'exprimer ainsi, au niveau de la flexibilité des appareils en offrant à sa clientèle utilisatrice trois schémas différents d'aménagement intérieur dans la cabine de passagers.

L'ironie de la situation, c'est que le jet régional RJ70 d'Avro ne se vend pas tellement, soit à peine 12 appareils vendus depuis sa mise en service commercial en 1992 ; ce qui ne peut être qualifié de véritable succès commercial. Comme nous l'avons vu un peu plus tôt, certains clients du manufacturier Avro Int'l (p. ex., Mesaba Airlines et Northwest Airlink) optèrent plutôt pour le jet régional RJ85 d'Avro qui permet normalement de transporter de 85 à 100 passagers, mais ceux-ci décidèrent d'aménager la cabine de passagers avec seulement 69 sièges, dans le but d'augmenter le confort alloué à leurs passagers sur des vols nolisés comprenant une section en première classe avec un nombre significatif de sièges (16 sièges) qui, en général, génèrent une contribution marginale plus élevée qu'en classe économique ou en classe régulière ; ce qui, en bout de ligne, peut parfois se traduire par un bénéfice d'exploitation plus élevé, dépendant des frais d'exploitation additionnels qui doivent être encourus pour livrer un tel service amélioré.

Nous avons vu dans cette étude que le Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) et, a fortiori, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer, n'offrent pas tous les deux le même degré de flexibilité que la gamme des appareils RJ d'Avro (RJ70, RJ85, RJ100) au niveau justement du schéma d'aménagement intérieur dans la cabine de passagers. C'est également le cas des deux modèles d'avions régionaux à turbopropulsion Saab 340B et Saab 2000 de Saab Aircraft qui ont sensiblement les mêmes handicaps que le jet régional ERJ-145ER d'Embraer, à savoir : (1) un fuselage plutôt étroit qui leur confère ainsi une largeur intérieure maximale de 2,16 m (7,1 pi) au niveau de l'axe horizontal du fuselage ; (2) un nombre impair de sièges de front par rangée (3 sièges par rangée) ; (3) un plancher surbaissé dans l'allée de circulation qui, en sus, (4) est décentrée par rapport à l'axe vertical du fuselage et ce, en plus de devoir à supporter certains désavantages associés aux avions régionaux à turbopropulsion, en particulier (5) le bruit latéral et les vibrations dans la cabine qui sont causés par le système comme tel de propulsion de ce type d'appareil, soit les turbopropulseurs et les hélices. Enfin, un autre élément important du CRJ-200ER qui le démarque de son plus proche rival, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer, est à l'effet que le Regional Jet de Canadair de 50 places, en raison du potentiel de son fuselage qu'il a lui-même hérité de l'avion d'affaires à large fuselage Challenger 601 de Canadair, sert présentement de plate-forme de développement technologique pour une version allongée du CRJ de 50 places, soit le nouvel appareil moyen-courrier de 70 places

Regional Jet de Canadair de série 700 qui devrait, en principe, être mis en service commercial au premier trimestre de l'an 2001. Ce faisant, ce nouvel appareil CRJ-700 amène donc le Groupe Bombardier Aéronautique et son avionnerie Canadair vers une nouvelle niche de marché, soit celle des avions régionaux à réaction de 70 à 90 places que seule la gamme des appareils RJ du fabricant britannique d'aéronefs à réaction Avro Int'l Aerospace (RJ70 ; RJ85 ; RJ100) pouvait desservir jusqu'au lancement officiel du programme de développement du CRJ-700. D'ailleurs, ceci a incité le constructeur aéronautique américano-germanique Fairchild-Dornier à développer son propre jet régional de 70 places, à savoir le nouveau modèle 728JET qui, lui aussi, servira de plate-forme de développement technologique pour plusieurs autres nouveaux modèles d'avions régionaux à réaction qui verront le jour au cours des prochaines années, si jamais la conjoncture et les perspectives de marché s'avèrent intéressantes pour ce constructeur aéronautique.

Or, en raison justement du fuselage plutôt étroit du jet régional de 50 places ERJ-145ER, la Société brésilienne Embraer ne pourra pas suivre une fois de plus les pas du Groupe Bombardier Aéronautique en développant, elle aussi, une version allongée de son jet régional de 50 places ERJ-145ER, car celui-ci a déjà atteint les limites de son potentiel en terme d'allongement. Nous devons néanmoins donner crédit à la firme Embraer d'avoir développé une version raccourcie de son jet régional de 50 places ERJ-145ER, soit le nouveau jet régional de 37 places ERJ-135ER qui lui a permis de s'immiscer, elle aussi, dans une nouvelle niche de marché, soit celle des avions régionaux à réaction se positionnant dans la catégorie d'appareils de 20 à 39 sièges que les avions régionaux à turbopropulsion dominent depuis déjà un bon moment, mais plus pour longtemps, si l'on prend en considération le succès commercial que la Société brésilienne Embraer encoure présentement avec son ERJ-135ER de 37 places, soit des commandes fermes, en septembre 1998, pour 145 appareils ERJ-135ER, assorties d'options d'achat pour 195 autres appareils, soit un total de 340 appareils ERJ-135 en commandes ou en options et ce, rappelons-le, un an seulement après son lancement officiel en septembre 1997. Reste à voir si la Société brésilienne Embraer pourra garder le rythme, compte tenu du fait qu'elle s'est faite débouter devant l'Organisation Mondiale du Commerce pour le programme ProEx de financement des exportations que plusieurs observateurs considèrent comme l'un des facteurs clés de succès ayant contribué à la réussite commerciale de son jet régional ERJ-

145 de 50 places d'abord, puis de son jet régional ERJ-135 de 37 places ensuite. Rappelons ici que dans ses conclusions et sa recommandation unique, le Groupe spécial de l'OMC a conclu que les subventions versées dans le cadre du programme ProEx de financement des exportations du Brésil étaient incompatibles avec certains articles de l'Accord sur les subventions et les mesures compensatoires et, en conséquence, le Brésil fut sommé par l'Organisation Mondiale du Commerce de mettre fin sans délai à ses subventions accordées dans le cadre du programme ProEx et ce, à toutes transactions conclues après la date où la composition du Groupe spécial a été arrêtée, à savoir le 22 octobre 1998 (Organisation Mondiale du Commerce, 1999. Rapport du Groupe spécial Brésil -Programme de financement des exportations pour les aéronefs. Rapport WT/DS46/R, p. 5). Or, ce qui serait intéressant de savoir et surtout, très conséquent pour le Groupe Bombardier Aéronautique, ce serait de savoir si cette recommandation unique s'applique également pour les nombreux appareils ERJ-145 et ERJ-135 que les clients étrangers d'avions régionaux d'Embraer se sont d'ores et déjà réservés en options dans leurs achats antérieurs. Comme nous venons juste de le voir, dans le cas du jet régional ERJ-135, le nombre d'appareils en options (195 ERJ-135) était plus important, en septembre 1998, que le nombre d'appareils en commandes (145 ERJ-135).

3.2.3.2 Observations sur les autres avions régionaux de Bombardier

D'ailleurs, cette situation maintenant irréversible nous amène à relever, dans cette brève synthèse de notre analyse comparative, quelques observations sur les autres modèles d'avions régionaux de Bombardier Aéronautique, notamment la gamme d'avions régionaux à turbopropulsion Dash 8Q de son avionnerie de Havilland dont l'avenir risque de ne pas être le simple prolongement du présent ou du passé, si l'on prend un tant soit peu au sérieux la menace que peut représenter l'arrivée sur le marché des avions régionaux à réaction dans la catégorie d'appareils de 20 à 39 sièges. À cet égard, deux constructeurs d'avions régionaux ont d'ores et déjà commencé à prendre position, à savoir : (1) la Société brésilienne Embraer avec son jet régional ERJ-135ER de 37 places ; puis (2) le constructeur aéronautique américano-germanique Fairchild-Dornier qui a récemment développé un produit dérivé de son avion à turbopropulsion Do 328, soit le nouvel avion régional à réaction 328JET qui devrait être certifié prochainement.

Or, ce n'est sans doute pas un secret de polichinelle de dire que l'arrivée sur le marché des ces deux nouveaux modèles d'avions régionaux à réaction dans la catégorie des appareils de 20 à 39 sièges et, plus particulièrement, l'arrivée du jet régional de 37 places ERJ-135 d'Embraer, risque de faire très mal à l'avionnerie de Havilland qui offre déjà sur le marché deux séries d'appareils Dash 8Q de 37 places, soit les séries 100 et 200, dont le prix de vente est sensiblement le même que celui du jet régional ERJ-135ER d'Embraer. Ce qui nous semble tout aussi problématique pour l'avionnerie de Havilland, à notre point de vue, c'est que les ventes de son nouvel appareil Dash 8Q de série 400 de 70 places n'ont pas véritablement fait de bonds prodigieux depuis les premières ventes d'appareils aux premiers clients, dont le transporteur régional SAS Commuter (Scandinavian Airlines System) de Suède qui plaça, en août 1997, une première commande d'achat pour 15 exemplaires du Dash 8Q-400 de de Havilland ; puis, en juillet 1998, une deuxième commande pour 2 autres appareils Dash 8Q-400 additionnels au coût de 22,5 millions $US l'unité ; ce qui est un facteur non négligeable à prendre en considération lorsqu'il s'agit d'un avion de ligne régionale à turbopropulsion. Reste qu'en mars 1999, le carnet du Dash 8Q-400 de de Havilland s'élevait à seulement 37 commandes fermes (si l'on tient compte des annulations de commandes et des nouvelles commandes) ; ce qui est bien en-deça du carnet du nouvel appareil Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 places dont le lancement a eu lieu en janvier 1997 et pour lequel les commandes en carnet s'élevaient déjà, en mars 1999, à 96 commandes fermes et ce, c'est sans compter non plus les options d'achat. Le transporteur régional Comair, par exemple, s'est réservé, à lui seul, des options d'achat pour 70 appareils CRJ-700 qui viendront ainsi s'ajouter aux 20 appareils CRJ-700 de Canadair qui ont déjà été commandés et ce, si celui-ci décidait d'exercer toutes ses options d'achat.

Rappelons que le coût de développement du nouvel appareil Dash 8Q-400 de de Havilland est estimé à 600 millions $ (420 millions $US), dont 400 millions $ ont été défrayés par les diverses entités membres du Groupe Bombardier Aéronautique qui participent à ce programme, alors que ses partenaires d'affaires et ses fournisseurs ont dû assumer eux aussi une partie du risque financier, soit 200 millions $. Enfin, soulignons que le gouvernement fédéral a lui aussi contribué à ce projet par le biais de son programme Partenariat technologique Canada (PTC) pour 57 millions $ et ce, sous forme de prêt participatif remboursable à partir de royautés sur les revenus qui seront

générés par la vente de chaque appareil (AW&ST, Dec. 15, 1997, pp. 39-42). Évidemment, avec le bénéfice du recul, la question est maintenant de savoir s'il y aura suffisamment de ventes d'appareils Dash 8 Q-400 pour rentabiliser ce programme et pour rembourser le prêt participatif du programme Partenariat technologique Canada, compte tenu du bilan de ses ventes en mars 1999. Outre le transporteur régional SAS Commuter (Scandinavian Airlines System) de Suède qui possédait déjà à lui seul, en juillet 1998, la moitié des commandes fermes en carnet de ce nouvel appareil, soit 17 Dash 8 Q-400 ; nous avons également le client de lancement de ce nouvel appareil sur le marché asiatique, à savoir la compagnie aérienne Great China Airlines de Taipei en Taiwan qui a commandé lors de l'exposition aéronautique « Asian Aerospace '96 » tenue à Singapore en 1996, quelque 6 exemplaires de ce nouvel appareil Dash 8Q-400, en plus de s'être réservée des options d'achat sur 6 autres appareils. Puis, nous avons les transporteurs régionaux Rheintalflug et Tyrolean Airways d'Autriche qui commandèrent respectivement 1 et 4 appareils Dash 8Q-400 de de Havilland ; ainsi que Widerøe de Norvège qui commanda lui aussi un seul exemplaire, mais se réserva tout de même des options pour 3 autres appareils. Enfin, nous avons un client anonyme qui commanda à lui seul 5 appareils Dash 8Q-400 (Regional Update, Jan./Feb. 1998, p. 2). En clair, il n'y avait encore aucun client nord-américain pour ce nouvel appareil Dash 8Q-400 en mars 1999.

3.2.3.3 Consultation auprès d'un client utilisateur d'avions régionaux

En procédant ainsi au moyen d'une analyse des caractéristiques de l'appareil CRJ-200ER de Canadair et du mix de ses caractéristiques par rapport à celles des autres avions régionaux à réaction ou à turbopropulsion qui sont en concurrence directe ou indirecte avec celui-ci, nous avons ainsi présenté le — côté de l'offre — dans le secteur de l'aviation régionale, c'est-à-dire l'offre de produits (avions régionaux) tel que proposé par chacun des principaux constructeurs aéronautiques auxquels le Groupe Bombardier Aéronautique et ses différentes avionneries font partie et ce, tant dans le créneau de marché des avions régionaux à réaction avec sa gamme d'appareils biréactés Regional Jet de Canadair de séries 100 et 200 de 50 places, puis de série 700 de 70 places ; que dans le créneau de marché des avions régionaux à turbopropulsion avec, cette fois, sa gamme d'appareils biturbopropulsés Dash 8Q de de Havilland de séries 100 et 200 de 37 places, puis de

série 300 de 50 places, et enfin de série 400 de 70 places qui est présentement en cours d'essais en vol. Ceci dit, même si dans un tel secteur d'activité hautement compétitif, l'offre spécifique des produits (avions régionaux) de chacun de ces manufacturiers est normalement censé répondre à un besoin réel du marché car, dans les faits, les constructeurs d'avions régionaux s'associent souvent avec des clients de lancement et divers partenaires d'affaires lors de la phase de définition conjointe d'un programme de développement d'un nouvel appareil (p. ex., le CRJ-700 de Canadair) dont l'objectif premier vise justement à définir les principales caractéristiques que devraient avoir ce nouvel appareil pour obtenir ainsi la faveur du marché cible ; il serait tout de même intéressant de consulter certaines personnes représentatives du — côté de la demande — dans le secteur de l'aviation régionale, c'est-à-dire les clients utilisateurs comme tels d'avions régionaux.

Mais avant d'entamer notre discussion sur ce sujet, rappelons ici que cette consultation répond à une demande spécifique des membres du jury d'examen de la présente étude qui ont jugé approprié que nous allions présenter notre démarche académique à des gens d'affaires de l'industrie qui utilisent et donc, qui connaissent très bien la technologie des avions régionaux. D'un point de vue méthodologie de recherche, le bien-fondé de cette consultation externe s'inscrit à l'intérieur des questions concernant la "validité externe" d'une recherche. D'ailleurs, à ce propos, rappelons que dans la démarche de recherche proposée par Robert Yin sur laquelle nous nous appuyons dans la présente pour la réalisation de notre étude de cas, les questions concernant la "validité interne" ne s'appliquent pas lorsque la stratégie de recherche est celle d'une étude de cas (Yin, 1993, 1994).

D'entrée de jeu, soulignons que le client utilisateur rencontré est la compagnie aérienne Air Canada qui, rappelons-le, est à notre connaissance la seule compagnie aérienne au monde à utiliser elle-même des appareils Regional Jet de Canadair de 50 places ; la majorité des exploitants du CRJ étant des transporteurs régionaux. D'ailleurs, au début de l'utilisation du Regional Jet de Canadair de 50 places, le transporteur aérien Air Canada avait même désigné le CRJ de Canadair sous une nouvelle appellation, soit le CL-65 (voir Air Canada, Rapport annuel 1997) et ce, sans doute pour ne pas engendrer de confusion à l'effet que son domaine principal d'activité est surtout celui de l'aviation commerciale et non celui de l'aviation régionale qui est plutôt desservie par ses quatre

transporteurs régionaux en propriété exclusive, à savoir : Air Ontario et AirBC ; puis Air Nova et Air Alliance qui ont récemment fusionné leurs activités, tout en conservant leur identité respective. Enfin, soulignons ici qu'Air Canada avait auparavant des intérêts dans un cinquième transporteur régional, à savoir Northwest Territorial Airways et ce, jusqu'au moment de sa vente, en juin 1997 (Air Canada, Rapport annuel 1998).

Cette consultation a eu lieu le 25 mars 1999 sous la forme d'une présentation officielle (en anglais) d'une durée de deux heures auprès de trois dirigeants de la Société Air Canada qui sont directement impliqués dans l'évaluation et la sélection des avions devant faire partie du parc aérien d'Air Canada. Notons que pour cette présentation, deux autres dirigeants d'Air Canada avaient été convoqués, mais leur agenda ne leur permettait pas d'y assister. Pour des raisons évidentes, nous allons conserver l'anonymat des personnes rencontrées. Qu'il suffise néanmoins de souligner que ces trois dirigeants d'Air Canada que nous avons rencontrés nous ont semblé posséder une excellente connaissance de la technologie des avions régionaux et de leurs caractéristiques. Parmi ces dirigeants, nous avons rencontré l'un des principaux responsables de la planification du parc aérien chez Air Canada qui était accompagné, pour l'occasion, d'une part, d'un ingénieur spécialisé dans l'évaluation et les spécifications d'avions ; et, d'autre part, d'un spécialiste des questions relatives au stratégie de marché, lequel spécialiste avait d'ailleurs déjà travaillé plusieurs années pour Bombardier Aéronautique ; apportant ainsi au groupe de personnes rencontrées une expertise unique en matière d'avions régionaux. De nombreux facteurs ont milité en faveur du choix d'Air Canada pour réaliser le mandat qui nous avait été confié par les membres du jury d'examen de la présente recherche. Tout d'abord (1) parce que la Société Air Canada est une grande compagnie aérienne nationale et internationale qui a son siège social ici même à Montréal et, plus spécifiquement, à proximité de l'Aéroport international de Montréal qui est situé à Dorval ; puis ensuite (2) parce qu'Air Canada affrète elle-même quelque 25 appareils Regional Jet de Canadair de 50 places, alors que ses quatre transporteurs régionaux en propriété exclusive opèrent eux aussi de nombreux avions régionaux dont, entre autres, des avions régionaux à turbopropulsion de la gamme Dash 8 de de Havilland qui font tous partie de notre analyse comparative.

Mais avant d'aborder le contenu comme tel de cette présentation, dressons un bref profil des activités de la compagnie aérienne Air Canada en matière de transport régional. Au sein de la compagnie aérienne Air Canada, le secteur du transport régional est desservi par ses quatre transporteurs régionaux affiliés qui sont en propriété exclusive qui opéraient, à la fin de l'exercice clos le 31 décembre 1997, de nombreux avions régionaux à turbopropulsion Dash 8 de de Havilland, soit : Air Ontario Inc. (20 Dash 8-100) ; AirBC Limited (9 Dash 8-100 et 6 Dash 8-300) ; et enfin Air Nova Inc. (15 Dash 8-100) et Air Alliance Inc. (6 Dash 8-100) qui ont récemment fusionné leurs activités, comme nous l'avons stipulé un peu plus haut (Air Canada. Rapport annuel 1997). Enfin, la compagnie aérienne Air Canada affrétait elle-même, au cours de son exercice 1998, 25 appareils Regional Jet de Canadair de 50 places, dont 23 CRJ sous forme de location-exploitation et 2 CRJ en propriété sur certaines lignes aériennes transfrontalières reliant le Canada et les États-Unis et ce, surtout depuis l'entente de ciels ouverts de 1995 (Open Skies Agreement) entre le Canada et les États-Unis. Fait à souligner, Air Canada est sans doute l'une des seules compagnies aériennes d'envergure nationale et/ou internationale à exploiter elle-même le Regional Jet de Canadair ; la majorité des exploitants du Regional Jet de Canadair étant des transporteurs régionaux qui sont, soit : (1) indépendants ; (2) affiliés à une compagnie aérienne nationale et/ou internationale (p. ex., Comair Inc. Delta Connection) ; ou soit (3) des franchisés d'une compagnie aérienne nationale et/ou internationale (p. ex., Maersk Air qui est l'un des nombreux franchisés de British Airways).

En effet, depuis l'accord[72] de libéralisation des services aériens canado-américains de 1995 (US-Canada Aviation Agreement), aussi appelé « Open Skies Agreement », la compagnie aérienne Air Canada a réussi à doubler le nombre de vols transfrontaliers (Transborder Flights) au cours des trois premières années qui ont suivi la signature de cet accord ; desservant maintenant plus 42 destinations aux États-Unis totalisant quelque 1 300 heures de vol par semaine, comparativement à 14 destinations en 1995 avec 650 heures de vol par semaine (AW&ST, March 2, 1998, p. 43).

---

[72] En vertu de cet accord, les transporteurs aériens canadiens ont obtenu un accès à toutes les villes américaines ; alors qu'en retour, les compagnies aériennes américaines ont obtenu un accès à toutes les villes canadiennes, à l'exception de Montréal, de Toronto et de Vancouver, soit les trois plus importantes villes canadiennes (AW&ST, March 2, 1998, p. 43).

À partir de Toronto, qui est en fait la plaque tournante mondiale d'Air Canada, la compagnie aérienne Air Canada et son transporteur régional Air Ontario relient sans escale 38 villes aux États-Unis, soit plus que tous les autres transporteurs aériens réunis. De façon plus spécifique, au cours de son exercice 1998, Air Canada a enregistré des produits passages transfrontaliers de quelque 1,426 milliard $, comparativement à 1,268 milliard $ en 1997 ; 976 millions $ en 1996 ; et 740 millions $ en 1995, soit l'année de la libéralisation des services aériens canado-américains (Air Canada. Rapport annuel 1998, p. 31). Or ce qui est important de souligner, c'est que la compagnie aérienne Air Canada a pu doubler son volume d'affaires, notamment en termes de produits passages transfrontaliers entre 1995 (740 millions $) et 1998 (1,426 milliard $) et ce, en grande partie grâce à l'utilisation du Regional Jet de Canadair de 50 places ; ce qui lui a permis d'effectuer de façon rentable des liaisons transfrontalières sans escale entre des villes clés canadiennes et américaines.

De façon globale, les produits d'exploitation (de passages, de fret et autres) d'Air Canada ont totalisé 5,9 milliards $ au cours de son exercice clos le 31 décembre 1998, comparativement à 5,5 milliards $ pour son exercice précédent clos le 31 décembre 1997. En terme de bénéfice, le bénéfice d'exploitation d'Air Canada s'est élevé à 144 millions $ au cours de son exercice clos le 31 décembre 1998, comparativement à un bénéfice d'exploitation de 368 millions $ pour l'exercice précédent ; alors que son bénéfice net accusait un recul considérable de 427 millions $ de bénéfice net au cours de l'exercice clos le 31 décembre 1997, à une perte nette de 27 millions $ pour son plus récent exercice clos le 31 décembre 1998. Suite à sa privatisation, les actionnaires de la Société Air Canada sont maintenant composés d'investisseurs institutionnels dans une proportion d'environ 80%, puis aussi d'investisseurs individuels 16% et de personnel 4%, dont 88% sont des résidents du Canada. Enfin, fait important à souligner, en 1998, la compagnie aérienne Air Canada s'est vue décerner le titre honorifique de "Meilleure société aérienne du monde pour les services aux passagers" par le magazine Air Transport World (Air Canada, Rapport annuel 1998, p. 18). Ceci dit, la présentation (en anglais) d'une durée de deux heures s'est déroulée comme suit : après avoir d'abord présenté, dans un premier temps, les grandes lignes de la présente recherche dont, entre autres, notre sujet d'étude qui porte sur le développement descriptif ou analytique du concept de "potentiel stratégique technologique d'une entreprise" ainsi que l'aspect particulier de ce concept

que nous voulons davantage développer dans la présente, à savoir le "potentiel stratégique technologique d'une entreprise" qui est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) et, plus spécifiquement, au niveau de leurs caractéristiques et du mix de celles-ci ; nous avons ensuite présenté, dans un second temps, la contribution recherchée dans la présente et ce, tant sur le plan théorique que pratique, de même que la méthodologie de recherche utilisée qui est basée sur une étude de cas descriptive, ainsi que nos sources multiples d'informations et de données sur les caractéristiques des avions régionaux qui furent sélectionnés pour fins d'analyse comparative. Enfin, dans un troisième temps, nous avons également passé en revue quelques-uns des principaux résultats de cette étude et ce, en examinant de nombreuses figures schématiques que nous avons présentées dans les pages précédentes et qui illustrent, de visu, la position relative des avions régionaux qui sont en concurrence directe ou indirecte avec l'avion de transport régional de 50 places Regional Jet de Canadair (CRJ-200ER) avec un regard particulier sur son principal rival, à savoir le jet régional de 50 places ERJ-145ER de la Société brésilienne Embraer que les gens d'Air Canada rencontrés connaissent d'ailleurs très bien.

En raison du fait que les dirigeants rencontrés possédaient une compréhension fine de la technologie des avions régionaux et des enjeux actuels et futurs au sein du secteur de l'aviation régionale et de l'aviation civile en général, notamment l'arrivée prochaine sur le marché de nouveaux modèles d'avions régionaux à réaction, comme, par exemple, le jet régional de 37 places ERJ-135 d'Embraer et celui de Fairchild-Dornier, à savoir le 328JET ; cette consultation externe auprès de gens d'affaires compétents et représentatifs du — côté de la demande — nous a donc apporté une valeur-ajoutée plus qu'appréciable à la présente étude qui, dans certains cas, nous a obligé à revoir certains de nos arguments. C'est le cas notamment de la question du confort alloué aux passagers du Regional Jet de Canadair de 50 places versus celui accordé aux passagers à l'intérieur d'un jet régional ERJ-145 d'Embraer. Ainsi, avant cette consultation externe, nos arguments qui avaient été développés dans la version préliminaire de ce document, étaient à l'effet que le Regional Jet de Canadair de 50 places était un appareil plus confortable que le jet régional ERJ-145 d'Embraer en raison de son schéma d'aménagement intérieur optimum qui prévoit un nombre pair de sièges de passagers par rangée, soit 2 sièges de front de chaque côté de l'allée de circulation qui, rappelons-

le, est centrée dans la cabine d'un CRJ de Canadair ; alors qu'elle est décentrée et abaissée dans un appareil ERJ-145 d'Embraer qui, par surcroît, est aménagé avec un nombre impair de sièges de passagers par rangée, comme nous l'avons expliqué en détail dans les pages précédentes. Or, pour certaines personnes rencontrées qui ont eu l'occasion de voyager dans les deux modèles d'appareils concurrents, le schéma d'aménagement intérieur asymétrique du jet régional ERJ-145 d'Embraer, conjugué à un fuselage plutôt étroit qui lui confère un nombre plus élevé de rangées de sièges (18 + 16 rangées) dans la cabine, comparativement au CRJ de Canadair de 50 places (13 + 12 rangées), ne constitue pas vraiment un handicap majeur pour le ERJ-145 d'Embraer. En fait, leur argument est à l'effet qu'il y a plus de passagers dans un appareil ERJ-145 qui peuvent bénéficier d'une fenêtre (ou de l'allée de circulation, selon les goûts de chacun des passagers) que dans un appareil CRJ de 50 places, soit 34 passagers (18 + 16) dans un appareil ERJ-145, versus 25 passagers dans un CRJ de 50 places (13 + 12), soit une augmentation de 36% en faveur du jet régional ERJ-145. Autrement dit, si un passager a une préférence pour un siège qui est situé près d'une fenêtre (ou de l'allée de circulation), le jet régional ERJ-145 d'Embraer a 36% plus de sièges situés près d'une fenêtre (ou de l'allée de circulation) que le Regional Jet de Canadair de 50 places. Évidemment, l'envers de la médaille est que la largeur intérieure de la cabine du CRJ-200ER de Canadair au niveau de l'axe est 22% supérieure à celle du ERJ-145ER d'Embraer.

Au chapitre de ses performances techniques, les gens d'affaires rencontrés reconnaissent d'emblée les performances techniques supérieures du Regional Jet de Canadair de 50 places sur un certain nombre de caractéristiques clés comme, par exemple, son rayon d'action de 3 045 km, la puissance totale de son système de propulsion qui lui permet d'atteindre rapidement son altitude et sa vitesse de croisière où il est le plus performant ; mais apportent cependant quelques nuances au sujet de l'importance comme telle de ces performances techniques. Aux dires de certaines personnes rencontrées, le CRJ de Canadair performe relativement bien en régime de croisière élevé ou optimal ; mais, apparemment, celui-ci semblerait se manoeuvrer plutôt difficilement à basse vitesse ; ce qui le cas notamment lors des manoeuvres d'approche en vue de l'atterrissage. Entre autres, une des raisons invoquées pour cette lacune en matière de manoeuvrabilité à basse vitesse, est la conception même des ailes du CRJ qui, comme nous l'avons déjà expliqué dans les pages

précédentes, est l'une des pièces-maîtresses d'un aéronef. Précisons à ce propos qu'Air Canada avait déjà perdu un appareil Regional Jet de Canadair lors d'une telle manoeuvre d'approche à basse vitesse en vue de l'atterrissage et ce, à l'Aéroport de Fredericton au Nouveau-Brunswick. À notre connaissance, il s'agit ici du seul accident d'avion impliquant un Regional Jet de Canadair de 50 places qui, heureusement, n'avait fait aucune victime. Un autre commentaire de ce client utilisateur à l'endroit du Regional Jet de Canadair de 50 places est à l'effet que l'appareil serait, semble-t-il, trop équipé au niveau de son système d'avionique ou de commandes de vol, en raison notamment de son héritage reçu de l'avion d'affaires Challenger de Canadair ; augmentant ainsi inutilement les risques de défectuosités. Enfin, dans la liste des autres griefs, si l'on peut employer l'expression, soulignons en dernier lieu que ce client utilisateur du Regional Jet de Canadair de 50 places trouve que l'appareil demande beaucoup d'entretien au niveau de son système de propulsion ; puis que sa capacité en matière de cargo est certes importante, mais insuffisante, notamment lorsque l'appareil effectue les liaisons de passagers qui ont parcouru de longues distances et qui transportent avec eux, en général, beaucoup de bagages consignés dans la soute qu'un avion de ligne régionale a plus de difficulté à absorber qu'un avion de ligne commerciale (p. ex., des appareils Airbus A319, A320, A330 et A340 qui font tous partie du parc aérien d'Air Canada).

Donc, en résumé, notre appréciation de cette consultation externe auprès de personnes que nous estimons représentatives du côté de la demande dans le secteur de l'aviation régionale et de l'aviation civile en général qui, par surcroît, s'est avéré être aussi un important client utilisateur d'avions régionaux, en particulier des appareils Regional Jet de Canadair de 50 places qui est le cas à l'étude dans la présente, nous amène à croire, en toute confiance, que la question portant sur la validité externe de ce travail de recherche est répondue de façon on ne peut plus satisfaisante, compte tenue de la compétence des gens d'affaires rencontrés et de leur expertise en matière d'évaluation et de spécifications de la technologie des avions de ligne aussi bien régionale, que commerciale. Sur ce, passons maintenant à la troisième section principale de ce chapitre 3 portant sur les limites de cette étude, ainsi que sur les diverses avenues de recherche future.

3.3 Limites de l'étude et avenues de recherche future

Cette section a pour objet de définir les limites de cette étude et de proposer quelques avenues de recherche future. En effet, comme tout travail de recherche de ce genre, cette étude possède, elle aussi, ses limites qui sont à la fois théoriques et pratiques. D'abord, au niveau théorique, le sujet d'étude de la présente, qui est défini comme étant le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise, impose, par lui-même, une certaine limite que nous pourrions qualifier de cognitive ou de perceptuelle. En effet, comme nous l'avons souligné à la sous-section 1.2.1 de ce document en citant, à cette occasion, un auteur connu et très prolifique en stratégie, nommément l'ingénieur Henry Mintzberg de l'Université McGill : « Personne n'a jamais vu, ni touché à une stratégie ». En effet, la stratégie, c'est avant tout un concept et non un fait observable ou une réalité tangible que l'on peut voir ou toucher ; tout comme d'ailleurs la notion de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous avons voulu développer dans la présente de façon analytique ou descriptive et qui est, là aussi, un concept et non une réalité concrète ou tangible que l'on peut percevoir avec nos sens habituels (p. ex., la vision ; le toucher ; etc.).

3.3.1 Limites théoriques cognitives

Dès lors, un première limite de cette étude pourrait s'adresser à une certaine forme de barrière cognitive ou perceptuelle qui consisterait, par exemple, à ne pas pouvoir, ou encore, vouloir reconnaître les fondements ou les postulats de base sur lesquels s'appuient le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous avons voulu développer dans la présente de façon analytique ou descriptive. Parmi ces différents postulats de base, nous avons, entre autres, affirmé à maintes reprises dans ce travail que la base de ressources, de capacités, de compétences et de compétences dites "distinctives" d'une entreprise, aussi appelée "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise, constitue le socle sur lequel celle-ci pourra édifier justement son propre "potentiel stratégique technologique". Puis, nous avons aussi affirmé qu'une fois constitué avec les ingrédients nécessaires, ce "potentiel stratégique technologique" ne restera vraisemblablement pas à son état initial en permanence ; il sera en tout temps influencé par de nombreux facteurs qui, tantôt auront

pour effet d'augmenter le "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise, tantôt pour effet de le diminuer, voire le détruire ou l'anéantir (p. ex., une discontinuité technologique majeure qui détruirait ses compétences). Ces facteurs peuvent être d'ordre : contextuel, organisationnel, institutionnel, circonstanciel ou de tout autre ordre, mais qui ont néanmoins la particularité de pouvoir affecter le "stock d'actifs stratégiques" d'une entreprise, d'une manière ou d'une autre, aussi bien en quantité qu'en qualité et, ce faisant, affecter le "potentiel stratégique technologique" de l'entreprise ; puisque ce dernier tire justement sa substance ou sa "force" du stock de ressources, de capacités, de compétences et de compétences dites "distinctives" d'une entreprise, comme nous l'avons expliqué à plusieurs reprises dans ce travail. Ceci vaut également pour tous les autres fondements ou postulats de base sur lesquels s'appuient le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous avons voulu développer dans la présente de façon analytique ou descriptive. D'ailleurs, dans cet ordre d'idées, une avenue de recherche future intéressante consisterait, par exemple, à commencer à édifier les premiers fondements empiriques de ce concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous avons commencé à peine à esquisser.

3.3.2 Limites pratiques

Par contre, là où nous pensons avoir réalisé un bon bout de chemin, c'est au niveau de l'un des aspects particuliers du concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise sur lequel nous avons voulu au tout début porter notre attention, à savoir le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est en partie "révélé" au niveau d'un produit et d'une entreprise en particulier, soit le Regional Jet de Canadair de 50 places et, plus spécifiquement, l'appareil CRJ-200ER. Par ailleurs, comme nous l'avons souligné à maintes reprises dans ce travail, pour jauger de l'importance "stratégique" du potentiel de l'avionnerie Canadair qui est ainsi "révélé" au niveau de ce produit en particulier, nous ne pouvions procéder de manière absolue en isolant complètement le Regional Jet de Canadair de 50 places de son contexte et analyser ensuite ses caractéristiques et le mix de celles-ci sans aucune référence aux caractéristiques des autres produits concurrents présents sur le marché dans le secteur de l'aviation régionale. Par contre, cette façon de procéder impose, là-aussi, ses propres limites à cette étude.

En effet, une autre limite non négligeable tient au choix comme tel de notre étude de cas que nous avons réalisée au moyen d'une analyse comparative. Bien que le choix du cas du Regional Jet de Canadair de 50 places nous soit apparu justifié en raison notamment de la disponibilité et de la robustesse des données, le fait de procéder ainsi à une analyse comparative des avions régionaux qui sont en concurrence directe et indirecte avec l'appareil CRJ-200ER de Canadair a augmenté considérablement la tâche à accomplir et le degré de difficulté de cette étude en raison, entre autres, de la quantité considérable d'informations et de données concernant les caractéristiques des appareils qu'il nous fallait d'abord recueillir et ce, non pas à partir d'un guichet unique, mais plutôt à partir de plusieurs sources d'informations différentes et parfois discordantes. Puis, il nous fallait ensuite les valider une à une au moyen, par exemple, d'une vérification diligente des données du CRJ-200ER de Canadair publiées par les différentes sources d'informations avec celles fournies par Bombardier Aéronautique (p. ex., fiches techniques des appareils) ; puis, pour tous les autres avions régionaux faisant partie de notre analyse comparative, les valider une à une par référence croisée entre les différentes sources d'informations et ce, lorsque cela était possible.

En tout et partout, c'est quelque 125 lignes de données et d'informations que nous avons ainsi répertoriées dans nos différents tableaux des caractéristiques des avions régionaux faisant partie de notre étude de cas du Regional Jet de Canadair de 50 places basée sur une analyse comparative des caractéristiques de l'appareil CRJ-200ER et du mix de celles-ci par rapport à celles des autres produits concurrents sur le marché, en particulier le jet régional ERJ-145ER d'Embraer pour lequel nous avons, là aussi, consenti des efforts considérables pour s'assurer que les données et les informations concernant cet appareil soient aussi fiables et complètes que possible. Dès lors, les efforts encourus et le niveau de difficulté de cette analyse, conjugué au danger omniprésent associé à la manipulation et à l'interprétation d'une telle quantité d'informations et de données de toutes sortes augmentent, par le fait même, le potentiel de risques que des erreurs involontaires aient pu se glisser subrepticement à quelque endroit que ce soit dans ce document comme, par exemple, dans les divers tableaux de caractéristiques, dans nos nombreuses figures schématiques, dans le texte et dans notre analyse descriptive de ce cas à l'étude et ce, malgré nos nombreuses précautions ; imposant, par le fait même, une certaine limite pratique à cette étude.

Une autre limite pratique de cette étude tient au fait que nous n'avions pas toujours en main toutes les données nécessaires pour effectuer une analyse comparative complète sur chacune des nombreuses caractéristiques des avions régionaux que nous avons répertoriées dans nos divers tableaux de caractéristiques. Par exemple, les données concernant les nouveaux avions régionaux Dash 8Q-400 de de Havilland et CRJ-700 de Canadair étaient souvent manquantes, en raison du fait que ces deux nouveaux appareils n'étaient pas encore en service commercial au moment de la cueillette de nos données, mais pour lesquels nous tenions néanmoins à voir de visu dans nos figures schématiques où ceux-ci se positionnaient par rapport aux autres avions régionaux faisant partie de notre analyse comparative. D'ailleurs, dans ce même ordre d'idées, nous aurions vivement souhaité avoir les données en main sur le nouveau jet régional de 37 places ERJ-135 d'Embraer qui est déjà assuré d'un vif succès commercial, mais l'absence de données nous a obligé à l'exclure de notre analyse, tout comme d'ailleurs les deux nouveaux modèles d'avions régionaux à réaction 328JET et 728JET du constructeur aéronautique Fairchild-Dornier que nous avons dû exclure de notre analyse pour ces mêmes raisons ; imposant, par le fait même, une certaine limite à cette étude.

Par contre, gardons toujours à l'esprit que le but premier de cette étude de cas n'était pas de faire une analyse comparative exhaustive des avions régionaux et de leurs caractéristiques, car faut-il le rappeler, ce travail de recherche ne s'inscrit pas dans le domaine d'étude de l'aéronautique per se, mais plutôt dans celui du management de la technologie. La méthodologie utilisée dans ce travail de recherche est celle de — l'étude de cas — et, plus spécifiquement, une étude de cas dite "descriptive". Le cas à l'étude, soit le Regional Jet de Canadair de 50 places, est utilisé dans la présente uniquement pour illustrer un aspect particulier du concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous voulions au départ mettre en lumière, soit le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) qui sont offerts sur le marché, en particulier au niveau de ses caractéristiques et mix de celles-ci dans chacun desdits produits de l'entreprise ; ce qui, dans notre cas spécifique, correspond à l'appareil CRJ-200ER de Canadair. À ce propos, notre façon de procéder ouvre la voie à plusieurs autres avenues de recherche future qui seraient sans doute intéressantes à explorer par d'autres chercheurs. Examinons-en brièvement quelques-unes.

3.3.3 Autres avenues avec les caractéristiques des avions régionaux

Dans notre étude de cas, nous avions en main les données concernant le coût d'acquisition estimé par la revue B/CA de la plupart des avions régionaux faisant partie de notre analyse avec certains équipements de base qui sont normalement offerts en options. Aussi, une autre avenue de recherche future intéressante serait, par exemple, de recueillir les coûts directs d'opération qui seraient représentatifs de chacun de ces modèles d'avions régionaux que nous avons analysés dans la présente, puis de voir s'il existe une certaine corrélation entre les coûts directs d'opération d'un appareil et certaines de ses caractéristiques clés, telles ses performances en vol (p. ex., vitesse de croisière, consommation de carburant ; rayon d'action ; etc.) ou sa productivité en mission de vol (p. ex., le nombre de sièges-milles parcourus au total, à l'heure, par livre de carburant, etc.). D'ailleurs, à ce propos, soulignons que les coûts directs d'opération d'un appareil performant ou de productivité élevée par rapport aux produits concurrents sur le marché ne sont pas nécessairement plus élevés que ceux-ci. Dans les faits, les transporteurs aériens vont à l'occasion remplacer leur flotte d'appareils, car les nouveaux appareils qui sont dorénavant offerts sur le marché peuvent leur procurer des économies parfois substantielles au niveau des coûts directs d'opération.

Rappelons ici que les coûts directs d'opération d'un appareil sont en partie fonction de l'appareil proprement dit, mais qu'ils sont en partie fonction aussi des transporteurs aériens qui les utilisent et qui, incidemment, n'ont pas tous les mêmes niveaux d'activité, ni les mêmes charges d'exploitation. Enfin, bref, l'exploitation d'un type d'appareil (p. ex., le Saab 2000 de Saab Aircraft) pourrait être rentable chez un transporteur aérien en particulier et ne pas être rentable chez un autre transporteur aérien, l'incitant à se départir de ses appareils, comme nous l'avons vu dans cette étude avec le cas du transporteur Regional Airlines de France qui s'est départi en 1997 de ses appareils Saab 2000 qu'il louait d'ailleurs à Saab Aircraft pour pouvoir dorénavant concentrer ses activités autour du jet régional de 50 places ERJ-145 d'Embraer qui, sans doute, devait offrir des avantages au transporteur Regional Airlines de France que ses avions régionaux à turbopropulsion de 50 places Saab 2000 ne pouvaient pleinement lui offrir.

3.3.4 Autres avenues avec le potentiel stratégique technologique

L'étude de cas du Regional Jet de Canadair de 50 places visait à illustrer un aspect particulier du concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous voulions développer dans la présente, à savoir le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) offerts sur le marché et plus spécifiquement, au niveau de ses caractéristiques et du mix de celles-ci dans chacun desdits produits de l'entreprise qui, dans notre étude de cas, est l'appareil CRJ-200ER de Canadair. Au chapitre 1, nous avons souligné que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) qui sont offerts sur le marché ; puis qu'il est en partie aussi "hérité" de ses produits antérieurs et de ses produits actuels, comme l'étude de cas du Regional Jet de Canadair de 50 places l'a si bien illustré, en soulignant notamment la contribution de l'avion d'affaires Challenger 601 (produit antérieur) au "potentiel stratégique technologique" de l'avionnerie Canadair qui, par la suite, a été "révélé" au niveau de son Regional Jet de Canadair de 50 places de série 100 d'abord, puis de série 200 ensuite ; lequel produit actuel contribue lui-même à "révéler" à nouveau le "potentiel stratégique technologique" de l'avionnerie Canadair dans un nouveau produit aéronautique, en l'occurrence, le Regional Jet de Canadair de série 700, comme le montre la figure 3.33 de la page suivante.

De plus, nous avons également mentionné, à ce moment-là, que le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise peut tout aussi bien s'exprimer dans l'ensemble de ses activités qui concourent à ses produits, ainsi qu'à la vie de l'entreprise en général dans la société environnante. Dès lors, une autre avenue de recherche future consisterait, par exemple, à analyser la façon avec laquelle le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise comme, par exemple, l'avionnerie Canadair s'exprime dans ses différentes activités créatrices de valeur et toutes autres activités ; lesquelles, rappelons-le, font partie intégrante de l'équation de la rentabilité d'une entreprise et donc, de sa performance qui, dans notre schéma d'analyse, est la finalité désirée du "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise, comme le montre la figure 3.33 de la page suivante. Comme nous l'avons expliqué au chapitre 1, les activités antérieures de conception/ design de l'avion

d'affaires Challenger et du Regional Jet de Canadair ont amené l'avionnerie Canadair et Bombardier Aéronautique à se surpasser une fois de plus pour concevoir un nouveau produit aéronautique : l'avion d'affaires très long courrier Global Express de Bombardier.

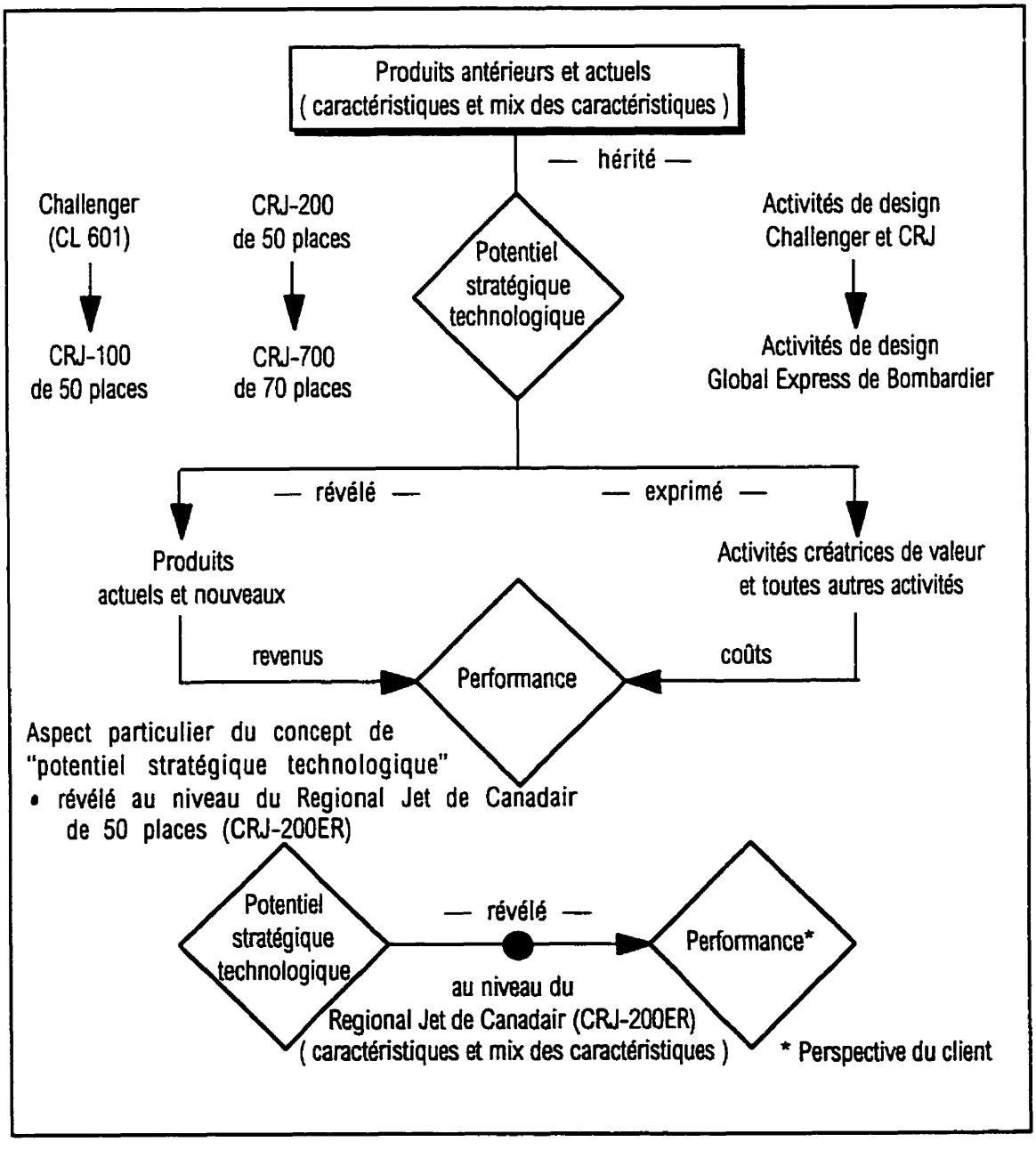


Figure 3.33 Dimensions du "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise.

Enfin, une autre avenue de recherche future serait, par exemple, d'aller plus en amont dans notre schéma d'analyse et d'examiner plus attentivement le "stock d'actifs stratégiques" sur lequel s'appuie justement le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise, c'est-à-dire sa base de ressources, de capacités, de compétences et de compétences dites "distinctives". Évidemment, cela représente en soi une tâche colossale par la nature même de cette avenue de recherche, car cela nécessiterait une intrusion dans les activités mêmes d'une entreprise qui ne peut se faire que sur la base d'une période d'observation et de cueillette de données qui pourrait être assez longue ; puis parce que cela nécessiterait l'accès à des informations qui pourraient s'avérer confidentielles et donc, plus difficiles, sinon impossibles d'accès (p. ex., informations sur la rentabilité des activités).

C'est d'ailleurs pourquoi nous avons choisi la voie d'accès aux données et aux informations non confidentielles que les entreprises en aéronautique divulguent elles-mêmes ou par le biais de différents médias d'informations comme, par exemple, les associations et les revues spécialisées de l'industrie (p. ex., la Regional Airline Association (RAA) des États-Unis ; puis les revues Business and Commercial Aviation (B/CA), Flight International, Aviation Week & Space Technology (AW&ST), Air Transport World (ATW), Interavia Business and Technology ; et enfin, le manuel de références par excellence dans l'industrie aéronautique, Jane's All the World's Aircraft). Sur ce, passons maintenant à la conclusion générale de ce travail de recherche en rappelant, par la même occasion, la contribution que nous avions visée au départ et ce, tant sur le plan théorique que pratique.

CONCLUSION

Tel que stipulé en introduction, ce travail de recherche visait une contribution tant sur le plan théorique que pratique, au domaine d'étude du management de la technologie. D'abord sur le plan pratique, cette étude visait une contribution à un projet novateur appelé "bilan technologique" qui est sous l'égide du Comité de la technologie de l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ) depuis déjà quelques années. Le premier volet de ce projet a consisté à développer l'instrument de mesure comme tel du "bilan technologique" ; ce qui fut réalisé par Normandin et al. (1996), dont le rapport final est intitulé Modèle technologique de l'entreprise. En guise de rappel, ce "modèle technologique de l'entreprise" est constitué de deux composantes essentielles : d'abord (1) une composante dite "fonctionnelle" qui concerne spécifiquement le concept de "bilan technologique" d'une entreprise que Normandin et al. (1996) ont déjà développée lors de leur mandat de l'OIQ ; puis ensuite (2) une composante dite "stratégique" qui concerne, cette fois, le concept de "potentiel stratégique" d'une entreprise (voir figure 1.4). Rappelons que cette composante stratégique du "modèle technologique de l'entreprise" n'a pas encore été développée dans le projet de l'OIQ, bien que certains principes directeurs aient déjà été tracés par Normandin et al. (1996) dans leur rapport final à l'OIQ.

Dès lors, en arrêtant ainsi notre sujet d'étude sur le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise, nous visions, à ce moment-là, une contribution sur le plan pratique à ce projet novateur de l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ) et à la profession d'ingénieur en général et, plus spécifiquement, nous visions une contribution à la composante dite "stratégique" dudit "modèle technologique de l'entreprise" et ce, dans l'éventualité où l'OIQ décidait de remettre à l'ordre du jour la réalisation du deuxième volet de son projet novateur qui avait suscité, à ce moment-là, beaucoup d'intérêts dans les milieux concernés (p. ex., milieux d'affaires, universitaires, banquaires). Qui plus est, en développant ainsi le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise, ce travail de recherche visait également une contribution sur le plan théorique en proposant, tout d'abord, une extension au modèle conceptuel de "stratégie technologique vue dans une perspective évolutionniste" de Burgelman et Rosenbloom (1989) ; puis en proposant ensuite une extension, assortie d'une application concrète à l'approche des "caractéristiques de la technologie"

(Saviotti, 1996 ; Saviotti et Metcalfe, 1984) qui s'appuie elle aussi sur une perspective évolutionniste. En guise de justification théorique, rappelons qu'un exposé d'une cinquantaine de pages portant sur la perspective évolutionniste est fourni en annexe B de ce document ; constituant, par le fait même, un apport additionnel de ce travail au domaine d'étude du management de la technologie. Enfin, une autre contribution sans doute non négligeable qui était visée au départ dans la présente, tant sur le plan théorique que pratique, était de présenter une application concrète à la nouvelle approche proposée par Robert S. Kaplan, titulaire de la Chaire Arthur Lowes Dickinson en comptabilité à la Harvard Business School, et David P. Norton, président de la firme Renaissance Solutions, au sujet des mesures de performance d'une entreprise, notamment les mesures de performance d'une entreprise vue dans une perspective du client autour de laquelle nous avons porté une attention particulière dans la présente, en raison de l'emphase qui est mise dans une telle perspective du client sur les caractéristiques des produits (biens et services) d'une entreprise (voir figure 1.16).

En guise de conclusion et de synthèse générale de ce travail de recherche, revoyons quelques-unes des principales étapes que nous avons franchies et qui vont ainsi nous permettre de mieux récapituler ex post facto la contribution que nous avions visée au départ, tant sur le plan théorique que pratique. Comme nous l'avons stipulé au chapitre 1 (cadre théorique), la contribution qui était recherchée dans la présente, sur le plan théorique, en était une d'utilité et d'avancement des connaissances dans le domaine d'étude du management de la technologie que nous avons tenté de réaliser au moyen, entre autres, d'une extension à la version originale du modèle conceptuel de "stratégie technologique vue dans une perspective évolutionniste" de Burgelman et Rosenbloom (1989). La contribution recherchée sur le plan théorique se situait également dans la pertinence des sujets de discussion que nous avons abordés dans ce travail, de même que dans la richesse des descriptions et des explications que nous avons produites tout au long de ce document afin de clarifier certains concepts clés qui sous-tendent notre schéma d'analyse, notamment les concepts de ressources, de capacités, de compétences et de compétences dites "distinctives" sur lesquels nous avons porté une attention toute particulière, en raison notamment de leur rôle de premier plan lors de l'édification du "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise (voir figure 1.7).

À cette fin, de nombreux efforts ont été consentis pour définir ces différents concepts, puis de nombreux exemples illustratifs ont été utilisés pour étayer et enrichir les thèmes de discussion que nous avons abordés tout au long de ce document. En sus, l'annexe A de ce document présente un certain nombre de figures schématiques et de tableaux synoptiques complémentaires tirés de la littérature et qui illustrent différents modèles conceptuels utilisés par certains auteurs que nous estimons les plus représentatifs des thèmes que nous avons abordés au chapitre 1 ; constituant un apport additionnel de ce travail au domaine d'étude du management de la technologie. Bien que nous n'ayons pas eu tout l'espace nécessaire pour discuter de ces modèles, le fait de les présenter a tout de même son utilité, si l'on en croit le vieil adage selon lequel "une image vaut mille mots".

Ceci dit, cette extension au modèle conceptuel de Burgelman et Rosenbloom (1989) s'est effectuée, entre autres, par une prise en compte, à l'intérieur de notre schéma d'analyse, des plus récents courants de pensée qui ont émergé dans la littérature et les plus récentes publications pertinentes à notre propos qui s'y sont ajoutées et ce, depuis la publication de ce modèle en 1989. Parmi ces nouveaux courants de pensée, citons entre autres, la nouvelle perspective dite des "ressources de la firme" (The Resource-Based View of the Firm) à laquelle s'est jointe, depuis, plusieurs autres perspectives, dont celle basée sur le concept des compétences qui a, lui aussi, beaucoup gagné en popularité ces dernières années. Dès lors, cette extension au modèle de Burgelman et Rosenbloom a d'abord consisté à apporter certaines modifications à ce modèle afin de le rendre plus près de nos préoccupations de recherche qui portent, rappelons-le, sur le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise et, plus spécifiquement, sur un aspect particulier de ce concept que nous voulions davantage développer dans la présente, soit le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) offerts sur le marché, notamment au niveau de ses caractéristiques et du mix de celles-ci dans chacun desdits produits de l'entreprise. En conséquence, les premières modifications au modèle conceptuel de Burgelman et Rosenbloom (1989) ont donc consisté, dans un premier temps, à intégrer dans notre schéma d'analyse les différents concepts de ressources, de capacités, de compétences et compétences dites "distinctives" d'une entreprise à l'intérieur de ce modèle ainsi modifié portant dorénavant sur le concept de "potentiel stratégique technologique"

d'une entreprise. En rappel, soulignons que le modèle conceptuel original de stratégie technologique de Burgelman et Rosenbloom (1989) ne tient compte uniquement que du concept de "capacités technologiques" dans l'un des trois construits principaux du modèle (voir figure 1.1). Dans notre schéma d'analyse, la base de ressources, de capacités, de compétences et de compétences dites "distinctives" d'une entreprise, aussi appelée "stock d'actifs stratégiques" constitue le socle sur lequel une entreprise va pouvoir édifier son "potentiel stratégique technologique" (voir figure 1.7). C'est pourquoi nous avons tenu à les représenter explicitement dans le modèle conceptuel général à la base de cette étude (voir figure 1.2) et qui est, rappelons-le, une extension du modèle conceptuel de "stratégie technologique vue dans une perspective évolutionniste" de Burgelman et Rosenbloom.

Dans un second temps, une autre modification d'importance au modèle conceptuel de Burgelman et Rosenbloom a consisté à introduire le concept de l'avantage concurrentiel que nous souhaitions rendre explicite dans notre schéma d'analyse, puis à substituer le terme performance à celui d'expérience dans l'un des trois construits principaux du modèle. Ainsi, dans notre modèle conceptuel ainsi modifié, la finalité désirée du "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise consiste à édifier d'abord, puis à soutenir ensuite un avantage concurrentiel aussi durable que possible ; lequel avantage concurrentiel pourra, par la suite, se traduire en terme de performance pour l'entreprise ; laquelle performance représente, dans notre schéma d'analyse, la finalité désirée ultimement du concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous avons voulu développé dans la présente étude. Enfin, une autre modification qui est non sans importance a consisté à rendre explicite, dans notre schéma d'analyse, les produits comme tels d'une entreprise qui apparaissent ainsi à deux points différents dans notre modèle conceptuel ainsi modifié (voir figure 1.2). Évidemment, dans ce travail de recherche, toutes ces modifications ont du être justifiées ; ce qui a rendu le premier chapitre quelque peu volumineux et ce, c'est sans compter les annexes A et B fournis à la fin de ce document et qui viennent ainsi à enrichir davantage le contenu du chapitre 1.

Par ailleurs, en développant ainsi le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise, ce travail de recherche visait non seulement une contribution sur le plan théorique en proposant une extension au modèle de "stratégie technologique vue dans une perspective

évolutionniste" de Burgelman et Rosenbloom (1989) ; mais il visait également une contribution tant sur le plan théorique que pratique en proposant une extension, assortie d'une application concrète à l'approche des "caractéristiques de la technologie" (Saviotti, 1996 ; Saviotti et Metcalfe, 1984), de même qu'une application concrète à la nouvelle approche proposée par Kaplan et Norton (1996a) en au sujet de la performance d'une entreprise, notamment la performance d'une entreprise vue dans une perspective du client qui est l'une des quatre perspectives proposées par ces auteurs dans leur approche appelée « The Balanced Scorecard » (voir les figures 1.16, A.31, A.32, et le tableau A.1).

En effet, pour le côté pratique associé à ce travail de recherche, nous avons voulu au début porter notre attention sur un aspect particulier du concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise que nous voulions développer dans la présente de façon analytique ou descriptive, soit le "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise qui est en partie "révélé" au niveau de sa gamme de produits (biens et services) qui sont offerts sur le marché, en particulier au niveau des caractéristiques et du mix de celles-ci dans chacun desdits produits d'une entreprise. Évidemment, pour faire valoir nos arguments, nous ne pouvions pas prendre la gamme complète de tous les produits (biens et services) d'une entreprise, puis analyser ensuite toutes leurs caractéristiques et leur mix respectif dans chacun des produits de l'entreprise. Nous avons plutôt décidé de porter notre attention sur un produit et une entreprise en particulier ; d'où le choix du cas du Regional Jet de Canadair de 50 places et, plus spécifiquement, l'avion de ligne régionale CRJ-200ER. Rappelons que la justification de ce choix est présentée à la section 2.3 du chapitre 2 (cadre méthodologique).

Par ailleurs, comme nous l'avons souligné à maintes reprises dans cette étude, pour jauger de l'importance "stratégique" du potentiel de l'avionnerie Canadair qui est ainsi "révélé" au niveau de ce produit en particulier, nous ne pouvions procéder de manière absolue en isolant complètement le Regional Jet de Canadair de 50 places de son contexte, puis analyser ensuite ses caractéristiques et le mix de celles-ci sans aucune référence aux caractéristiques des autres produits concurrents présents sur le marché dans le secteur de l'aviation régionale. Dès lors, il nous est apparu au départ impératif de procéder au moyen d'une analyse comparative des avions régionaux qui se trouvent en concurrence directe avec le biréacteur Regional Jet de Canadair de 50 places ; puis qui

se trouvent aussi, jusqu'à un certain point, en concurrence indirecte avec celui-ci, tels les avions régionaux à réaction et à turbopropulsion qui se trouvent à proximité de la catégorie des avions régionaux à réaction de 50 sièges, incluant la gamme des avions régionaux à turbopropulsion Dash 8Q de l'avionnerie de Havilland qui est une autre entité du Groupe Bombardier Aéronautique. Évidemment, le fait de procéder ainsi à une analyse comparative des avions régionaux qui se trouvent en concurrence directe et indirecte avec l'avion de transport régional de 50 places CRJ-200ER de Canadair allait augmenter considérablement la tâche à accomplir et le degré de difficulté de cette étude en raison, notamment, de la quantité considérable d'informations et de données concernant les caractéristiques des appareils qu'il nous fallait recueillir et ce, non pas à partir d'un guichet unique, mais plutôt à partir de plusieurs sources d'informations différentes et parfois aussi discordantes, puis à valider le tout, comme l'avons expliqué un peu plus tôt. En tout et partout, c'est quelque 125 lignes de données et d'informations que nous avons ainsi répertoriées dans nos différents tableaux de caractéristiques des avions régionaux sélectionnés dans la présente pour fins d'analyse comparative ; lesquels tableaux sont fournis en annexe C de ce document ; constituant, là-aussi, un apport additionnel qui est certainement non négligeable de ce travail de recherche.

L'étude de cas du Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER) nous a donc permis d'apporter une extension, assortie d'une application concrète à l'approche des "caractéristiques de la technologie" qui fut proposée à l'origine par l'économiste Kelvin Lancaster dans sa nouvelle approche à la théorie de la consommation (Lancaster, 1966) ; mais qui a surtout été développée par la suite par Pier Paolo Saviotti de l'Université Pierre Mendés-France qui est située à Grenoble en France et ce, de concert avec quelques-uns de ses collaborateurs de longue date, dont Stanley Metcalfe de l'Université Manchester en Angleterre, puis Adrian Bowman et Alan Trickett (Saviotti et Bowman, 1984 ; Saviotti et Metcalfe, 1984 ; Saviotti et Trickett, 1992 ; Saviotti, 1996). Sans entrer dans les détails de cette extension, qu'il suffise néanmoins de souligner que la façon singulière avec laquelle nous avons abordé dans la présente l'approche des "caractéristiques de la technologie" est très différente de celle de Saviotti, ne serait-ce, par exemple, que sur le fait que nous n'avons pas cherché, dans notre étude de cas, à établir des correspondances (patterns of mapping) entre les différentes caractéristiques d'une technologie en particulier qui est, dans notre cas spécifique,

une technologie de produit, soit l'appareil Regional Jet de Canadair de 50 places (CRJ-200ER). En effet, comme nous l'avons vu en détail à la section 3.2 de ce document, nous avons plutôt opté pour une analyse comparative des caractéristiques de l'appareil CRJ-200ER de Canadair et du mix de celles-ci par rapport à celles des produits concurrents présents sur le marché, en particulier son principal rival, le jet régional de 50 places ERJ-145ER de la Société brésilienne Embraer (Empresa Brasileira de Aeronautica S.A.). Ainsi, au lieu d'établir des correspondances (patterns of mapping) entre les différentes caractéristiques des avions régionaux faisant partie de notre analyse, nous avons plutôt opté pour une représentation visuelle desdites caractéristiques ; ce qui nous a permis, à ce moment-là, de visualiser rapidement de visu la position relative de tous ces appareils le long d'une courbe correspondant à une caractéristique spécifique (p. ex., le rayon d'action des appareils avec le maximum de passagers à bord). Aussi, cette façon de procéder nous a permis de constater de visu dans nos nombreuses figures que nous avons présentées à la section 3.2 de ce document, que l'appareil CRJ-200ER de Canadair possède une performance technologique qui est souvent supérieure, mais parfois aussi en parité avec celle de son plus proche rival, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer qui demeure d'ailleurs un fier compétiteur sur un bon nombre de caractéristiques clés.

D'autre part, comme nous l'avons affirmé à quelques reprises dans cette analyse, le talon d'Achille du Regional Jet de Canadair de 50 places demeure son coût d'acquisition élevé par rapport à celui du jet régional ERJ-145ER d'Embraer, malgré la controverse qui a longtemps entourée le programme ProEx de financement des exportations du gouvernement brésilien que le gouvernement canadien et la Société Bombardier Inc. interprétaient comme une forme de pratique commerciale déloyale et ce, jusqu'à ce que finalement l'Organisation Mondiale du Commerce leur donne raison, en mars 1999, en statuant que le programme ProEx du Brésil était incompatible avec certains articles de l'Accord SMC sur les subventions et les mesures compensatoires de l'OMC ; sommant, du même coup, le gouvernement brésilien à mettre fin sans délai à son programme ProEx (Programa de Finenciamento as Exportaçoes) qu'il avait institué en juin 1991.

Par ailleurs, en plus d'apporter une extension, ainsi qu'une application concrète à l'approche des "caractéristiques de la technologie" basée sur une analyse comparative, l'étude de cas du Regional Jet de Canadair de 50 places constitue, par le fait même, une application concrète à la nouvelle approche proposée par Kaplan et Norton au sujet de la performance d'une entreprise, notamment la performance d'une entreprise vue dans une perspective du client. En effet, dans une série d'articles et dans leur premier ouvrage intitulé The Balanced Scorecard : Translating Strategy Into Action, Kaplan et Norton (1996a) proposèrent une nouvelle façon de mesurer la performance d'une entreprise appelée « The Balanced Scorecard » où la performance d'une entreprise n'est plus mesurée uniquement en fonction de critères économiques ou financiers, mais est plutôt mesurée en fonction de quatre perspectives différentes dont, entre autres, la perspective du client dans laquelle les caractéristiques des produits (biens et services) d'une entreprise constituent l'un des éléments clés de sa "proposition de valeur" à la clientèle de ses produits et, ce faisant, elles constituent l'un des éléments importants de la performance d'ensemble de l'entreprise (voir figure 1.16).

Aussi, il nous apparaît qu'une contribution sans doute non négligeable de l'étude de cas du Regional Jet de Canadair de 50 places va donc à cette application concrète de cette nouvelle façon de mesurer la performance d'une entreprise, notamment la performance d'une entreprise vue dans une perspective du client. À cet égard, nous avons vu précédemment à la sous-section 3.2.1 que l'avionnerie Canadair affiche une performance relativement favorable aux niveaux des cinq mesures de base de la performance d'une entreprise vue dans une perspective du client, à savoir aux niveaux des mesures de base portant sur la part de marché du Regional Jet de Canadair de 50 places, de l'acquisition de nouveaux clients pour cet appareil et de la rétention des clients existants qui fut considérée, dans la présente, comme une mesure indirecte approximative (proxy) de la satisfaction de la clientèle du Regional Jet de Canadair de 50 places (voir figure 3.31). En fait, la seule mesure de base de la performance de l'avionnerie Canadair vue dans une perspective du client pour laquelle nous n'avions pas les données factuelles en main, était celle qui portait sur la rentabilité de chacun des clients du Regional Jet de Canadair de 50 places comme, par exemple, la rentabilité, ou encore, la contribution marginale de chacune des transactions qui ont été effectuées avec le transporteur régional Comair qui est de loin le plus important client utilisateur du Regional Jet de Canadair avec

plus de 245 appareils CRJ de 50 places et de 70 places en commandes et en options, en vertu d'une entente de dix ans paraphée en octobre 1998 avec le Groupe Bombardier Aéronautique. Enfin, une autre contribution non négligeable dans ce travail de recherche est à l'effet que nous avons pu observer une relation entre, d'une part, la performance technologique de l'avionnerie Canadair qui est ainsi reflétée au niveau de son Regional Jet de Canadair de 50 places et, plus spécifiquement, au niveau de son appareil CRJ-200ER qui lui confère une performance technologique qui, somme toute, est relativement favorable par rapport aux autres avions régionaux faisant partie de notre analyse, en particulier par rapport à son principal rival, le jet régional ERJ-145ER d'Embraer (voir figure 3.32) ; et, d'autre part, la performance de l'avionnerie Canadair vue dans une perspective du client qui, là-aussi est somme toute relativement favorable (voir figure 3.31).

Dès lors, une pareille performance technologique favorable de l'avionnerie Canadair qui est ainsi reflétée au niveau de son Regional Jet de Canadair de 50 places, conjuguée à une performance favorable de l'avionnerie Canadair vue dans une perspective du client, ne peuvent avoir que des effets bénéfiques sur la performance d'ensemble du Groupe Bombardier Aéronautique ; laquelle, comme nous l'avons vue en détail dans ce document, a été tout à fait exceptionnelle au cours de l'exercice clos le 31 janvier 1999 et ce, en plus de contribuer de façon hautement significative à la performance globale de la Société Bombardier Inc. comme nous l'avons évoqué à maintes reprises dans ce document. Qu'il suffise simplement de rappeler les deux points saillants suivants de ces résultats financiers, à savoir : (1) que les revenus d'exploitation du Groupe Bombardier Aéronautique, avant cessions intersectorielles, ont représenté 56% des revenus consolidés de Bombardier Inc. qui ont totalisé 11,5 milliards $ en 1998-1999 ; puis ensuite (2) que le bénéfice avant impôts sur le revenu du Groupe Bombardier Aéronautique s'est élevé à 681,9 millions $ au cours de l'exercice clos le 31 janvier 1999 ; ce qui correspond à 82% du bénéfice avant impôts sur le revenu de la Société Bombardier Inc. qui a atteint 826,9 millions $ au cours de l'exercice 1998-1999 ; lui permettant ainsi de dégager un bénéfice net consolidé de 554,0 millions $, en hausse de 32% par rapport à l'exercice clos le 31 janvier 1998.

Évidemment, l'avionnerie Canadair qui a fait l'objet d'une attention plus particulière dans la présente étude, ne peut s'approprier à elle seule tout le crédit de cette performance d'ensemble du Groupe Bombardier Aéronautique, d'abord, parce qu'elle n'est pas la seule entité à avoir contribué à ces résultats d'exploitation remarquables, puis ensuite, parce que le Regional Jet de Canadair de 50 places n'est pas lui non plus le seul produit aéronautique de l'avionnerie Canadair. Par ailleurs, comme nous l'avons stipulé dans ce document, rien ne nous laisse croire, à partir des informations que nous avons en main, que la performance de l'avionnerie Canadair puisse être déficiente au point d'affecter la performance du Groupe Bombardier Aéronautique et, de façon encore plus générale, la performance de la Société Bombardier Inc. à qui nous allons d'ailleurs dédier les mots de la fin dans ce travail de recherche.

Fondée en 1942 par Joseph-Armand Bombardier, la Société Bombardier Inc. a récemment été proclamée — l'entreprise du siècle — par la Revue Commerce et ce, parmi un choix de 15 entreprises finalistes, dont la Banque Royale, BCE, Power Corporation, SNC-Lavalin et Téléglobe, pour ne nommer ici que quelques-unes des finalistes. Aussi, lorsqu'en 1992, l'entreprise lança sur le marché un tout nouvel avion de transport régional à réaction de 50 places dans un monde qui était, à ce moment-là, en forte majorité peuplé d'avions régionaux à turbopropulsion, non seulement l'entreprise innova en développant un nouveau biréacteur de 50 places basée sur des technologies modernes qui pouvaient lui procurer une autonomie de vol de plus de 3 000 km, mais elle innova également en créant elle-même sa propre niche de marché (avion régional à réaction de 50 places) qu'elle allait dominer par la suite et ce, jusqu'à l'arrivée en 1996, des premiers produits concurrents, en l'occurrence, le jet régional de 50 places ERJ-145 de la Société brésilienne Embraer.

Avant 1992, le secteur de l'aviation régionale que l'industrie définit, en général, comme étant les appareils de 20 à 90 sièges, était dominé par des avions régionaux à turbopropulsion ; les avions à réaction se retrouvant surtout dans le secteur de l'aviation commerciale que l'industrie définit comme étant les appareils de plus de 90 sièges de passagers. En fait, la seule exception à la règle a été le jet régional de 70 places RJ70 d'Avro qui fut lui aussi lancé en 1992 dans le cadre d'un programme de remplacement de la gamme des appareils BAe 146 du constructeur aéronautique

British Aerospace (BAe) par ceux de la gamme RJ d'Avro International Aerospace, mais on ne peut pas réellement dire que cet avion de transport régional de 70 places RJ70 d'Avro qui était muni de quatre turboréacteurs fut un grand succès commercial, si l'on tient compte du fait que seulement 12 exemplaires de cet appareil ont été vendus depuis sa mise en service en 1992. Depuis son arrivée sur le marché en 1992 avec un avion de transport régional à réaction de 50 places (CRJ-100), l'initiative de la Société Bombardier Inc. et du Groupe Bombardier Aéronautique a été imitée par plus d'un imitateur et suiveur de tout acabit dont, bien entendu, le constructeur aéronautique brésilien Embraer qui a tout simplement emprunté les sentiers qui avaient été défrichés auparavant par Bombardier Aéronautique sur le marché américain.

Notons, par contre, qu'en Europe et ailleurs dans le monde, la firme Embraer est moins présente que Bombardier Aéronautique qui possède une base bien établie de clients du Regional Jet de Canadair de 50 places, dont son tout premier client de lancement, le transporteur régional Lufthansa CityLine de Cologne en Allemagne, auquel se sont ajoutés, depuis, de nombreux clients de France (Brit Air ; Air Littoral), d'Autriche (Tyrolean Airways ; Lauda Air), du Royaume-Uni (Maersk Air ; Jersey European Airways), d'Australie (Kendell Airlines), d'Afrique du Sud (South African Express), de Slovénie (Adria Airways), de Roumanie (DAC Air), d'Espagne (Air Nostrum), de Malaisie (Saeaga) et d'Argentine (Southern Winds) et ce, c'est sans compter la base bien établie de clients du Regional Jet de Canadair de 50 places qui est située au Canada (p. ex., Air Canada) et aux États-Unis (p. ex., Comair ; Midway Airlines ; Mesa ; Atlantic Coast Airlines ; Atlantic Southeast Airlines ; SkyWest Airlines ; Air Wisconsin ; et enfin, Northwest Airlines ; etc.).

Le succès technologique et commercial du Regional Jet de Canadair de 50 places repose en partie sur le "potentiel stratégique technologique" de l'avionnerie Canadair ; lequel potentiel a d'abord été "révélé" dans un tout premier produit aéronautique, soit l'avion d'affaires Challenger 601 (CL-601) ; puis il a ensuite été "hérité" de ce produit antérieur pour être "révélé" à nouveau dans un second produit aéronautique de l'avionnerie Canadair, soit l'avion de transport régional de 50 places Regional Jet de Canadair de série 100 d'abord (CRJ-100), puis de série 200 ensuite (CRJ-200) qui, lui-même, sert présentement de plate-forme de développement pour un tout nouvel

appareil, le Regional Jet de Canadair de série 700 de 70 places (CRJ-700) qui sera ainsi un autre produit aéronautique vers lequel le "potentiel stratégique technologique" de Canadair pourra être "révélé" d'ici peu au monde entier dans le secteur de l'aviation régionale (voir figures 3.1 et 3.33). Par ailleurs compte tenu de la synergie au sein du Groupe Bombardier Aéronautique entre les différents domaines d'activité auxquels l'avionnerie Canadair participent par le biais de sa gamme de différents produits (biens et services) en aéronautique, nous pouvons dire également que le "potentiel stratégique technologique" de l'avionnerie Canadair est en partie "révélé" par le biais du tout nouvel avion d'affaires à très long rayon d'action Global Express de Bombardier qui a obtenu son certificat de navigabilité de la FAA en novembre 1998, soit trois mois après avoir obtenu l'aval des autorités canadiennes qui régissent le transport aérien, soit Transports Canada.

En effet, rappelons ici que c'est l'avionnerie Canadair qui fut entièrement responsable de la conception de ce nouvel avion d'affaires haut de gamme, même si l'appareil est en fait fabriqué en partenariat avec de nombreux partenaires d'affaires. D'ailleurs, l'avionnerie Canadair est également responsable d'une partie de sa fabrication (p. ex., le nez de l'appareil et l'empennage vertical) ; ce qui, bien entendu, est un autre témoignage éloquent du "potentiel stratégique technologique" de l'avionnerie Canadair qui est ainsi "révélé" au monde entier dans le secteur spécifique de l'aviation d'affaires dans lequel l'avionnerie Canadair oeuvre depuis déjà un certain temps ; mais sans laisser indifférents les observateurs extérieurs et les gens des autres secteurs d'activité en aéronautique qui s'intéressent et suivent de près, eux aussi, les avancements technologiques importants, comme celui du Global Express de Bombardier. Enfin, les prochains grands défis pour le Groupe Bombardier Aéronautique et son avionnerie Canadair, sont le développement, dans un premier temps, d'un nouvel avion d'affaires de moyenne dimension à portée transcontinentale qui a été désigné sous l'appellation commerciale le "Continental", auquel s'ajoutera vraisemblablement, dans un second temps, le projet de développement d'un nouvel avion de transport régional de 88 à 108 places qui a été désigné sous le nom de projet « BRJ-X », dont le coût de développement est estimé à 1 milliard de dollars canadiens ou 650 millions $US (AW&ST, Sept. 14, 1998, p. 27).

Dès lors, dans l'éventualité où le Groupe Bombardier Aéronautique allait de l'avant avec le développement de nouvel avion de transport régional, celui-ci se positionnerait dans la catégorie des appareils de plus 90 sièges ; ce qui amènera, à ce moment-là, le Groupe Bombardier Aéronautique à se mesurer aux deux joueurs majeurs dans l'industrie aéronautique civile, à savoir, d'une part, le géant américain The Boeing Company qui est le N° 1 mondial dans l'industrie aéronautique civile, dont le chiffre d'affaires est dix fois supérieur à celui de Bombardier Aéronautique ; et, d'autre part, le consortium européen Airbus Industrie qui est le N° 2 mondial, dont le chiffre d'affaires est lui aussi plusieurs fois supérieur à celui de Bombardier Aéronautique. Voilà un défi de taille qui risque bien de mettre à l'épreuve, une fois de plus, le "potentiel stratégique technologique" de l'avionnerie Canadair et, de façon plus générale, le "potentiel stratégique technologique" du Groupe Bombardier Aéronautique et ses diverses avionneries qui, par ailleurs, n'en sont pas ici à leur premier défi du genre. C'est sur ces mots que nous terminons ce travail de recherche en espérant que les milliers d'heures de travail qui y ont été consentis puissent apporter une certaine contribution au domaine d'étude du management de la technologie.

RÉFÉRENCES

ABERNATHY, W.J. et CLARK, K.B. (1985). Innovation : Mapping the Winds of Creative Destruction. Research Policy, 14, 3-22.

ABERNATHY, W.J. et UTTERBACK, J.M. (1978). Patterns of Industrial Innovation. Technology Review, June-July, 40-47.

ABETTI, P.A. (1989). Technology : A Key Strategic Resource. Management Review, Feb., 37-41.

ADLER, P.S. et SHENHAR, A. (1990). Adapting Your Technological Base : The Organizational Challenge. Sloan Management Review, Fall, 25-37.

AHARONI, Y. (1993). In Search for the Unique : Can Firm-Specific Advantages Be Evaluated ? Journal of Management Studies, 30(1), 31-49.

ALLAIRE, Y. et FIRSIROTU, M.E. (1993). L'entreprise stratégique : Penser la stratégie. Boucherville, Qc : Gaëtan Morin Éditeur.

AMIT, R. et SCHOEMAKER, P.J.H. (1993). Strategic Assets and Organizational Rent. Strategic Management Journal, 14, 33-46.

ANDERSON, P. et TUSHMAN, M.L. (1990). Technological Discontinuities and Dominant Design : A Cyclical Model of Technological Change. Administrative Science Quarterly, 35, 604-633.

ANDERSON, P. et TUSHMAN, M.L. (1991). Managing through Cycles of Technological Change. Research Technology Management, May-June, 26-31.

ANDREWS, K.R. (1987). The Concept of Corporate Strategy. Third Edition. Homewood, IL : Richard D. Irwin.

ANSOFF, H.I. (1988). The New Corporate Strategy. New York : John Wiley & Sons.

ARRÈGLE, J.-L. (1995). Le savoir et l'approche Resource Based : une ressource et une compétence. Revue Française de Gestion, Septembre-Octobre, 84-94.

ARRÈGLE, J.-L. (1996). Analyse Resource Based et identification des actifs stratégiques. Revue Française de Gestion, Mars-Avril-Mai, 25-36.

AIR TRANSPORT WORLD. A Penton Publication.

AUDY, L. (1996). Le bilan technologique : une primeur. Plan. La revue du génie québécois, Avril, p. 5.

AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY. New York : The McGraw-Hill Companies.

AYRES, R.U. (1988). Barriers and Breakthroughs : An Expanding Frontiers Model of the Technology-Industry Life Cycle. Technovation, 7, 87-115.

BAGHAI, M. et al. (1997). The Growth Philosophy of Bombardier. The McKinsey Quarterly, 2, 4-29.

BARCELO, Y. (1998). Les J-A. Bombardier du 3e millénaire ?. Revue Commerce, Décembre, 158-173.

BARNETT, W.P. et BURGELMAN, R.A. (1996). Evolutionary Perspectives on Strategy. Strategic Management Journal, 17(Summer Special Issue), 5-19.

BARNEY, J.B. (1991a). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. Journal of Management, 17(1), 99-120.

BARNEY, J.B. (1991b). Special Theory Forum. The Resource-Based Model of the Firm : Origins, Implications, and Prospects. Journal of Management, 17(1), 97-98.

BARNEY, J.B. (1995). Looking Inside for Competitive Advantage. Academy of Management Executive, 9(4), 49-61.

BARNEY, J.B. (1997). Gaining and Sustaining Competitive Advantage. Reading, MA : Addison-Westley.

BARRAS, R. (1986). Towards a Theory of Innovation in Services. Research Policy, 15, 161-173.

BAUM, J.A.C. et SINGH, J.V., éds (1994a). Evolutionary Dynamics of Organizations. New York : Oxford University Press.

BAUM, J.A.C. et SINGH, J.V. (1994b). Organizational Hierarchies and Evolutionary Processes : Some Reflections on a Theory of Organizational Evolution. Dans Baum et Singh (1994a: 3-20), op. cit.

BLACK, J.A. et BOAL, K.B. (1994). Strategic Resources : Traits, Configurations and Paths to Sustainable Competitive Advantage. Strategic Management Journal, 15(Summer Special Issue), 131-148.

BOWER, J.L. (1970). Managing the Resource Allocation Process : A Study of Corporate Planning and Investment. Boston, MA : Harvard Business School Press.

BOWER, J.L. et Christensen, C.M. (1995). Disruptive Technologies : Catching the Wave. Harvard Business Review, January-February, 43-53.

BRITTAIN, J.W. et FREEMAN, J.H. (1980). Organizational Proliferation and Density Dependent Selection. Dans J.R. Kimberly et al. (éds) The Organizational Life Cycle : Issues in the Creation, Transformation, and Decline of Organizations. San Francisco, CA : Jossey Bass, 291-338.

BURGELMAN, R.A. (1991). Intraorganizational Ecology of Strategy Making and Organizational Adaptation : Theory and Field Research. Organization Science, 2(3), 239-262.

BURGELMAN, R.A. (1994). Fading Memories : A Process Theory of Strategic Business Exit in Dynamic Environments. Administrative Science Quarterly, 39, 24-56.

BURGELMAN, R.A. (1996). A Process Model of Strategic Business Exit : Implications for an Evolutionary Perspective on Strategy. Strategic Management Journal, 17(Summer Special Issue), 193-214.

BURGELMAN, R.A., COGAN, G.W. et B.K. GRAHAM (1997). Strategic Business Exit and Corporate Transformation : Evolving Links of Technology Strategy and Substantive and Generic Corporate Strategies. Dans R.A. Burgelman et R.S. Rosenbloom (éds) Research on Technological Innovation, Management and Policy. Volume 6. Greenwich, CT : JAI Press Inc., 1997a, 89-153.

BURGELMAN, R.A. et GROVE, A.S. (1996a). Strategic Dissonance. California Management Review, 38(2), 8-28.

BURGELMAN, R.A. et GROVE, A.S. (1996b). Sachez identifier et corriger les dissonances. L'Expansion Management Review, Juin, 28-38.

BURGELMAN, R.A., KOSNICK, T.J. et VAN DEN POEL, M. (1988). Toward an Innovative Capabilities Audit Framework. Dans R.A. Burgelman et M. Maidique (éds) Strategic Management of Technology and Innovation. Homewood, IL : Irwin, 1988, pp. 31-44.

BURGELMAN, R.A., MAIDIQUE, M.A. et WHEELWRIGHT, S.C., éds (1996). Strategic Management of Technology and Innovation. Second Edition. Chicago, IL : Irwin.

BURGELMAN, R.A. et ROSENBLOOM, R.S. (1989). Technology Strategy : An Evolutionary Process Perspective. Dans R.S. Rosenbloom et R.A. Burgelman (éds) Research on Technological Innovation, Management and Policy. Volume 4. Greenwich, CT : JAI Press Inc., 1989, 1-23.

BURGELMAN, R.A. et ROSENBLOOM, R.S., éds (1993). Research on Technological Innovation, Management and Policy. Volume 5. Greenwich, CT : JAI Press Inc.

BURGELMAN, R.A. et ROSENBLOOM, R.S., éds (1997a). Research on Technological Innovation, Management and Policy. Volume 6. Greenwich, CT : JAI Press Inc.

BURGELMAN, R.A. et ROSENBLOOM, R.S. (1997b). Design and Implementation of Technology Strategy : An Evolutionary Perspective. Notes de recherche non publiées. No 98-041. Boston, MA : Harvard Business School.

BUSINESS & COMMERCIAL AVIATION. New York : The McGraw-Hill Companies.

CAME, B. (1997). Sky King. Bombardier's New Regional Jet Is Revolutionizing the Way People Fly. Maclean's, August 11, 30-36.

CAMPBELL, A. et LUCHS, K.S., éds (1997). Core Competency-Based Strategy. London, UK : International Thomson Business Press.

CAMPBELL, D.T. (1965). Variation and Selective Retention in Socio-Cultural Evolution. Dans H.R. Barringer, G.I. Blanksten et R.W. Mack (éds) Social Change in Developing Areas : A Reinterpretation of Evolutionary Theory. Cambridge, MA : Schenkman Publishing, 19-49.

CAMPBELL, D.T. (1969). Variation and Selective Retention in Socio-Cultural Evolution. General Systems, 14, 69-95.

CARROLL, G.R. (1984). Organizational Ecology. Annual Review of Sociology, 10, 71-93.

CARROLL, G.R., éd. (1988a). Ecological Models of Organizations. Cambridge, MA : Ballinger.

CARROLL, G.R. (1988b). Ecological Models of Organizations. Dans Carroll (1988a : 1-31), op. cit.

CARROLL, G.R. (1993). A Sociological View on Why Firms Differ. Strategic Management Journal, 14, 237-249.

CHANDLER, A.D. JR. (1962). Strategy and Structure : Chapters in the History of the American Industrial Enterprise. Cambridge, MA : The MIT Press.

CHI, T. (1994). Trading in Strategic Resources : Necessary Conditions, Transactions Cost Problems, and Choice of Exchange Structure. Strategic Management Journal, 15, 271-290.

CHILD, J. (1972). Organizational Structure, Environment and Performance : The Role of Strategic Choice. Sociology, 6(1), 1-22.

CHILD, J. (1997). Strategic Choice in the Analysis of Action, Structure, Organizations and Environment : Retrospect and Prospect. Organization Studies, 18(1), 43-76.

CHRISTEN, Y. (1982). Le dossier Darwin. Paris : Éditions Copernic.

CHRISTENSEN, C.M. (1992a). Exploring the Limits of the Technology S-Curve. Part I : Component Technologies. Production and Operations Management, 1(4), 334-357.

CHRISTENSEN, C.M. (1992b). Exploring the Limits of the Technology S-Curve. Part II : Architectural Technologies. Production and Operations Management, 1(4), 358-366.

CHRISTENSEN, C.M. (1992c). The Innovator's Challenge: Understanding the Influence of Market Environment on Processes of Technology Development in the Rigid Disk Drive Industry. Thèse de doctorat non publiée. Boston, MA : Harvard University, Graduate School of Business Administration.

CHRISTENSEN, C.M. (1997a). The Innovator's Dilemma : When New Technologies Cause Great Firms to Fail. Boston, MA : Harvard Business School Press.

CHRISTENSEN, C.M. (1997b). Patterns in the Evolution of Product Competition. European Management Journal, 15(2), 117-127.

CHRISTENSEN, C.M. (1997c). Fatal Attraction : The Dangers of Too Much Technology. Computerworld, Vol. 3, No 6 (Leadership Series/June 16, 1997), 1-11.

CHRISTENSEN, C.M. (1997d). Making Strategy : Learning By Doing. Harvard Business Review, November-December, 141-156.

CHRISTENSEN, C.M. et BOWER, J.L. (1996). Customer Power, Strategic Investment, and the Failure of Leading Firms. Strategic Management Journal, 17, 197-218.

CHRISTENSEN, C.M. et ROSENBLOOM, R.S. (1995). Explaining the Attacker's Advantage : Technological Paradigms, Organizational Dynamics, and the Value Network. Research Policy, 24, 233-257.

CLARK, N. et JUMA, C. (1988). Evolutionary Theories in Economic Thought. Dans Dosi et al. (1988: 197-218), op. cit.

COHEN, W.M. et LEVINTHAL, D.A. (1990). Absorptive Capacity : A New Perspective on Learning and Innovation. Administrative Science Quarterly, 35, 128-152.

COLLIS, D.J. et MONTGOMERY, C.A. (1995). Competing on Resources : Strategy in the 1990s. Harvard Business Review, July-August, 118-128.

COLLIS, D.J. et MONTGOMERY, C.A. (1998). Corporate Strategy : A Resource-Based Approach. New-York : Irwin/McGraw-Hill.

CONNER, K.R. (1991). A Historical Comparaison of Resource-Based Theory and Five Schools of Thought within Industrial Organization Economics : Do We Have a New Theory of the Firm ? Journal of Management, 17(1), 121-154.

CONSTANT, E.W. (1973). A Model for Technological Change Applied to the Turbojet Revolution. Technology and Culture, 14(4), 553-572.

CONSTANT, E.W. (1980). The Origins of the Turbojet Revolution. Baltimore, MD : The Johns Hopkins University Press.

COOMBS, R.W., SAVIOTTI, P.P. et WALSH, V., éds (1992a). Technological Change and Companies Strategies : Economic and Sociological Perspectives. London, UK : Academic Press.

COOMBS, R.W., SAVIOTTI, P.P. et WALSH, V. (1992b). Technology and the Firm : The Convergence of Economic and Sociological Approaches. Dans Coombs et al. (1992a: 1-24), op. cit.

CÔTÉ, M. (1995). La gestion stratégique d'entreprise : Aspects théoriques. 2e édition. Boucherville, Qc : Gaëtan Morin Éditeur.

COUSINEAU, S. (1996). Le quitte ou double de Bombardier. Revue Commerce, Décembre, 24-30.

CYERT, R.M. et MARCH, J.G. (1963). A Behavioral Theory of the Firm. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.

DARWIN, C.R. (1859). L'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle ou la lutte pour l'existence dans la nature. Verviers, Belgique : Éditions Gérard & C°, 1973.

DAVID, P.A. (1985). Clio and the Economics of QWERTY. American Economic Review, 75(2), 332-337.

DAVID, P.A. (1987). Some New Standards for the Economics of Standardization in the Information Age. Dans P. Dasgupta et P. Stoneman (éds) Economic Policy and Technological Performance. Cambridge, UK : Cambridge University Press, 1987, 206-239.

DAVID, P.A. et GREENSTEIN, S. (1990). The Economics of Compatibility Standards : An Introduction to Recent Research. Economics of Innovation and New Technology, 1(1/2), 3-41.

DAY, G.S. (1990). Market Driven Strategy. Processes for Creating Value. New York : The Free Press.

DAY, G.S. (1997). Maintaining the Competitive Edge : Creating and Sustaining Advantages in Dynamic Competitive Environments. Dans G.S. Day et D.J. Reibstein (éds) Wharton on Dynamic Competitive Strategy. New York : John Wiley & Sons, 1997, 48-75.

DEBRESSON, C. (1987). The Evolutionary Paradigm and the Economics of Technological Change. Journal of Economic Issues, 11(2), 751-762.

DIERICKX, I. et COOL, K. (1989). Asset Stock Accumulation and Sustainability of Competitive Advantage. Management Science, 35(12), 1504-1511.

DIERICKX, I. et COOL, K. (1994). Competitive Strategy, Asset Accumulation and Firm Performance. Dans H. Daems et H. Thomas (éds) Strategic Groups, Strategic Moves and Performance. Oxford, UK : Elsevier Science Ltd, Pergamon, 1994, 63-80.

DOSI, G. (1982). Technological Paradigms and Technological Trajectories. Research Policy, 11, 147-162.

DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SILVERBERG, G. et SOETE, L., éds (1988). Technical Change and Economic Theory. London, UK : Pinter Publishers.

DOZ, Y.L. (1994). Les dilemmes de la gestion du renouvellement des compétences clés. Revue Française de Gestion, Janvier-Février, 92-104.

DUSSAUGE, P. et RAMANANTSOA, B. (1987). Technologie et stratégie d'entreprise. Paris : McGraw-Hill.

EHRNBERG, E. (1995). On the Definition and Measurement of Technological Discontinuities. Technovation, 15(7), 437-452.

ELDREDGE, N. (1989). Punctuated Equilibria, Rates of Change and Large-Scale Entities in Evolutionary Systems. Journal of Social and Biological Structures, 12(2/3), 173-184.

ELDREDGE, N. et GOULD, S.J. (1972). Punctuated Equilibria : An Alternative to Phyletic Gradualism. Dans T.J.M. Schopf (éd.) Models in Paleobiology. San Fransisco, CA : Freeman, Cooper & Company, 1972, 82-115.

ENGLAND, R.W., éd. (1994). Evolutionary Concepts in Contemporary Economics. Ann Arbor, MI : The University of Michigan Press.

FLIGHT INTERNATIONAL. Surrey, UK : Reed Business Information Ltd.

FORAY, D. (1989). Les modèles de compétition technologique. Une revue de la littérature. Revue d'économie industrielle, 48(2e trimestre), 16-34.

FORAY, D. (1990). Exploitation des externalités de réseau versus évolution des normes : les formes d'organisation face au dilemme de l'efficacité, dans le domaine des technologies de réseaux. Revue d'économie industrielle, 51(1er trimestre), 113-140.

FORAY, D. (1993). Standardisation et concurrence : des relations ambivalentes. Revue d'économie industrielle, 63(1er trimestre), 85-101.

FORAY, D. (1994). Les nouveaux paradigmes de l'apprentissage technologique. Revue d'économie industrielle, 69(3e trimestre), 93-104.

FORAY, D. (1996). Diversité, sélection et standardisation : les nouveaux modes de gestion du changement technique. Revue d'économie industrielle, 75(1er trimestre), 257-274.

FOSS, N.J., éd. (1997). Resources, Firms, and Strategies : A Reader in the Resource-Based Perspective. Oxford, UK : Oxford University Press.

FOSS, N.J. et KNUDSEN, C., éds (1996). Towards a Competence Theory of the Firm. London, UK : Routledge.

FOSTER, R.N. (1986a). Innovation. The Attacker's Advantage. New York : Summit Books. [Traduction française : L'innovation. Avantage à l'attaquant. Paris : InterÉditions, 1986b].

FREEMAN, J. (1995). Business Strategy from the Population Level. Dans Montgomery (1995: 219-250), op. cit.

GALLOUJ, F. et WEINSTEIN, O. (1997). Innovation in Services. Research Policy, 26, 537-556.

GARUD, R. et NAYYAR, P.R. (1994). Transformative Capacity : Continual Structuring by Inter-temporal Technology Transfer. Strategic Management Journal, 15, 365-385.

GERSICK, C.J.G. (1991). Revolutionary Change Theories : A Multilevel Exploration of the Punctuated Equilibrium Paradigm. Academy of Management Review, 16(1), 10-36.

G.E.S.T. (1986). Grappes technologiques. Les nouvelles stratégies d'entreprise. Paris: McGraw-Hill.

GHEMAWAT, P. (1991). Commitment.The Dynamic of Strategy. New York : The Free Press.

GHEMAWAT, P. et DEL SOL, P. (1998). Commitment versus Flexibility ? California Management Review, 40(4), 26-42.

GOULD, S.J. (1982). Darwinism and the Expansion of Evolutionary Theory. Science, 216, 380-387.

GOULD, S.J. (1989). Punctuated Equilibrium in Fact and Theory. Journal of Social and Biological Structures, 12 (2/3), 117-136.

GRANT, R.M. (1991). The Resource-Based Theory of Competitive Advantage : Implications for Strategy Formulation. California Management Review, Spring, 114-135.

GRANT, R.M. (1995). Contemporary Strategy Analysis. Concepts, Techniques, Applications. Second Edition. Cambridge, MA : Basil Blackwell.

GRANT, R.M. (1996). Toward a Knowledge-Based Theory of the Firm. Strategic Management Journal, 17(Winter Special Issue), 109-122.

GREINER, L.E. (1972). Evolution and Revolution as Organizations Grow. Harvard Business Review, July-August, 37-46.

HAFSI, T., TOULOUSE, J.-M. et collaborateurs (1996). La stratégie des organisations : une synthèse. Montréal, Qc : Les Éditions Transcontinental inc.

HAFSI, T. et FABI, B. (1997). Les fondements du changement stratégique. Montréal, Qc : Les Éditions Transcontinental inc.

HALL, P. (1994). Innovation, Economics and Evolution : Theoretical Perspectives on Changing Technology in Economic Systems. London, UK : Harvester Wheatsheaf.

HALL, R. (1991). The Contribution of Intangible Resources to Business Success. Journal of General Management, 16(4), 41-52.

HALL, R. (1992). The Strategic Analysis of Intangible Resources. Strategic Management Journal, 13, 135-144.

HALL, R. (1993). A Framework Linking Intangible Resources and Capabilities to Sustainable Competitive Advantage. Strategic Management Journal, 14, 607-618.

HALL, R. (1994). A Framework for Identifying the Intangible Sources of Sustainable Competitive Advantage. Dans Hamel et Heene (1994: 149-169), op. cit.

HAMEL, G. (1994). The Concept of Core Competence. Dans Hamel et Heene (1994: 11-33), op. cit.

HAMEL, G. et HEENE, A., éds (1994). Competence-Based Competition. Chichester, UK : John Wiley & Sons Ltd.

HAMEL, G. et PRAHALAD, C.K. (1989). Strategic Intent. Harvard Business Review, May-June, 63-76.

HAMEL, G. et PRAHALAD, C.K. (1992). Letters. Harvard Business Review, May-June, 164-170.

HAMEL, G. et PRAHALAD, C.K. (1993). Strategy as Stretch and Leverage. Harvard Business Review, March-April, 75-84.

HAMEL, G. et PRAHALAD, C.K. (1994). Competing for the Future. Breakthrough Strategies for Seizing Control of Your Industry and Creating the Markets for Tomorrow. Cambridge, MA : Harvard Business School Press. [Traduction française : La conquête du futur. Stratégies

audacieuses pour prendre en main le devenir de votre secteur et créer les marchés de demain. Paris : InterÉditions, 1995].

HANNAN, M.T. et CARROLL, G.R. (1992). Dynamics of Organizational Populations : Density, Legitimation, and Competition. New York : Oxford University Press.

HANNAN, M.T. et FREEMAN, J. (1977). The Population Ecology of Organizations. American Journal of Sociology, 82(5), 929-964.

HANNAN, M.T. et FREEMAN, J. (1984). Structural Inertia and Organizational Change. American Sociological Review, 49(April), 149-164.

HEENE, A. et SANCHEZ, R., éds (1997). Competence-Based Strategic Management. Chichester, UK : John Wiley & Sons Ltd.

HENDERSON, R. (1995). Of Life Cycles Real and Imaginary : The Unexpectedly Long Old Age of Optical Lithography. Research Policy, 24, 631-643.

HENDERSON, R. et CLARK, K.B. (1990). Architectural Innovation : The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. Administrative Science Quarterly, 35, 9-30.

HILL, C.W.L. (1997). Establishing a Standard : Competitive Strategy and Technological Standards in Winner-Take-All Industries. Academy of Management Executive, 11(2), 7-25.

HILL, C.W.L., HEELEY, M. et SAKSON, J. (1993). Strategies for Profiting from Technological Product Innovations. Dans M.W. Lawless et L.R. Gomez-Mejia (éds) Advances in Global High-Technology Management. Volume 3. Greenwich, CT : JAI Press Inc., 1993, 79-95.

HILL, C.W.L. et JONES, G.R. (1995). Strategic Management Theory. An Integrated Approach. Third Edition. Boston, MA : Houghton Mifflin Company.

HILL, C.W.L. et JONES, G.R. (1998). Strategic Management. An Integrated Approach. Fourth Edition. Boston, MA : Houghton Mifflin Company.

HODGSON, G.M. (1993). Economics and Evolution : Bringing Life Back into Economics. Ann Arbor, MI : The University of Michigan Press.

HODGSON, G.M. (1994). Precursors of Modern Evolutionary Economics : Marx, Marshall, Veblen, and Schumpeter. Dans England (1994 : 9-35), op. cit.

HOFFMAN, A. (1989). Fifteen Years Later : Punctuated Equilibrium in Retrospect. Journal of Social and Biological Structures, 12(2/3), 185-194.

HREBINIAK, L.G. et JOYCE, W.F. (1985). Organizational Adaptation : Strategic Choice and Environmental Determinism. Administrative Science Quarterly, 30, 336-349.

IANSITI, M. (1995). Technology Integration : Managing Technological Evolution In a Complex Environment. Research Policy, 24, 521-542.

IANSITI, M. (1997). From Technological Potential to Product Performance : An Empirical Analysis. Research Policy, 26, 345-365.

IANSITI, M. (1998). Technology Integration : Making Critical Choices in a Dynamic World. Boston, MA : Harvard Business School Press.

IANSITI, M. et KHANNA, T. (1995). Technological Evolution, System Architecture and the Obsolescence of Firm Capabilities. Industrial and Corporate Change, 4(2), 333-361.

IANSITI, M. et WEST, J. (1997). Technology Integration : Turning Great Research into Great Products. Harvard Business Review, May-June, 69-79.

INDUSTRIE CANADA (1996). Les aéronefs et les pièces d'aéronef. Partie 1 : Vue d'ensemble et perspectives. Cadres de compétitivité sectorielle. Gouvernement du Canada. Ministère des Approvisionnements et Services Canada, 1996.

INTERAVIA BUSINESS & TECHNOLOGY. Genève, Suisse : Aerospace Media Publishing.

ISAACSON, W. (1997). The Passion of Andrew Grove. Time, December 29, 24-29.

ITAMI, H. avec ROEHL, T.W. (1987). Mobilizing Invisible Assets. Cambridge, MA : Harvard University Press.

JANE'S ALL THE WORLD'S AIRCRAFT. Surrey, UK : Jane's Information Group Limited.

JELINEK, M. et SCHOONHOVEN, C.B. (1990). The Innovation Marathon : Lessons from High Technology Firms. Cambridge, MA : Basil Blackwell.

KAPLAN, R.S. et NORTON, D.P. (1992). The Balanced Scorecard - Measures that Drive Performance. Harvard Business Review, January-February, 71-79.

KAPLAN, R.S. et NORTON, D.P. (1993). Putting the Balanced Scorecard to Work. Harvard Business Review, September-October, 134-147.

KAPLAN, R.S. et NORTON, D.P. (1996a). The Balanced Scorecard : Translating Strategy Into Action. Boston, MA : Harvard Business School Press.

KAPLAN, R.S. et NORTON, D.P. (1996b). Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System. Harvard Business Review, January-February, 75-85.

KAPLAN, R.S. et NORTON, D.P. (1996c). Linking the Balanced Scorecard to Strategy. California Management Review, 39(1), 53-79.

KIDD, K. (1996). The Bombardier Express. The Globe and Mail Report on Business Magazine, April, 48-55.

KIMBERLY, J.R. (1981). Managerial Innovation. Dans Nystrom et Starbuck (1981: 84-104), op. cit.

KIRAT, T. (1991). Pourquoi une théorie évolutionniste du changement technologique ?. Économie Appliquée, 44(3), 29-57.

KOGUT, B. et ZANDER, U. (1992). Knowledge of the Firm, Combinative Capabilities, and the Replication of Technology. Organization Science, 3(3), 383-397.

KUHN, T.S. (1996). The Structure of Scientific Revolutions. Third Edition. Chicago, IL : The University of Chicago Press.

LAMARCK, J.-B.-P.-A. (1809). Philosophie zoologique. Paris : Flammarion, 1994.

LANCASTER, K.J. (1966). A New Approach to Consumer Theory. Journal of Political Economy, 74(2), 132-157.

LARUE DE TOURNEMINE, R. (1991). Stratégies technologiques et processus d'innovation. Paris : Les Éditions d'Organisation.

LAWRENCE, P.R. et LORSCH, J.W. (1967). Organization and Environment : Managing Differenciation and Integration. Homewood, IL : Richard D. Irwin.

LEFEBVRE, L.A., LEFEBVRE, É. et BOURGAULT, M. (1997). Quebec Aerospace Industry Issues in Asia Pacific. Asia Pacific Papers, January 2, 1-23.

LEFEBVRE, É., LEFEBVRE, L.A., HARVEY, J. et LE LUEL, A. (1993). Sous-traitance et compétitivité : le secteur de l'aéronautique et de l'aérospatiale au Québec. Montréal, Qc : Conseil de la science et de la technologie du Québec.

LEONARD-BARTON, D. (1992). Core Capabilities and Core Rigidities : A Paradox in Managing New Product Development. Strategic Management Journal, 13(Summer Special Issue), 111-125.

LEONARD-BARTON, D. (1995). Wellsprings of Knowledge. Building and Sustaining the Sources of Innovation. Boston, MA : Harvard Business School Press.

LEVITT, T. (1966). Innovative Imitation. Harvard Business Review, September-October, 63-70.

LEVITT, B. et MARCH, J.G. (1988). Organizational Learning. Annual Review of Sociology, 14, 319-340.

LIPPMAN, S.A. et RUMELT, R.P. (1982). Uncertain Imitability : An Analysis of Interfirm Differences in Efficiency Under Competition. The Bell Journal of Economics, 13, 418-438.

LIVESEY, B. (1997). Ceiling Unlimited. The Globe and Mail Report on Business Magazine, April, 36-44.

MADSEN, T.L. et MCKELVEY, B. (1996). Darwinian Dynamic Capability : Performance Effects of Balanced Intrafirm Selection Processes. Academy of Management Best Papers Proceedings, 26-30.

MAHONEY, J.T. et PANDIAN, J.R. (1992). The Resource-Based View within the Conversation of Strategic Management. Strategic Management Journal, 13, 363-380.

MARCH, J.G. et SIMON, H.A. (1958). Organizations. New York : John Wiley & Sons.

MARKIDES, C.C. (1997). Strategic Innovation. Sloan Management Review, Spring, 9-23.

MARKIDES, C.C. (1998). Strategic Innovation in Established Companies. Sloan Management Review, Spring, 31-42.

MARKIDES, C.C. et WILLIAMSON, P.J. (1994). Related Diversification, Core Competences and Corporate Performance. Strategic Management Journal, 15(Summer Special Issue), 149-165.

MARKIDES, C.C. et WILLIAMSON, P.J. (1996). Corporate Diversification and Organizational Structure : A Resource-Based View. Academy of Management Journal, 39(2), 340-367.

MAYR, E. (1989). Speciational Evolution or Punctuated Equilibria. Journal of Social and Biological Structures, 12(2/3), 137-158.

MCKELVEY, B. (1982). Organizational Systematics : Taxonomy, Evolution, Classification. Berkeley, CA : University of California Press.

METCALFE, J.S. (1986). Technological Innovation and the Competitive Process. Dans P. Hall (éd.) Technology, Innovation and Economic Policy. New York : St Martin's Press, 1986, 35-64.

METCALFE, J.S. (1989). Evolution and Economic Change. Dans A. Silberston (éd.) Technology and Economic Progress. Hampshire, UK : MacMillan Press, 1989.

METCALFE, J.S. (1992). Variety, Structure and Change : An Evolutionary Perspective on the Competitive Process. Revue d'économie industrielle, 51(1er trimestre), 46-61.

METCALFE, J.S. et BODEN, M. (1992). Evolutionary Epistemology and the Nature of Technology Strategy. Dans Coombs, Saviotti et Walsh (1992a: 49-71), op. cit.

METCALFE, J.S. et GIBBONS, M. (1986). Technological Variety and the Process of Competition. Économie appliquée, 39(3), 493-520.

METCALFE, J.S. et GIBBONS, M. (1989). Technological Variety and Organization : A Systematic Pers-pective on the Competitive Process. Dans Rosenbloom et Burgelman (1989: 153-193), op. cit.

MEYER, A.D., BROOKS, G.R. et GOES, J.B. (1990). Environmental Jolts and Industry Revolutions : Organizational Responses to Discontinuous Change. Strategic Management Journal, 11, 93-110.

MEYER, J.W. et ROWAN, B. (1988). Institutionalized Organizations : Formal Structure as Myth and Ceremony. American Journal of Sociology, 83(2), 340-363.

MEYER, M.H., TERTZAKIAN, P. et UTTERBACK, J.M. (1997). Metrics for Managing Research and Development in the Context of the Product Family. Management Science, 43(1), 88-111.

MILLER, D. (1990). The Icarus Paradox. New York : Harper & Row. [Traduction française : Le paradoxe d'Icare : comment les grandes entreprises se tuent à réussir. Sainte-Foy, Qc : Les Presses de l'Université Laval, 1992].

MILLER, D. (1991). Le paradoxe d'Icare. Gestion, revue internationale de gestion, Sept., 33-41.

MILLER, D. (1996). Configurations de stratégies et de structures : un pas vers la synthèse. Gestion, revue internationale de gestion, 21(1), 43-54.

MILLER, D. et FRIESEN, P.H. (1980). Momentum and Revolution in Organizational Adaptation. Academy of Management Journal, 23(4), 591-614.

MINTZBERG, H. (1978). Patterns in Strategy Formation. Management Science, 24(9), 934-948.

MINTZBERG, H. (1994). Grandeur et décadence de la planification stratégique. Paris : Dunod.

MONTGOMERY, C.A., éd. (1995). Resource-Based and Evolutionary Theories of the Firm : Towards a Synthesis. Boston, MA : Kluwer Academic Publishers.

MOKYR, J. (1990a). The Lever of Riches : Technological Creativity and Economic Progress. New York : Oxford University Press.

MOKYR, J. (1990b). Twenty-Five Centuries of Technological Change : An Historical Survey. Chur, Switzerland : Harwood Academic Publishers.

MORIN, J. (1985). L'excellence technologique. Paris : Éditions Jean Picollec.

MORIN, J. et SEURAT, R. (1989). Le management des ressources technologiques. Paris: Les Éditions d'Organisation.

MOSAKOWSKI, E. et MCKELVEY, B. (1997). Predicting Rent Generation in Competence-based Competition. Dans Heene et Sanchez (1997: 65-85), op. cit.

NADEAU, J.B. (1997a). Laurent Beaudoin : L'as-pilote de Bombardier. L'actualité, 1er sept., 16-24.

NADEAU, J.B. (1997b). Global Express : tout est dans l'aile. Québec Science, Octobre, 41-44.

NELSON, R.R. (1987). Understanding Technical Change as an Evolutionary Process. Amsterdam : Elsevier Science Publishers B.V.

NELSON, R.R. (1994a). Evolutionary Theorizing about Economic Change. Dans N.J. Smelser et R. Swedberg (éds) The Handbook of Economic Sociology. Princeton, NJ : Princeton University Press, 1994, 108-136.

NELSON, R.R. (1994b). The Co-evolution of Technology, Industrial Structure, and Supporting Institutions. Industrial and Corporate Change, 3(1), 47-63.

NELSON, R.R. (1994c). The Coevolution of Technologies and Institutions. Dans England (1994: 139-156), op. cit.

NELSON, R.R. (1996). The Evolution of Comparative or Competitive Advantage : A Preliminary Report on a Study. Industrial and Corporate Change, 5(2), 597-617.

NELSON, R.R. et WINTER, S.G. (1974). Neoclassical vs Evolutionary Theories of Economic Growth : Critique and Prospectus. The Economic Journal, 84, 886-905.

NELSON, R.R. et WINTER, S.G. (1982). An Evolutionary Theory of Economic Change. Cambridge, MA : The Belknap Press of Harvard University Press.

NORMANDIN, M., MAJOR, P. et DES MARAIS, P. (1996). Modèle technologique de l'entreprise. Rapport final du projet. Montréal : Ordre des ingénieurs du Québec.

NYSTROM, P.C. et STARBUCK, W.H., éds (1981). Handbook of Organizational Design. Volume 1. New York : Oxford University Press.

OLLEROS, F.J. (1986). Emerging Industries and the Burnout of Pioneer. Journal of Product Innovation and Management, 1, 5-18.

ORGANISATION MONDIALE DU COMMERCE (1999). Rapport du Groupe spécial Brésil - Programme de financement des exportations pour les aéronefs. Rapport No WT/DS46/R. Genève, Suisse.

PENROSE, E.T. (1959). The Theory of the Growth of the Firm. White Plains, NY : M.E. Sharpe, 1980.

PETERAF, M.A. (1993). The Cornerstones of Competitive Advantage : A Resource-Based View. Strategic Management Journal, 14, 179-191.

PETTIGREW, A.M. (1987). Introduction : Researching Strategic Change. Dans A.M. Pettigrew (éd.) The Management of Strategic Change. Oxford, UK : Basil Blackwell, 1987, 1-13.

PFEFFER, J. et SALANCIK, G.R. (1978). The External Control of Organizations: A Resource Dependance Perspective. New York : Harper & Row, Publishers.

PORTER, M.E. (1980). Competitive Strategy : Techniques for Analyzing Industries and Competitors. New York : The Free Press. [Traduction française : Choix stratégiques et concurrence. Paris : Economica, 1982].

PORTER, M.E. (1981). The Contributions of Industrial Organization to Strategic Management. Academy of Management Review, 6(4), 609-620.

PORTER, M.E. (1983). The Technological Dimension of Competitive Strategy. Dans Rosenbloom (1983: 1-33), op. cit.

PORTER, M.E. (1985). Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. New York : The Free Press. [Traduction française : L'Avantage concurrentiel : Comment devancer ses concurrents et maintenir son avance. Paris : InterÉditions, 1986].

PORTER, M.E. (1991). Towards a Dynamic Theory of Strategy. Strategic Management Journal, 12 (Winter Special Issue), 95-117.

PORTER, M.E. (1996). What Is Strategy. Harvard Business Review, November-December, 61-78.

PORTER, M.E. (1998). On Competition. Boston, MA : Harvard Business Review Press.

PRAHALAD, C.K. (1993). The Role of Core Competencies in the Corporation. Research-Technology Management, November-December, 40-47.

PRAHALAD, C.K., FAHEY, L. et RANDALL, R.M. (1994). A Strategy for Growth : The Role of Core Competencies in the Corporation. Dans L. Fahey et R.M. Randall (éds) The Portable MBA in Strategy. New York : John Wiley & Sons, 1994, 249-269.

PRAHALAD, C.K. et HAMEL, G. (1990). The Core Competence of the Corporation. Harvard Business Review, May-June, 79-91.

PRAHALAD, C.K. et HAMEL, G. (1994). Strategy as a Field of Study : Why Search for a New Paradigm ? Strategic Management Journal, 15(Summer Special Issue), 5-16.

REED, R. et DEFILLIPPI, R.J. (1990). Causal Ambiguity, Barriers to Imitation, and Sustainable Competitive Advantage. Academy of Management Review, 15(1), 88-102.

REGIONAL AIRLINE ASSOCIATION (1998). RAA 1998 Annual Report. Washington, D.C.

REGIONAL UPDATE. Bombardier Aerospace Regional Aircraft, Downsiew, Ontario.

RIBAULT, J.-M., MARTINET, B. et LEBIDOIS, D. (1991). Le management des technologies. Paris : Les Éditions d'Organisation.

ROSENBLOOM, R.S., éd. (1983). Research on Technological Innovation, Management and Policy. Volume 1. Greenwich, CT : JAI Press Inc.

ROSENBLOOM, R.S., éd. (1985). Research on Technological Innovation, Management and Policy. Volume 2. Greenwich, CT : JAI Press Inc.

ROSENBLOOM, R.S., éd. (1986). Research on Technological Innovation, Management and Policy. Volume 3. Greenwich, CT : JAI Press Inc.

ROSENBLOOM, R.S. et BURGELMAN, R.A., éds (1989). Research on Technological Innovation, Management and Policy. Volume 4. Greenwich, CT : JAI Press Inc.

ROSENBLOOM, R.S. et CHRISTENSEN, C.M. (1994). Technological Discontinuities, Organizational Capabilities, and Strategic Commitments. Industrial and Corporate Change, 3(3), 655-685.

ROSENKOPF, L. et TUSHMAN, M.L. (1994). The Coevolution of Technology and Organization. Dans Baum et Singh (1994a: 403-424), op. cit.

RUMELT, R.P. (1984). Towards a Strategic Theory of the Firm. Dans R.B. Lamb (éd.) Competitive Strategic Management. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, 1984, 556-570.

RUMELT, R.P. (1987). Theory, Strategy, and Entrepreneurship. Dans D.J. Teece (éd.) The Competitive Challenge. Strategies for Industrial Innovation and Renewal. New York : Harper & Row, 1987, 137-158.

RUMELT, R.P. (1994). Foreword. Dans G. Hamel et A. Heene (éds) Competence-Based Competition. Chichester, UK : John Wiley & Sons Ltd, 1994.

RUMELT, R.P., SCHENDEL, D.E. et TEECE, D.J., éds (1994). Fundamental Issues in Strategy. A Research Agenda. Boston, MA : Harvard Business School Press.

SANCHEZ, R. et HEENE, A. (1996). A System View of the Firm in Competence-Based Competition. Dans Sanchez, Heene et Thomas (1996: 39-62), op. cit.

SANCHEZ, R. et HEENE, A., éds (1997a). Strategic Learning and Knowledge Management. New York : John Wiley & Sons.

SANCHEZ, R. et HEENE, A. (1997b). Competence-based Strategic Management : Concepts and Issues for Theory, Research, and Practice. Dans Heene et Sanchez (1997: 3-42), op. cit.

SANCHEZ, R. et HEENE, A. (1997c). A Competence Perspective on Strategic Learning and Knowledge Management. Dans Sanchez et Heene (1997a: 3-15), op. cit.

SANCHEZ, R. et HEENE, A. (1997d). Reinventing Strategic Management : New Theory and Practice for Competence-Based Competition. European Management Journal, 15(3), 303-317.

SANCHEZ, R., HEENE, A. et THOMAS, H., éds (1996a). Dynamics of Competence-Based Competition. Theory and Practice in the New Strategic Management. Oxford, UK : Elsevier Science Ltd, Pergamon.

SANCHEZ, R., HEENE, A. et THOMAS, H. (1996b). Introduction : Towards the Theory and Practice of Competence-Based Competition. Dans Sanchez, Heene et Thomas (1996a: 1-35), op. cit.

SANDERSON S. et UZUMERI, M. (1995). Managing Product Families : The Case of the Sony Walkman. Research Policy, 24, 761-782.

SAVIOTTI, P.P. (1985). An Approach to the Measurement of Technology Based on the Hedonic Price Method and Related Methods. Technological Forecasting and Social Change, 27, 309-334.

SAVIOTTI, P.P. (1995a). Renouveau des politiques industrielles : le point de vue des théories évolutionnistes. Revue d'économie industrielle, 71(1er trimestre), 199-212.

SAVIOTTI, P.P. (1995b). Technology Mapping and the Evaluation of Technical Change. International Journal of Technology Management, 10(4/5/6), 407-425.

SAVIOTTI, P.P. (1996). Technological Evolution, Variety and the Economy. Cheltenham, UK : Edward Elgar Publishing Ltd.

SAVIOTTI, P.P. et BOWMAN, A. (1984). Indicators of Output of Technology. Dans M. Gibbons et B. Udgaonakar (éds) Science and Technology Policy in the 1980's and Beyond. London, UK : Longman.

SAVIOTTI, P.P. et METCALFE, J.S. (1984). A Theoretical Approach to the Construction of Technological Output Indicators. Research Policy, 13, 141-151.

SAVIOTTI, P.P. et TRICKETT, A. (1992). The Evolution of Helicopter Technology, 1940-1986. Economics of Innovation and New Technology, 2(2), 111-130.

SCHENDEL, D.E. (1996a). Editor's Introduction to the 1996 Summer Special Issue : Evolutionary Perspective on Strategy. Strategic Management Journal, 17(Summer Special Issue), 1-4.

SCHENDEL, D.E. (1996b). Editor's Introduction to the 1996 Winter Special Issue : Knowledge and the Firm. Strategic Management Journal, 17(Winter Special Issue), 1-4.

SCHLENDER, B.R. (1992). How Sony Keeps the Magic Going. Fortune, February 24, 76-84.

SCHNAARS, S.P. (1986). When Entering Growth Markets, Are Pioneers Better than Poachers. Business Horizons, March-April, 27-36.

SCHNAARS, S.P. (1994). Managing Imitation Strategies : How Later Entrants Seize Markets from Pioneers. New York : The Free Press.

SCHOEMAKER, P.J.H. (1990). Strategy, Complexity and Economic Rent. Management Science, 36(10), 1178-1192.

SCHOEMAKER, P.J.H. et AMIT, R. (1994). Investment in Strategic Assets: Industry and Firm-Level Perspectives. Dans Shrivastava et al. (1994: 3-33), op. cit.

SCHOEMAKER, P.J.H. et AMIT, R. (1997). The Competitive Dynamics of Capabilities : Developing Strategic Assets for Multiple Futures. Dans G.S. Day et D.J. Reibstein (éds) Wharton on Dynamic Competitive Strategy. New York : John Wiley & Sons, 1997, 368-394.

SCHOT, J. (1992). The Policy Relevance of the Quasi-Evolutionary Model : The Case of Stimulating Clean Technologies. Dans Coombs, Saviotti et Walsh (1992a: 185-200), op. cit.

SCHUMPETER, J.A. (1942). Capitalism, Socialism, and Democracy. New York : Harper & Brothers.

SCIENCE ET VIE (1997). Aviation 1997. Hors série, Juin. Paris : Excelsior Publications SA.

SELZNICK, P. (1957). Leadership in Administration. A Sociological Interpretation. Berkeley, CA : University of California Press.

SEST-EUROCONSULT (1984). Les bonzaï de l'industrie japonaise : Éléments de réflexion sur l'intégration de la technologie dans la fonction stratégique des entreprises japonaises - Juillet 1984. Étude CPE No 40. Paris : Ministère de la Recherche et de la Technologie, Centre de Prospective et d'Évaluation.

SHRIVASTAVA, P., HUFF, A.S. et DUTTON, J.E., éds (1994). Advances in Strategic Management. Volume 10 (Part A) : Resource-Based View of the Firm. Greenwich, CT : JAI Press Inc.

SICARD, C. (1994). Le manager stratège : manuel pratique d'analyse stratégique d'entreprise. Paris : Dunod.

SIMON, H.A. (1947). Administrative Behavior. New York : The Free Press, 1976.

SPENDER, J.-C. et GRANT, R.M. (1996). Knowledge and the Firm : Overview. Strategic Management Journal, 17(Winter Special Issue), 5-9.

SPITAL, F.C. et BICKFORD, D.J. (1992). Successful Competitive and Technology Strategies in Dynamic and Stable Product Technology Environments. Journal of Engineering and Technology Management, 9, 29-60.

SZULANSKI, G. (1996). Exploring Internal Stickiness : Impediments to the Transfer of Best Practice within the Firm. Strategic Management Journal, 17(Winter Special Issue), 27-43.

TEECE, D.J. (1986). Profiting from Technological Innovation : Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy. Research Policy, 15, 285-305.

TEECE, D.J. (1992). Competition, Cooperation, and Innovation : Organizational Arrangements for Regime of Rapid Technological Progress. Journal of Economic Behavior and Organization, 18, 1-25.

TEECE, D.J. (1996). Firm Organization, Industrial Structure, and Technological Innovation. Journal of Economic Behavior & Organization, 31, 193-224.

TEECE, D.J. et PISANO, G. (1994). The Dynamic Capabilities of Firms : An Introduction. Industrial and Corporate Change, 3(3), 537-556.

TEECE, D.J., PISANO, G. et SHUEN, A. (1991). Dynamic Capabilities and Strategic Management. Notes de recherche non publiées. Berkeley, CA : Université de la Californie à Berkeley.

TEECE, D.J., PISANO, G. et SHUEN, A. (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management. Strategic Management Journal, 18(7), 509-533.

THOMPSON, J.D. (1967). Organizations in Action. New York : McGraw-Hill.

TREMBLAY, M. (1994). Le sang jaune de Bombardier. La gestion de Laurent Beaudoin. Sainte-Foy, Qc : Presses de l'Université du Québec.

TUSHMAN, M.L. et ANDERSON, P. (1986). Technological Discontinuities and Organizational Environments. Administrative Science Quarterly, 31, 439-465.

TUSHMAN, M.L. et ANDERSON, P., éds (1997). Managing Strategic Innovation and Change : A Collection of Readings. New York : Oxford University Press.

TUSHMAN, M.L., ANDERSON, P. et O'Reilly III, C. (1997). Technology Cycles, Innovation Streams, and Ambidextrous Organizations : Organization Renewal Through Innovation Streams and Strategic Change. Dans Tushman et Anderson (1997: 3-23), op. cit.

TUSHMAN, M.L., NEWMAN, W.H. et ROMANELLI, E. (1986). Convergence and Upheaval : Managing the Unsteady Pace of Organizational Evolution. California Management Review, 29(1), 29-44.

TUSHMAN, M.L. et MURMANN, J.P. (1998). Dominant Designs, Technology Cycles, and Organizational Outcomes". Dans B.M. Staw et L.L. Cummings (éds) Research in Organizational Behavior. Volume 20. Greenwich, CT : JAI Press Inc., 231-266.

TUSHMAN, M.L. et O'REILLY III, C.A. (1997). Winning through Innovation. A Practical Guide to Leading Organizational Change and Renewal. Boston, MA : Harvard Business School Press.

TUSHMAN, M.L. et ROSENKOPF, L. (1992). Organizational Determinants of Technological Change : Toward a Sociology of Technological Evolution. Dans B.M. Staw et L.L. Cummings (éds) Research in Organizational Behavior. Volume 14. Greenwich, CT : JAI Press Inc., 311-347.

UTTERBACK, J.M. (1994). Mastering the Dynamics of Innovation. How Companies Can Seize Opportunities in the Face of Technological Change. Boston, MA : Harvard Business School Press.

UTTERBACK, J.M. et ABERNATHY, W.J. (1975). A Dynamic Model of Process and Product Innovation. Omega. The International Journal of Management Science, 3(6), 639-656.

UTTERBACK, J.M. et SUAREZ, F.F. (1993a). Patterns of Industrial Evolution, Dominant Designs, and Firms' Survival. Dans Burgelman et Rosenbloom (1993: 47-87), op. cit.

UTTERBACK, J.M. et SUAREZ, F.F. (1993b). Innovation, Competition, and Industry Structure. Research Policy, 22, 1-21.

VAN DE VEN, A.H. et GARUD, R. (1994). The Coevolution of Technical and Institutional Events in the Development of an Innovation. Dans Baum et Singh (1994a: 425-443), op. cit.

VÉZINA, R. (1998a). Bombardier, l'entreprise du siècle. Revue Commerce, Décembre, 119-148.

VÉZINA, R. (1998b). Avec un grappe de leaders mondiaux à Montréal : l'industrie québécoise de l'aéronautique en plein essor. FORCES, 121, 56-68.

WERNERFELT, B. (1984). A Resource-Based View of the Firm. Strategic Management Journal, 5, 171-180.

WERNERFELT, B. (1995). The Resource-Based View of the Firm : Ten Years After. Strategic Management Journal, 16, 171-174.

WITT, U. (1992b). Evolution as the Theme of a New Heterodoxy in Economics. Dans U. Witt (éd.) Explaining Process and Change : Approaches to Evolutionary Economics. Ann Arbor, MI : The University of Michigan Press, 1992a, 3-20.

YIN, R.K. (1993). Applications of Case Study Research. Newbury Park, CA : SAGE Publications, Inc.

YIN, R.K. (1994). Case Study Research. Design and Methods. Second Edition. Thousand Oaks, CA : SAGE Publications, Inc.

ZUCKER, L.G. (1987). Institutional Theories of Organization. Annual Review of Sociology, 13, 443-464.

ANNEXE A

FIGURES ET TABLEAUX COMPLÉMENTAIRES

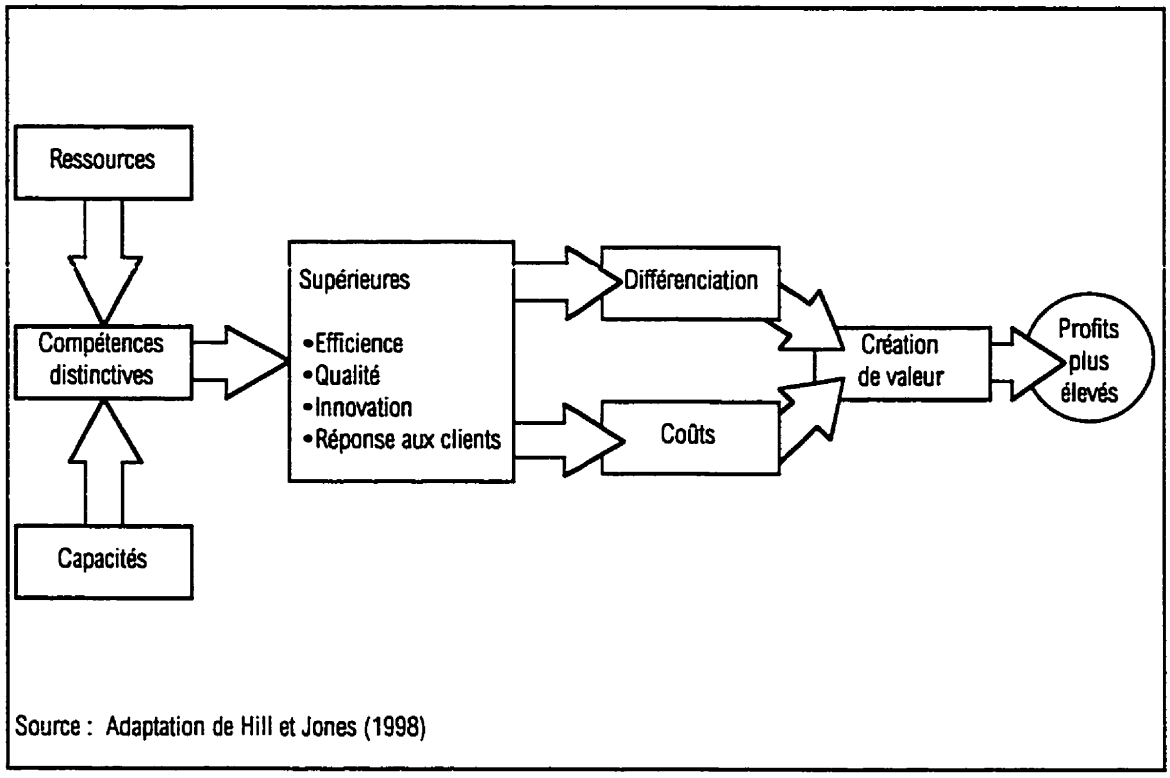


Figure A.1 Racines de l'avantage concurrentiel d'une entreprise.

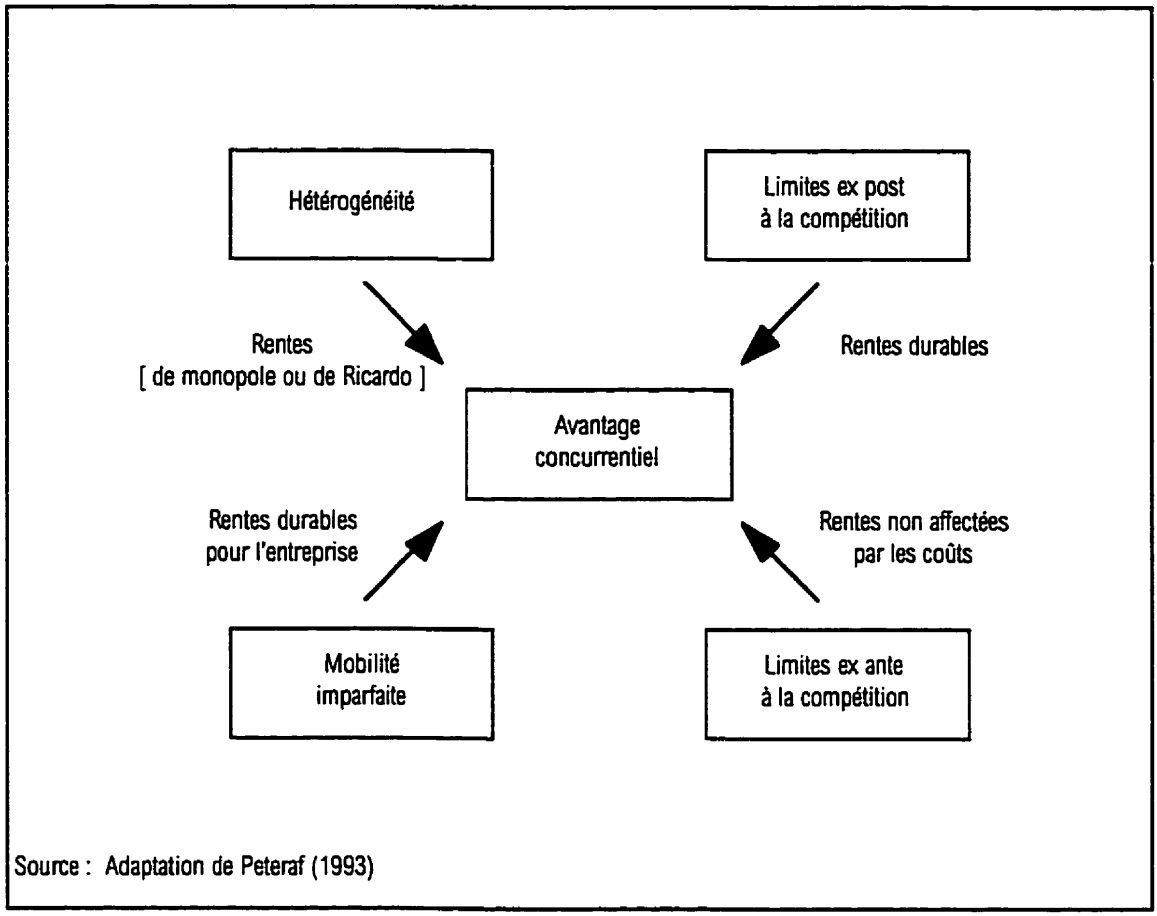


Figure A.2 Pierres angulaires de l'avantage concurrentiel durable d'une entreprise.

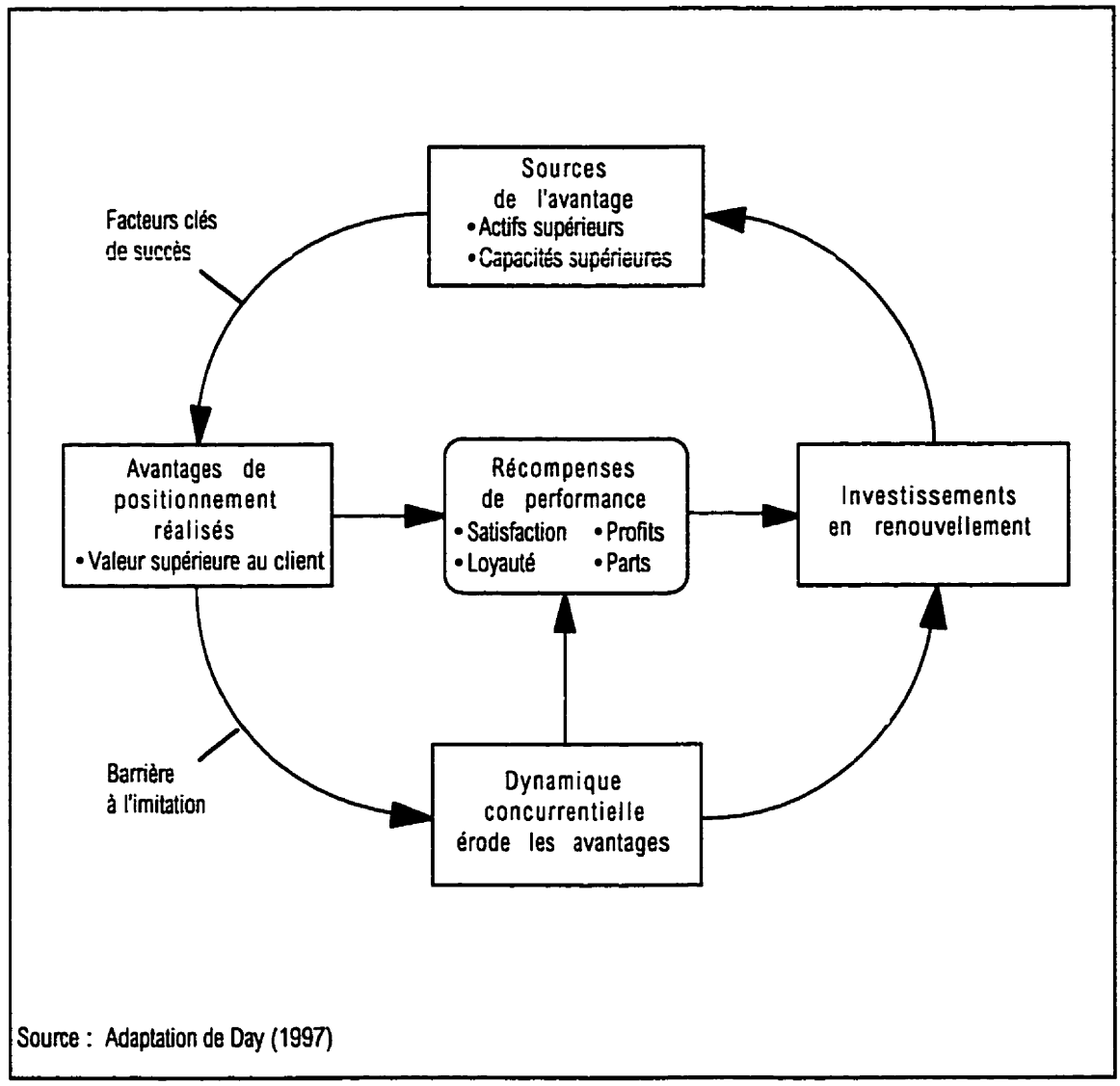
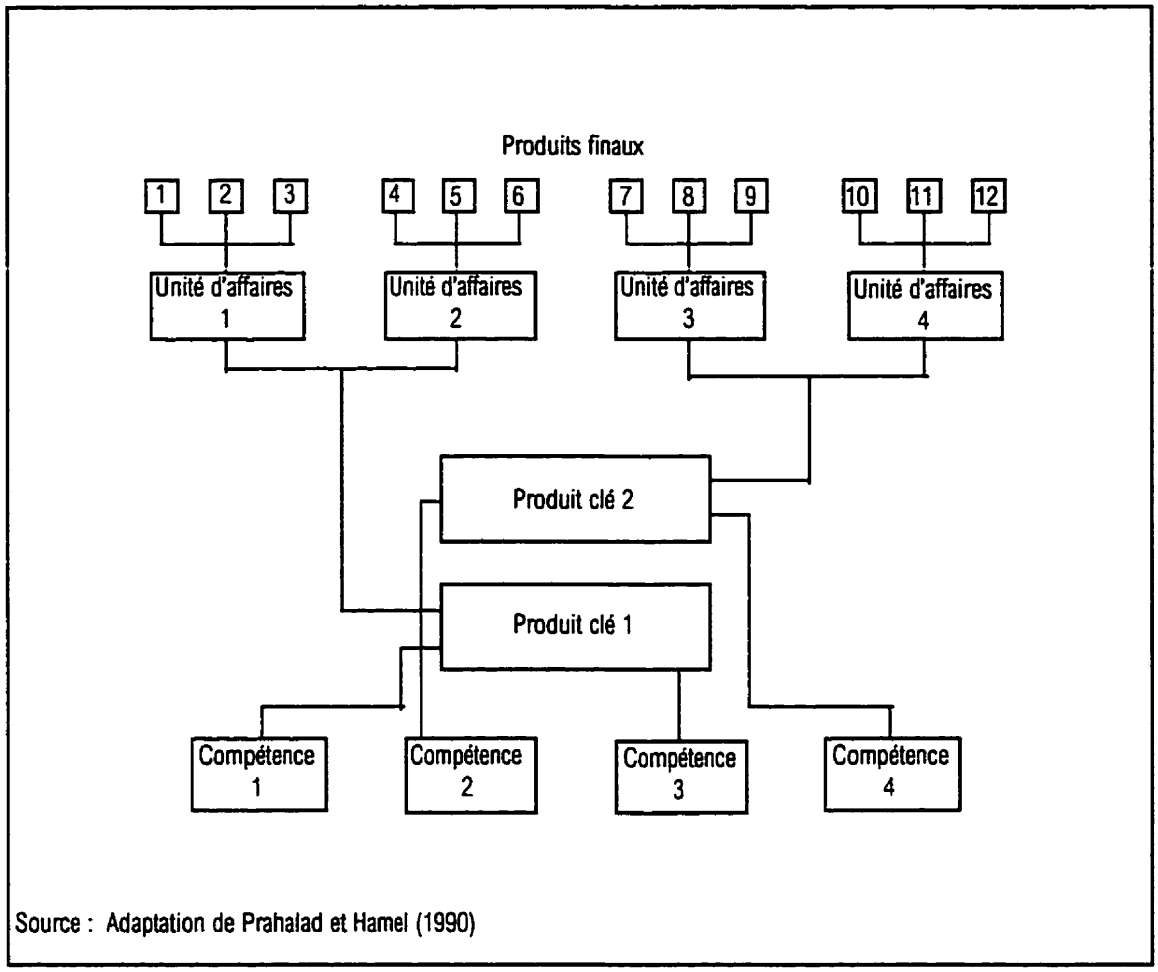


Figure A.3 Cycle de l'avantage concurrentiel d'une entreprise.



Source : Adaptation de Prahalad et Hamel (1990)

Figure A.4 Compétences fondamentales d'une entreprise : les racines de sa compétitivité.

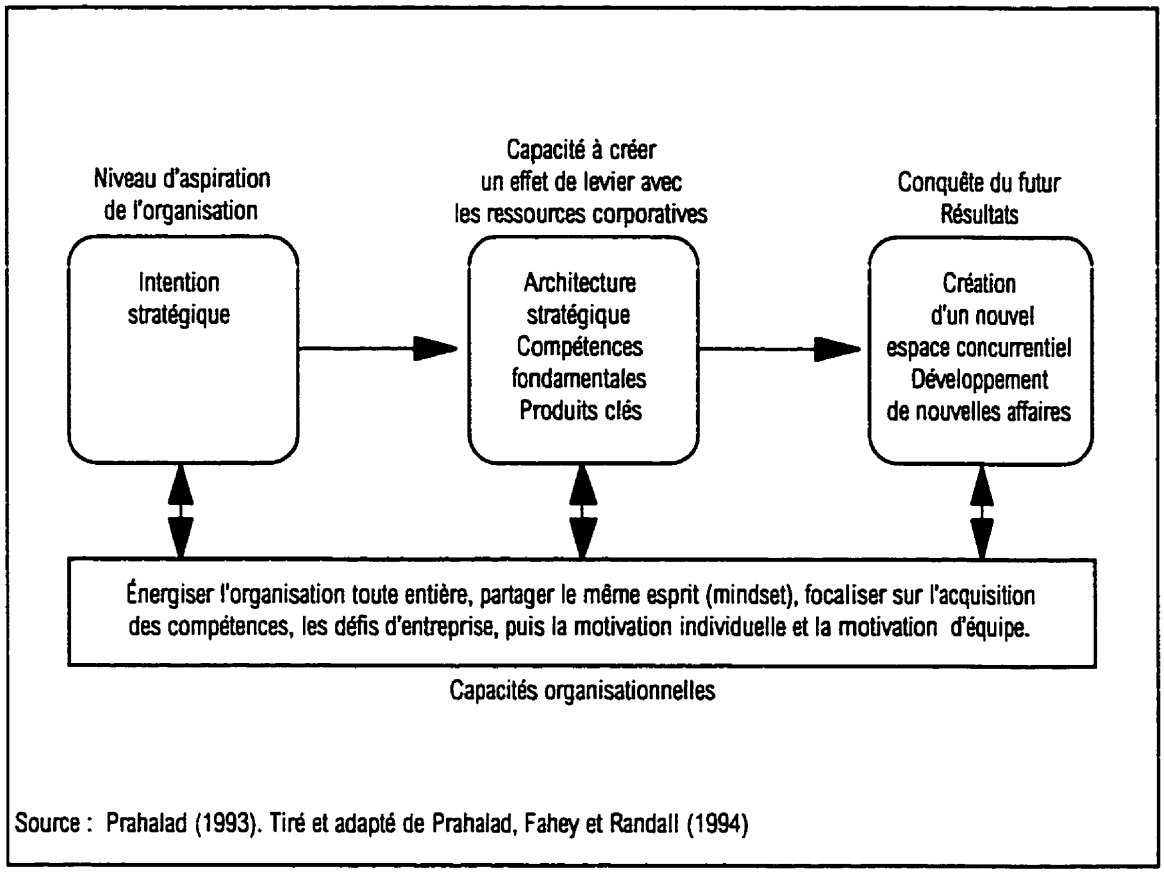


Figure A.5 Nouveaux concepts en gestion stratégique.

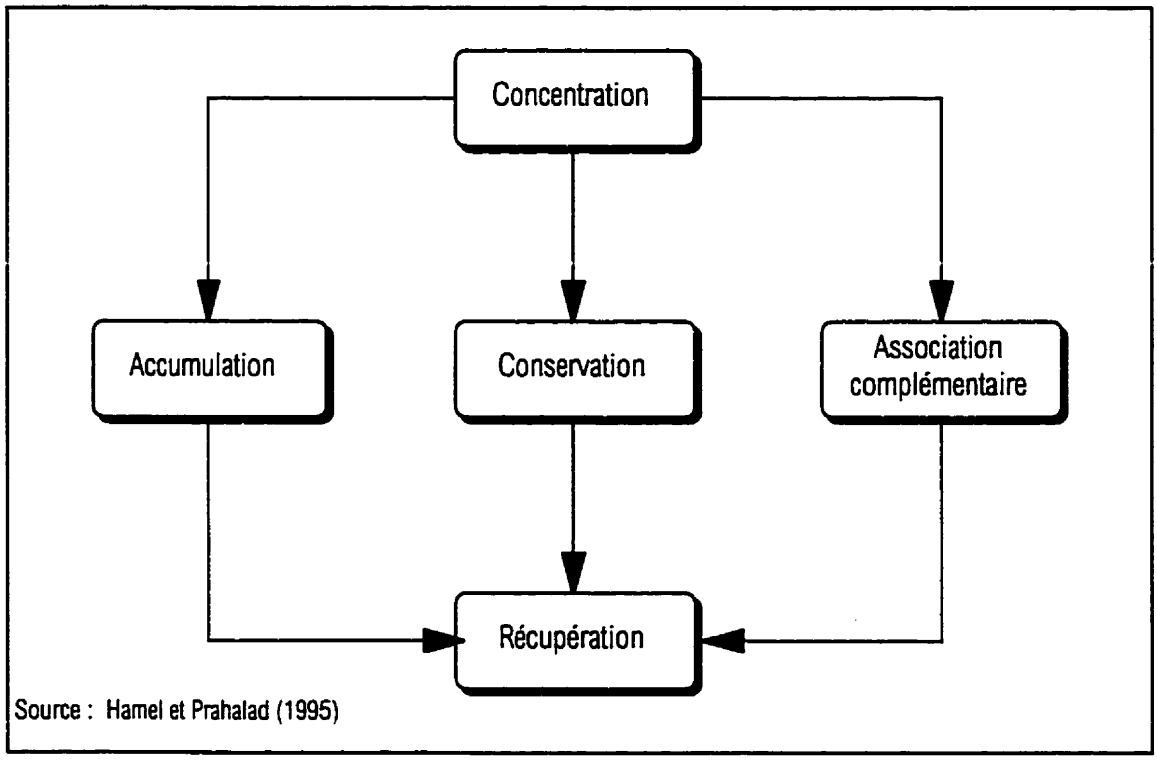


Figure A.6 Axes d'exploitation des ressources et des compétences d'une entreprise.

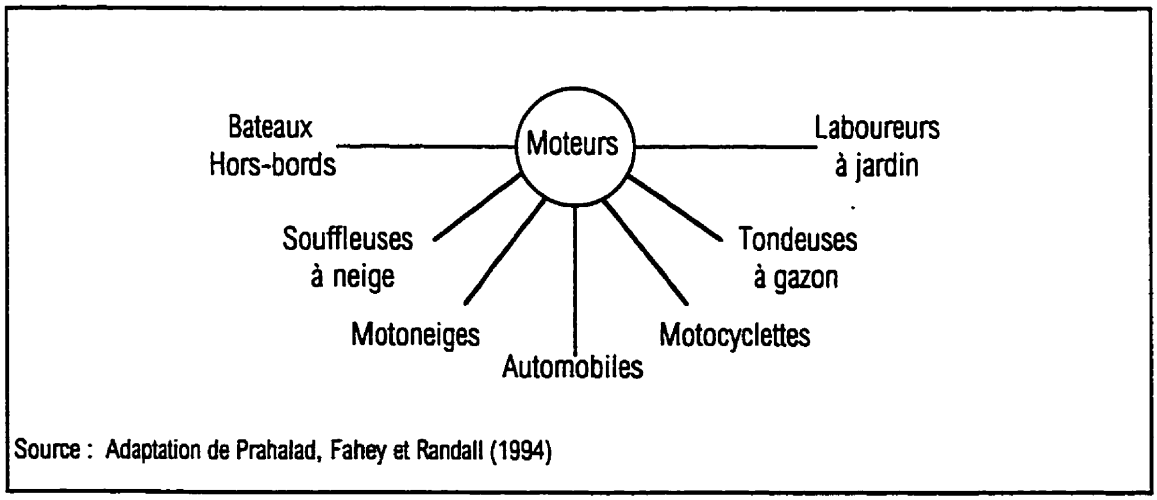


Figure A.7 Effet de levier : le cas type des compétences clés ou distinctives de la firme japonaise Honda en matière de moteurs à combustion interne.

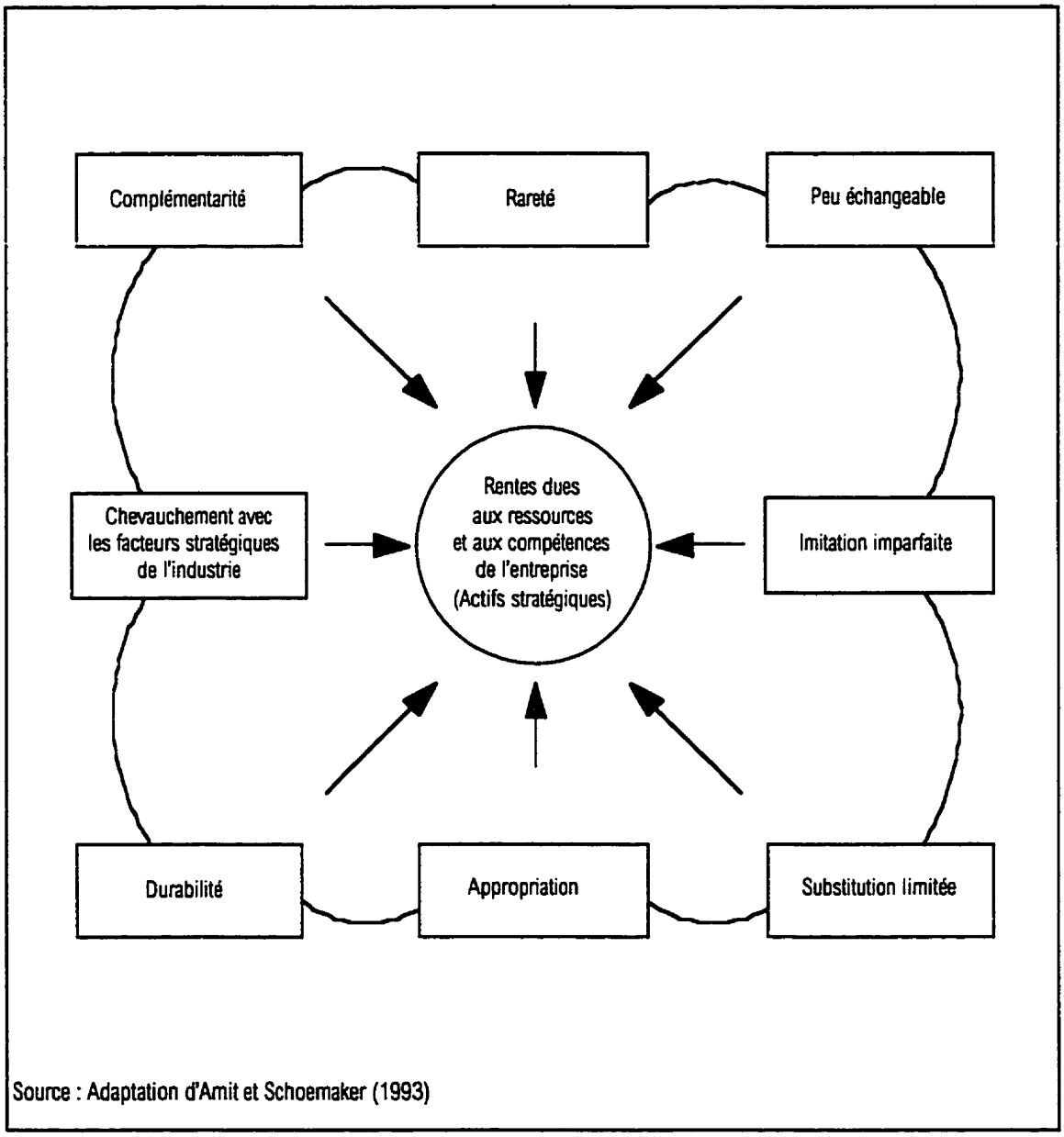


Figure A.8 Caractéristiques dites "désirées" des ressources et des capacités d'une entreprise.

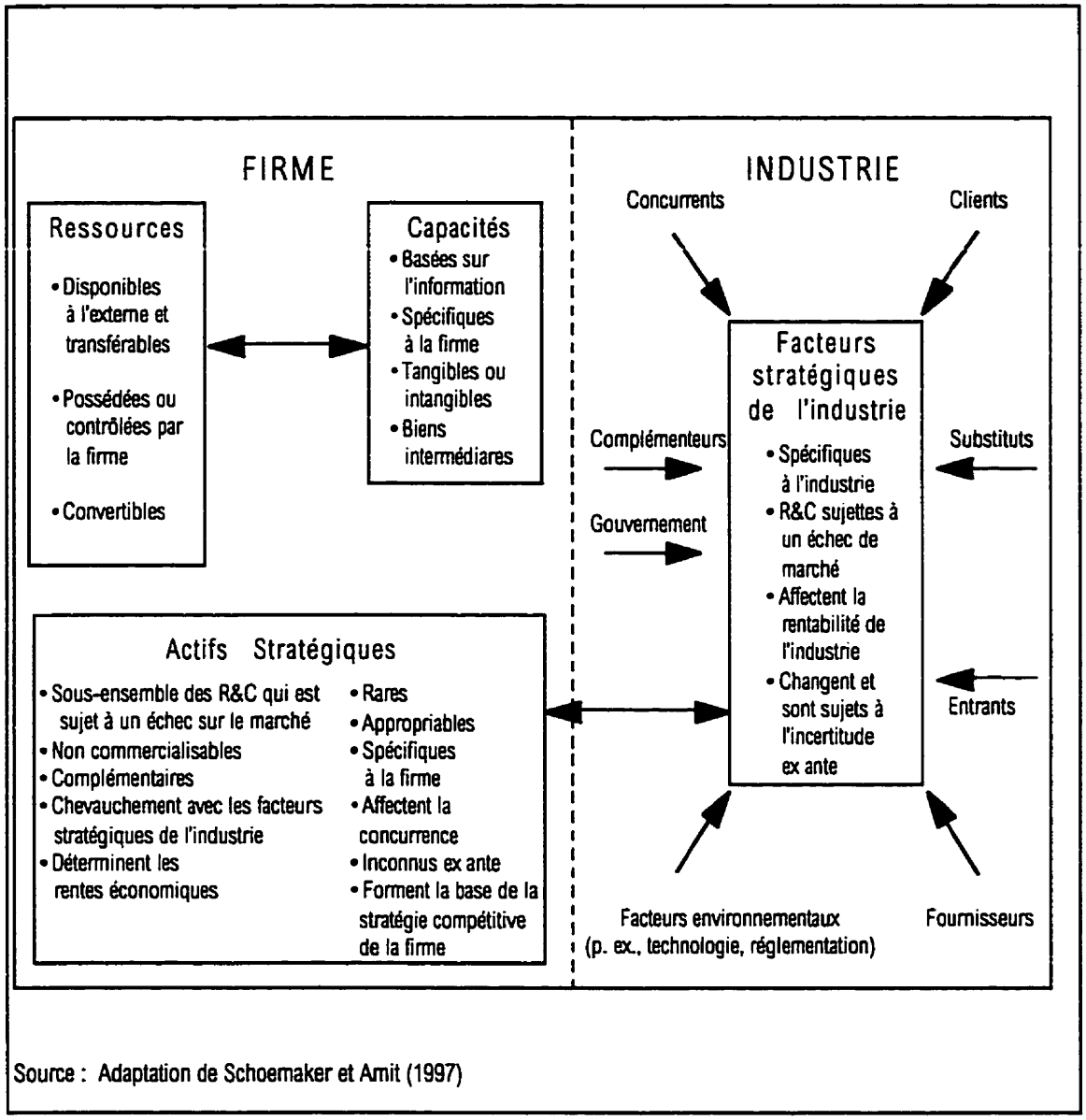


Figure A.9 Parallèle entre les facteurs stratégiques d'une industrie et les actifs stratégiques d'une entreprise.

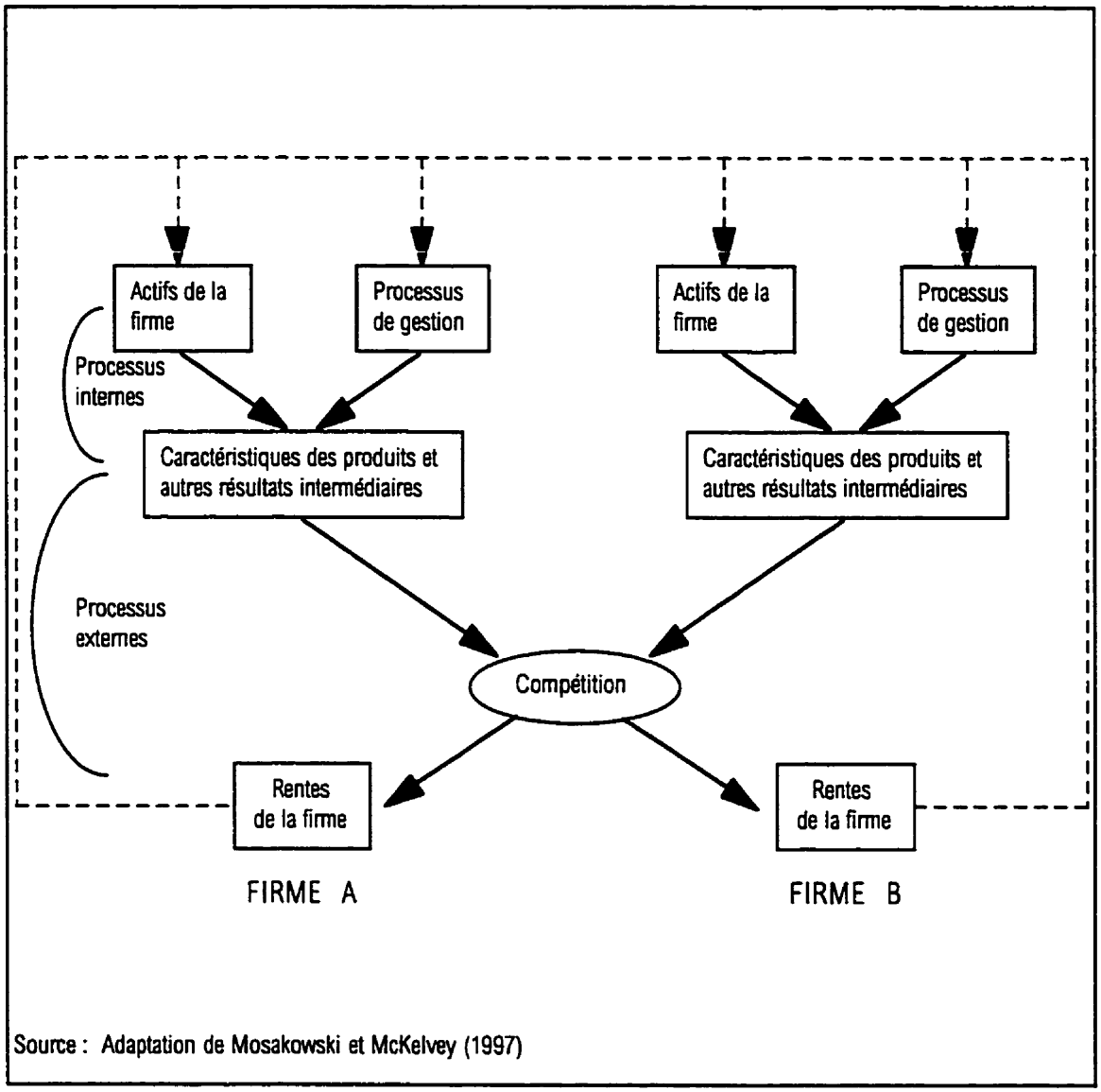


Figure A.10 Compétences dites "démontrées" d'une entreprise au niveau des caractéristiques de ses produits.

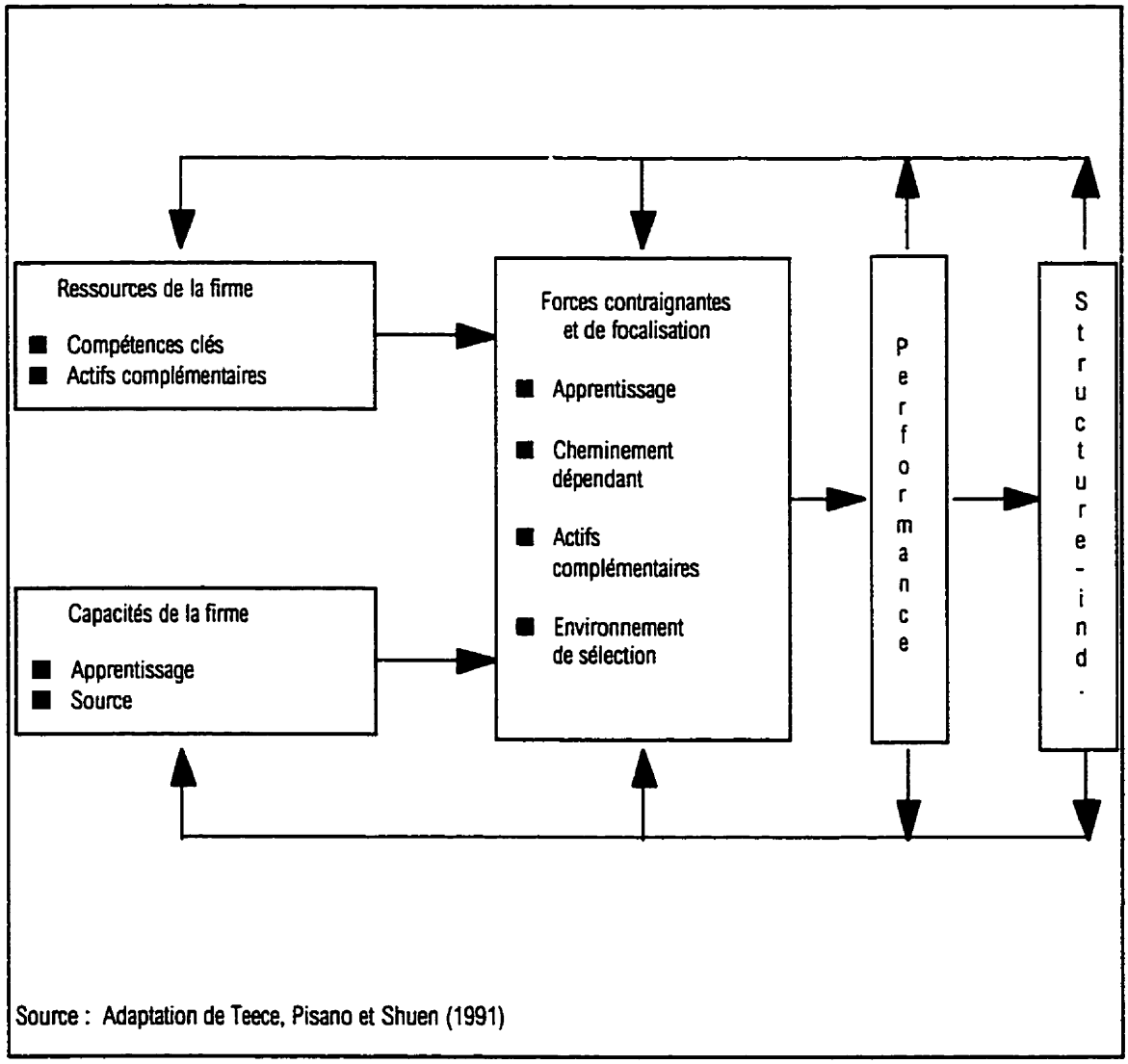
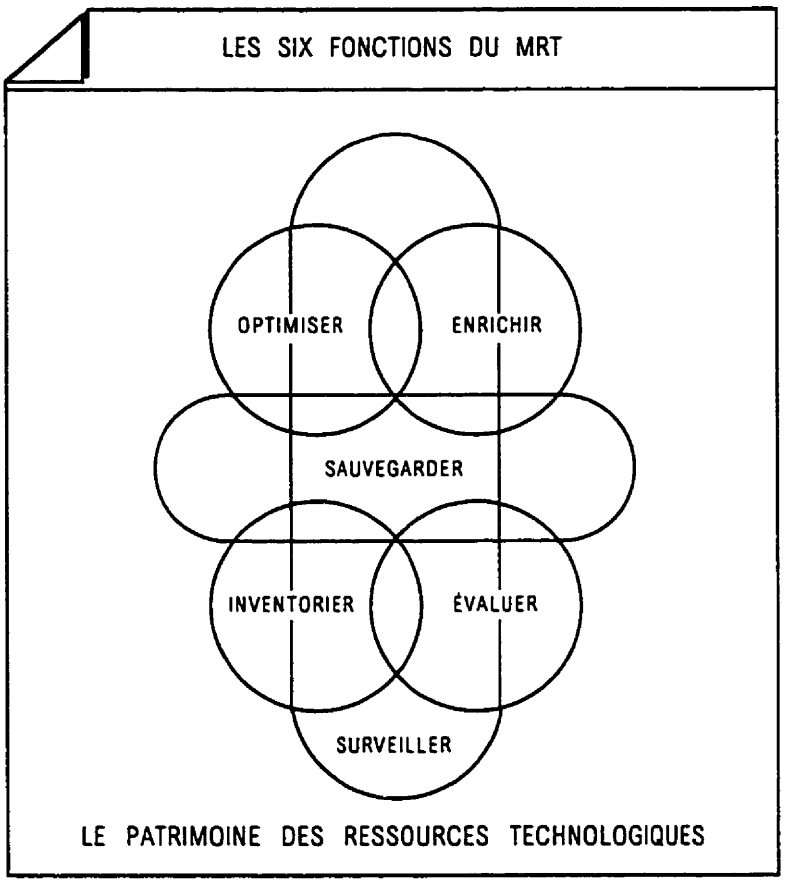
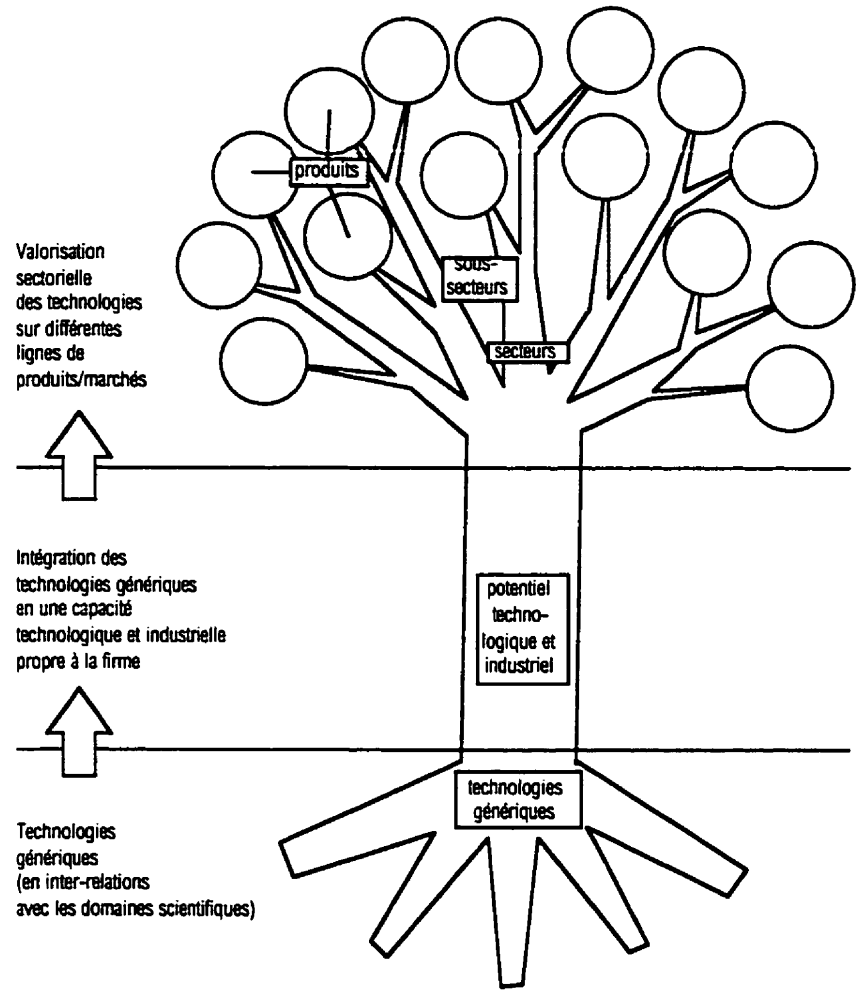


Figure A.11 Modèle conceptuel de l'approche des capacités dynamiques de la firme.



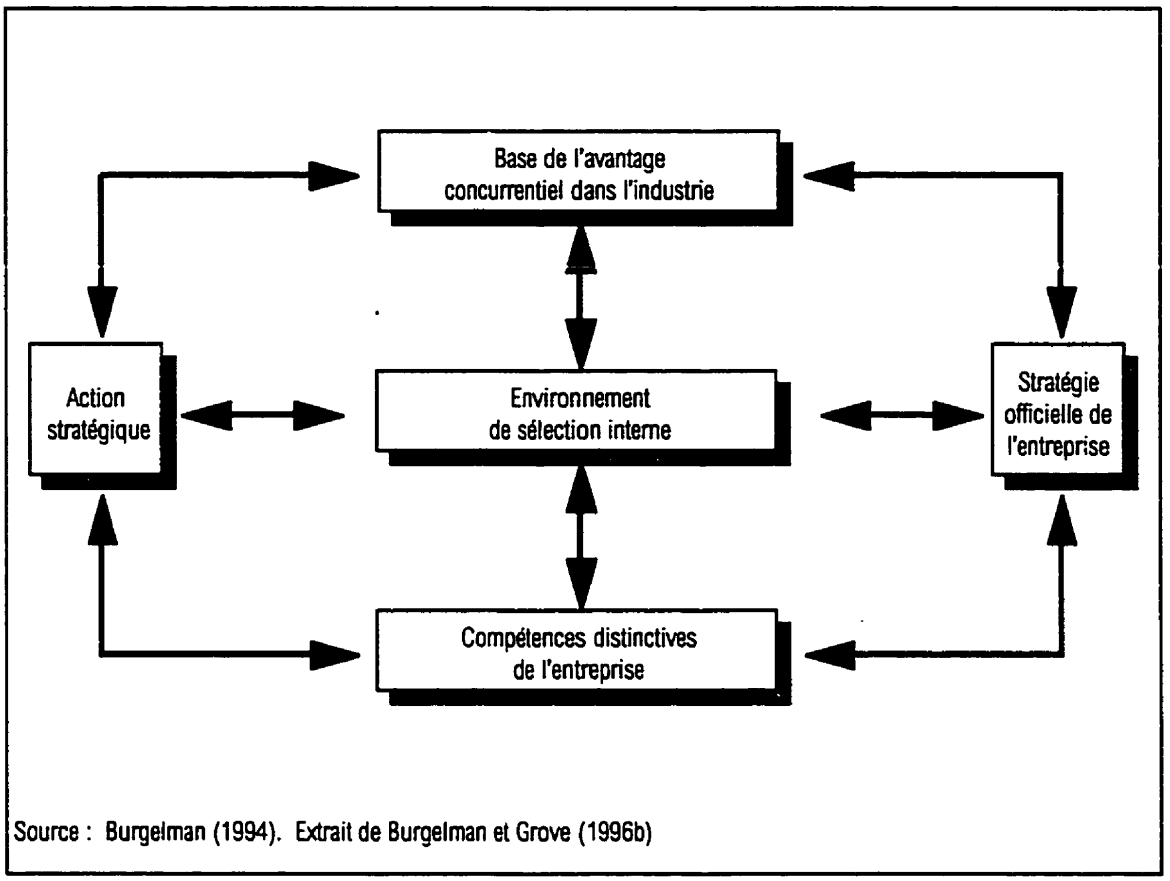
Source : Morin (1985)

Figure A.12 Fonctions clés du management des ressources technologiques (MRT).



Source : SEST-EUROCONSULT. Extrait de Dussauge et Ramanantsoa (1987)

Figure A.13 Potentiel technologique et valorisation des technologies : le modèle conceptuel du bonsaï technologique.



Source : Burgelman (1994). Extrait de Burgelman et Grove (1996b)

Figure A.14 Forces dynamiques dans l'évolution d'une entreprise.

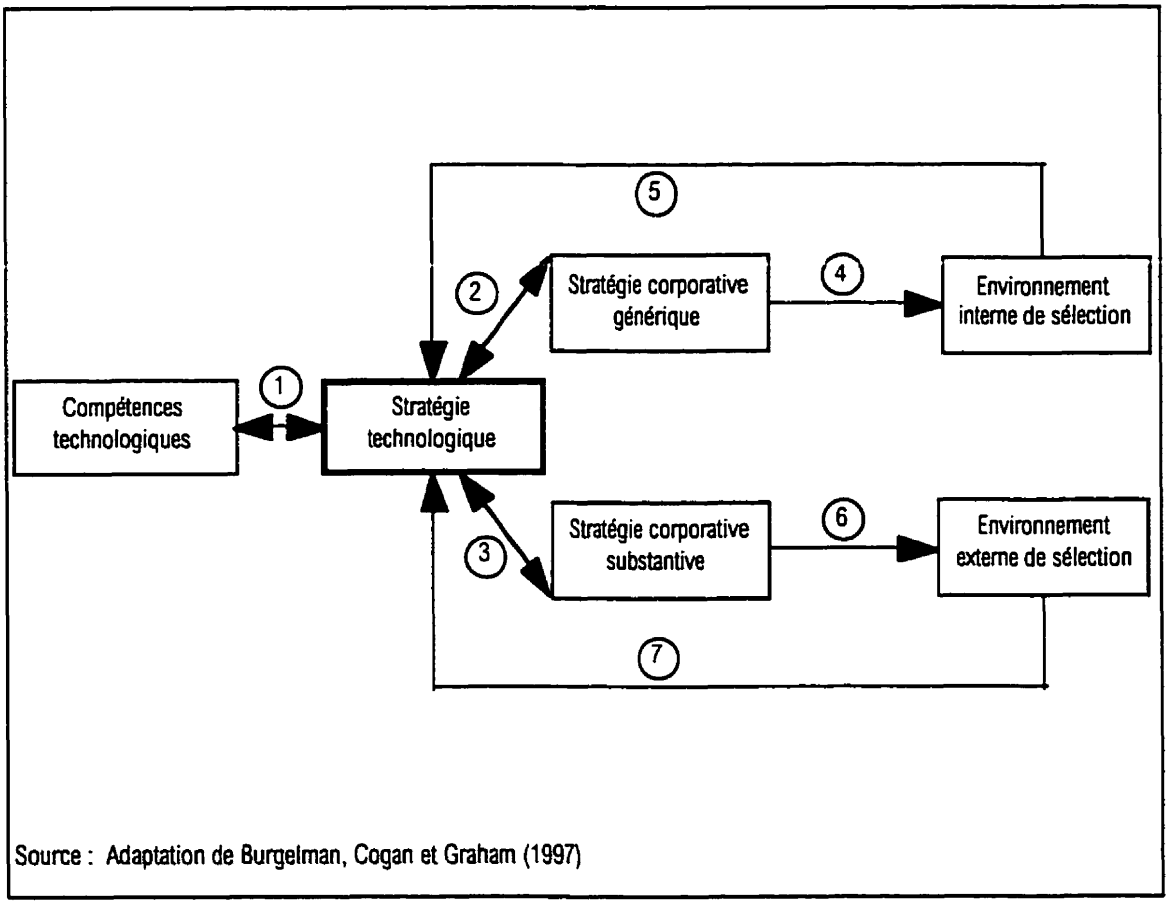


Figure A.15 Liens entre la stratégie technologique d'une entreprise et sa stratégie corporative.

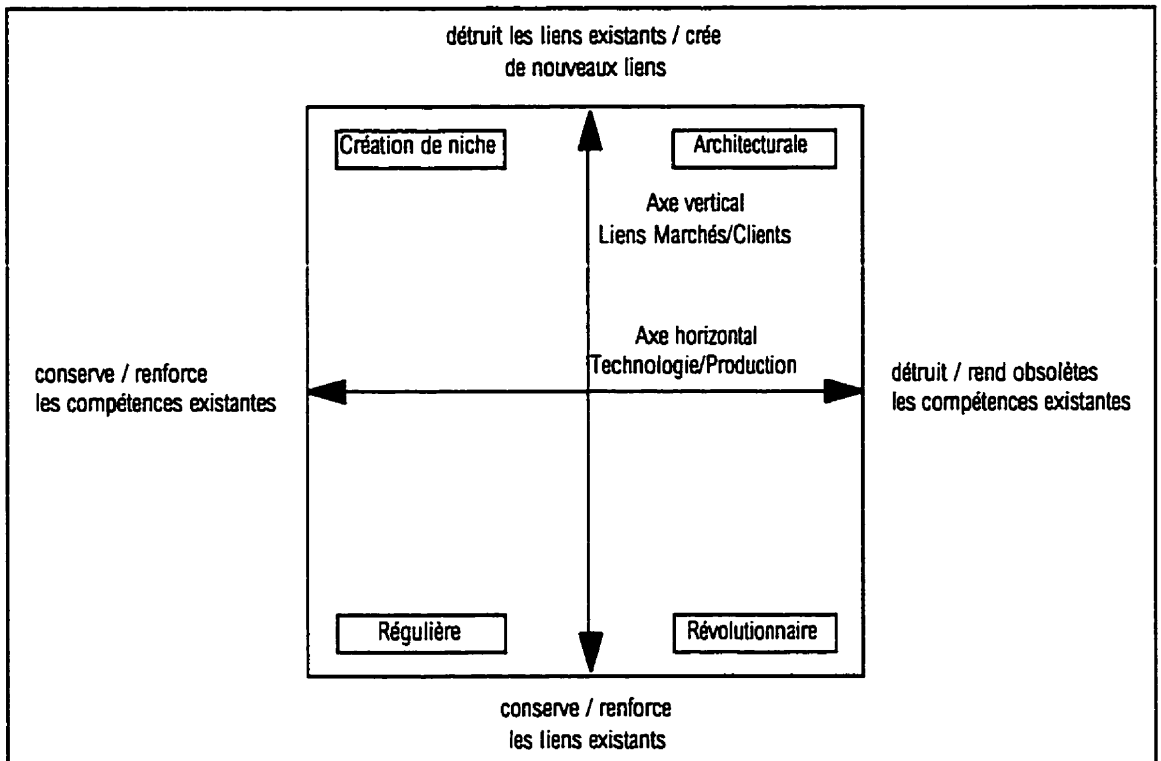


Figure A.16 Carte de « transilience » de l'innovation.

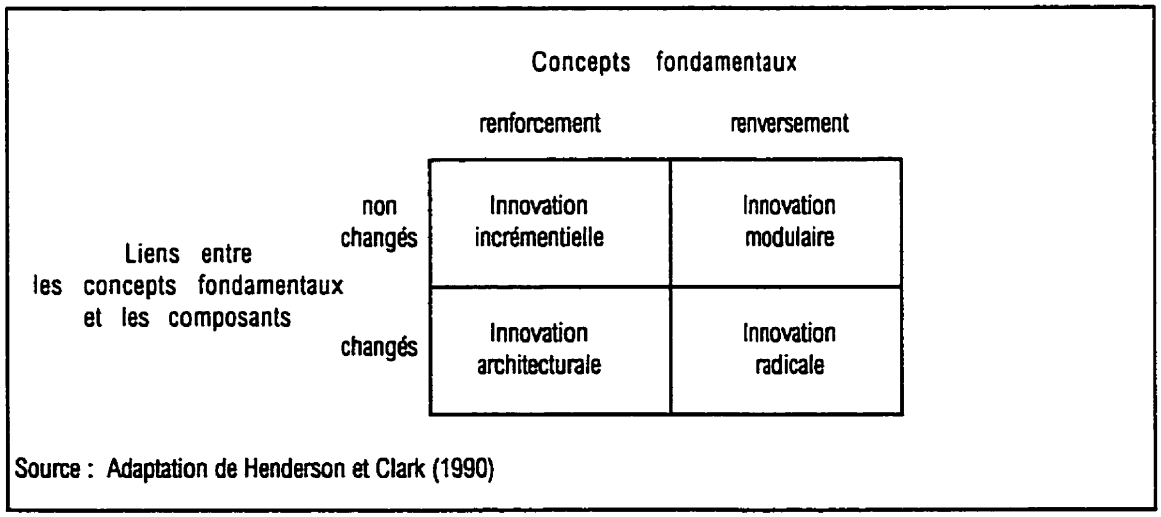
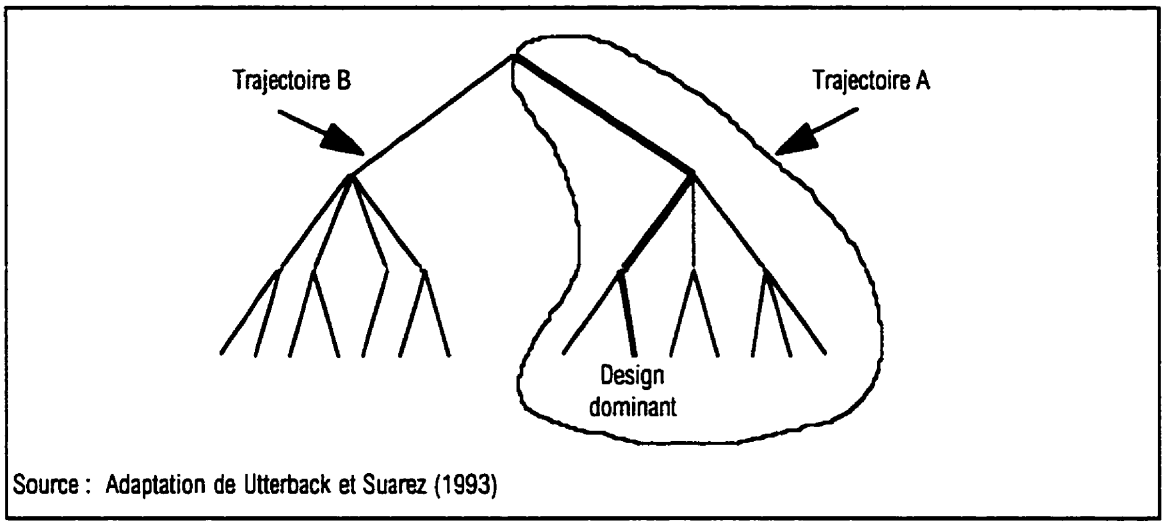
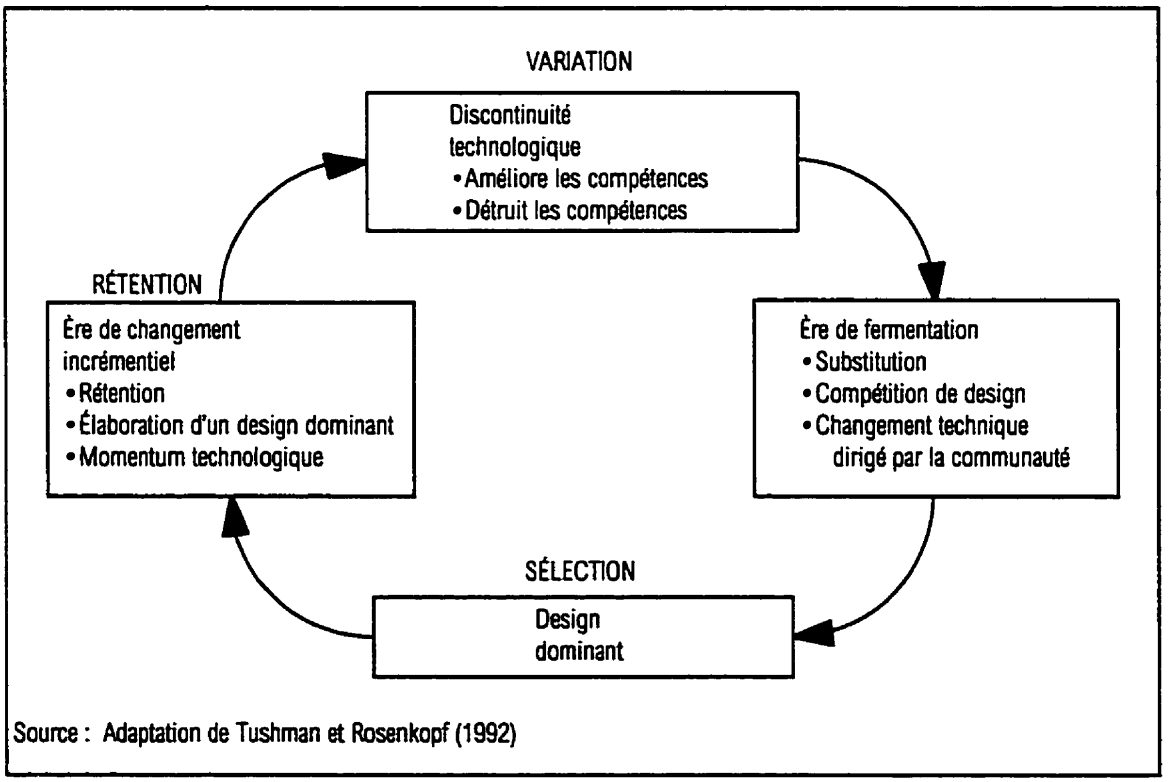


Figure A.17 Modèle conceptuel pour la définition d'une innovation.



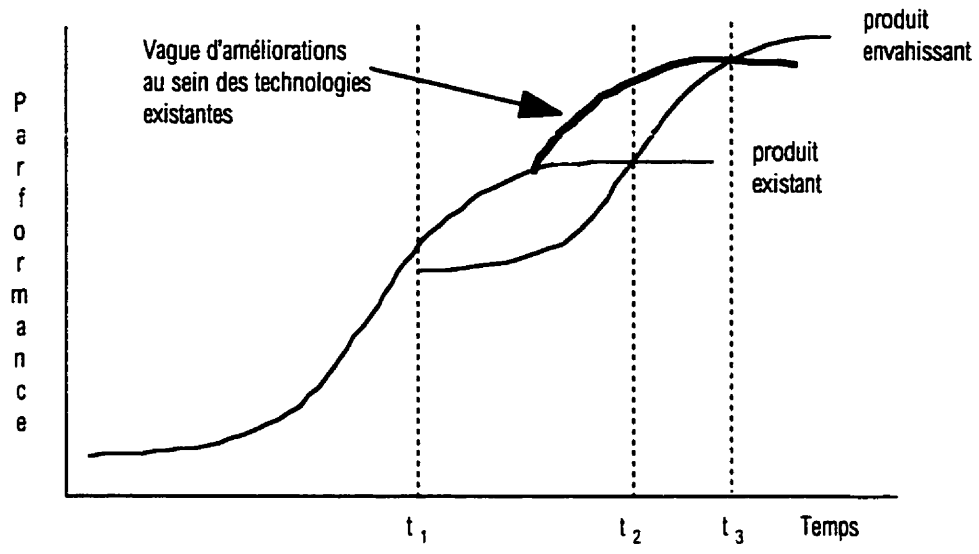
Source : Adaptation de Utterback et Suarez (1993)

Figure A.18 Hiérarchie de designs, design dominant et trajectoires d'évolution technologique.



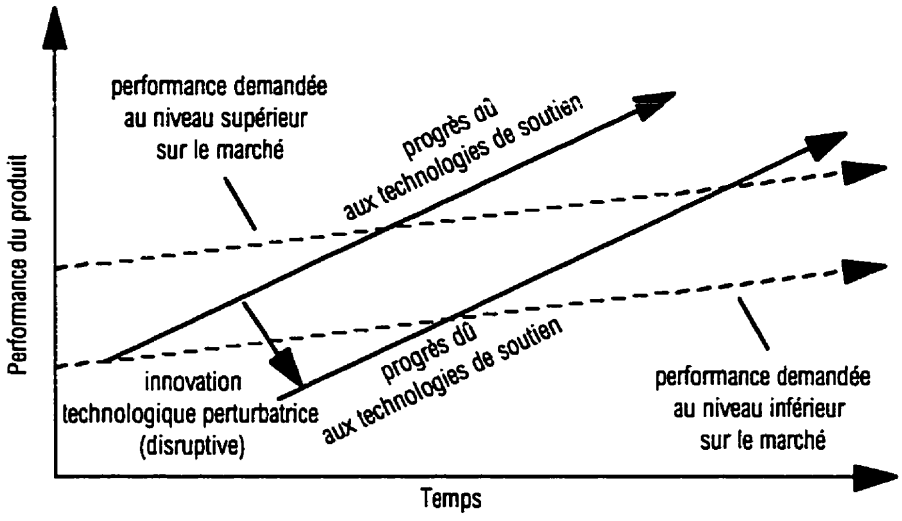
Source : Adaptation de Tushman et Rosenkopf (1992)

Figure A.19 Modèle cyclique du changement technologique.



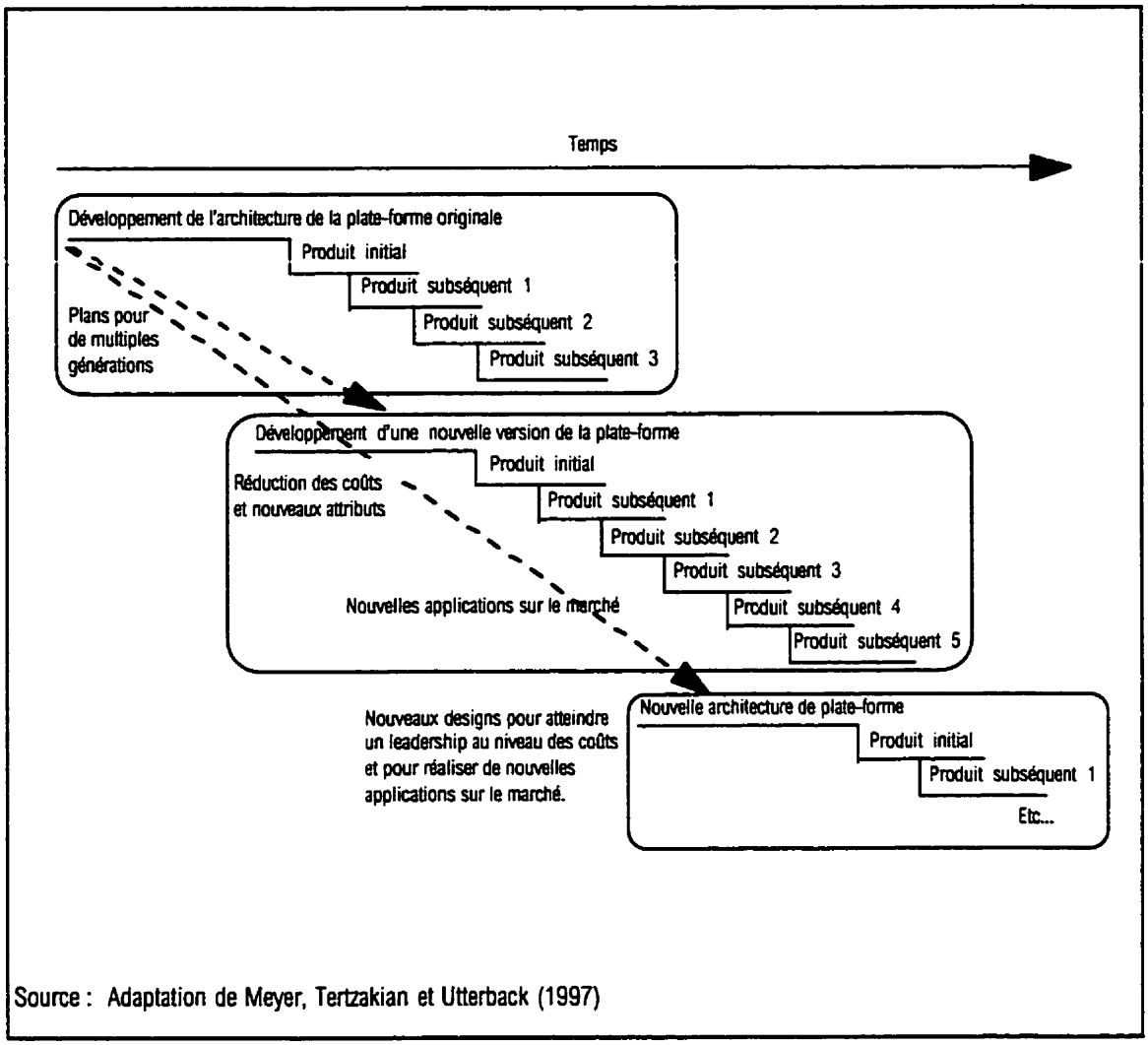
Source : Adaptation de Utterback (1994)

Figure A.20 Profil des performances d'un produit existant versus un produit envahissant, et vague d'améliorations des performances au sein du produit existant.



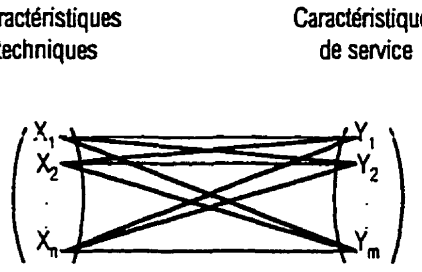
Source : Adaptation de Christensen (1997a)

Figure A.21 Impact d'un changement technologique causé par une technologie "perturbatrice" (disruptive technology) et une technologie dite "de soutien" (sustaining technology).



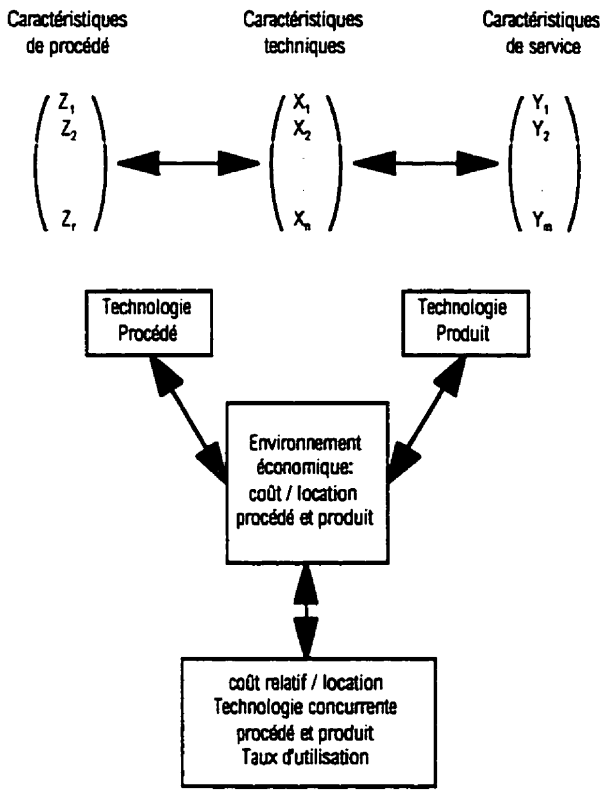
Source : Adaptation de Meyer, Tertzakian et Utterback (1997)

Figure A.22 Plate-forme technologique servant à produire un flux continu de nouveaux produits.



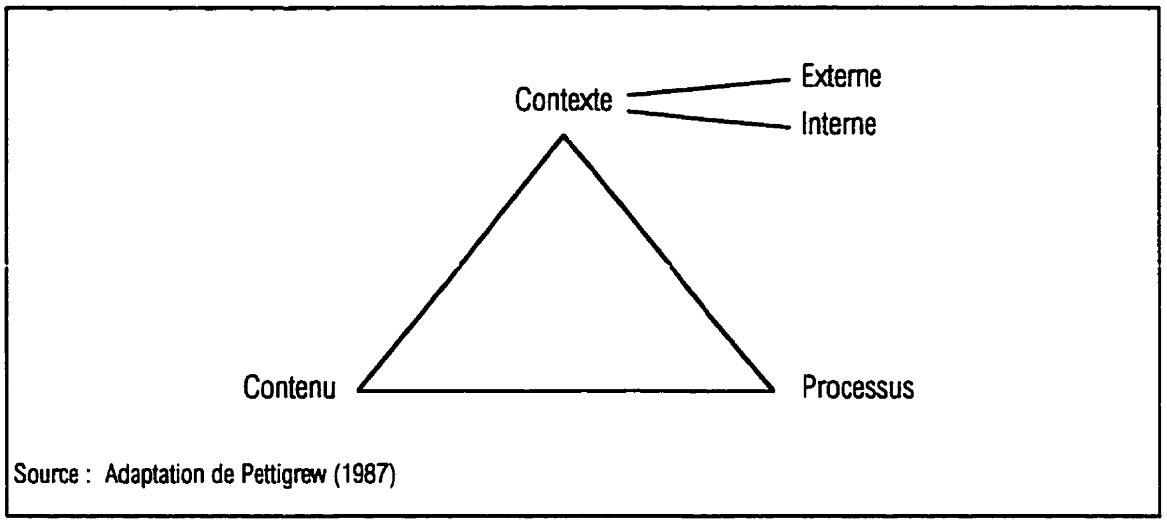
Source : Adaptation de Saviotti et Metcalfe (1984)

Figure A.23 Ensembles des caractéristiques techniques et des caractéristiques de service d'un produit, ainsi que le réseau de relations (pattern of mapping) entre les deux ensembles.



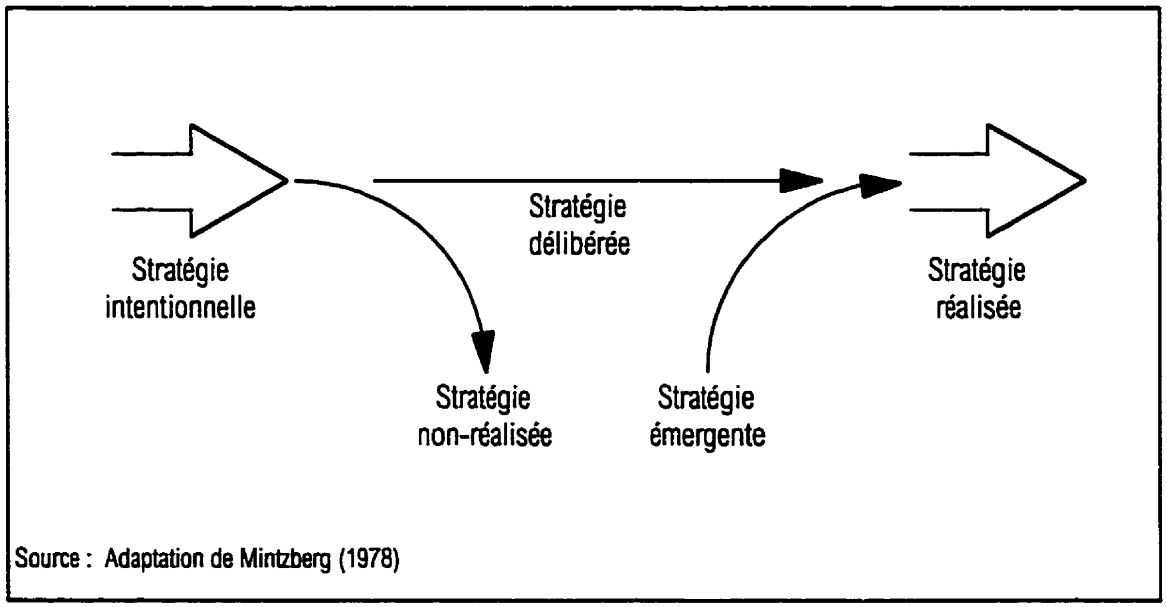
Source : Adaptation de Saviotti et Metcalfe (1984)

Figure A.24 Relations entre l'environnement économique de l'entreprise, sa technologie de produit et sa technologie de procédé utilisée.



Source : Adaptation de Pettigrew (1987)

Figure A.25 Triptyque contenu / processus / contexte du processus de gestion du changement stratégique.



Source : Adaptation de Mintzberg (1978)

Figure A.26 Les différents types de stratégies.

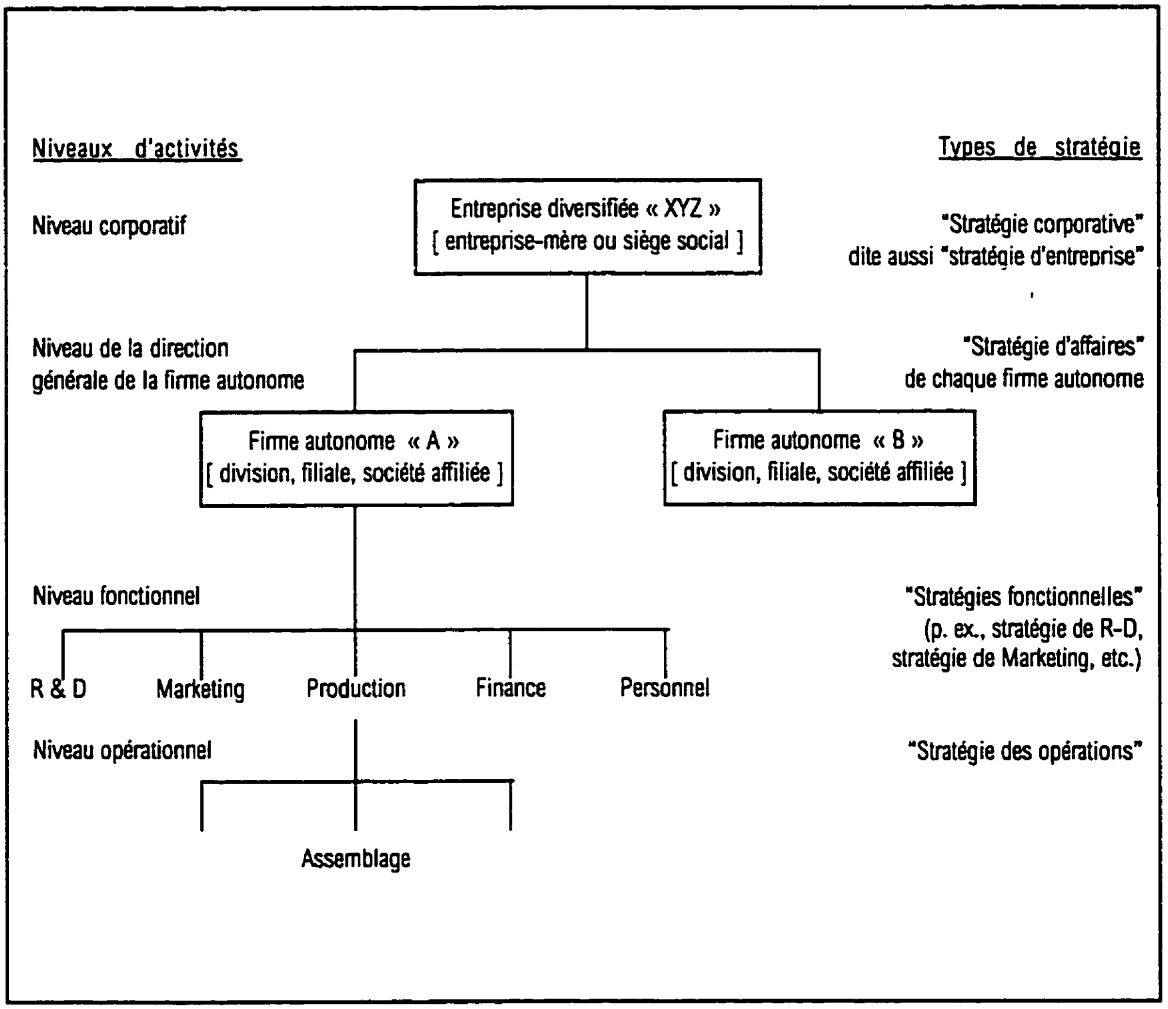


Figure A.27 Niveaux d'activités dans l'entreprise et le type de stratégie associé à chaque niveau.

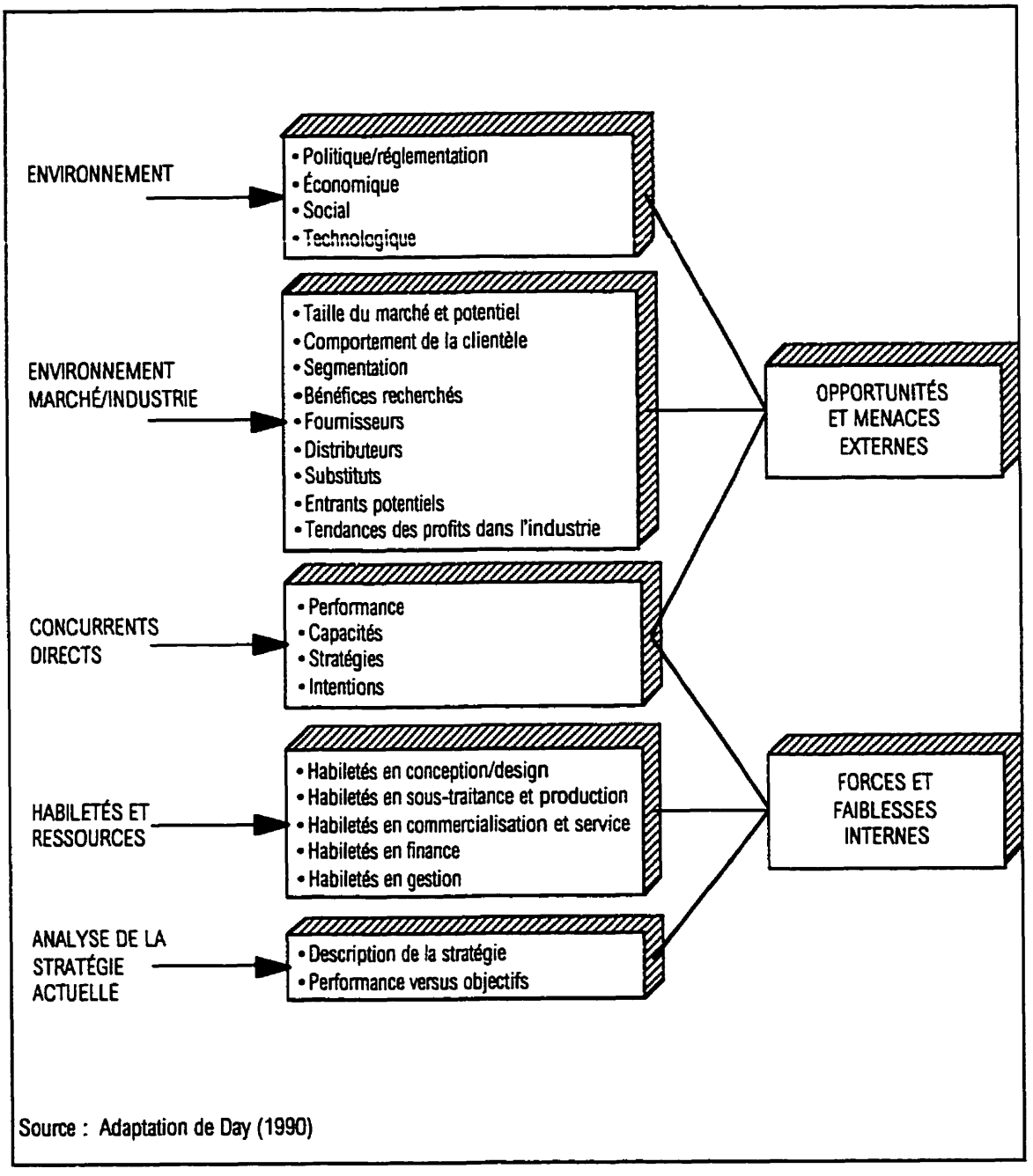


Figure A.28 Modèle d'évaluation de la situation de la firme.

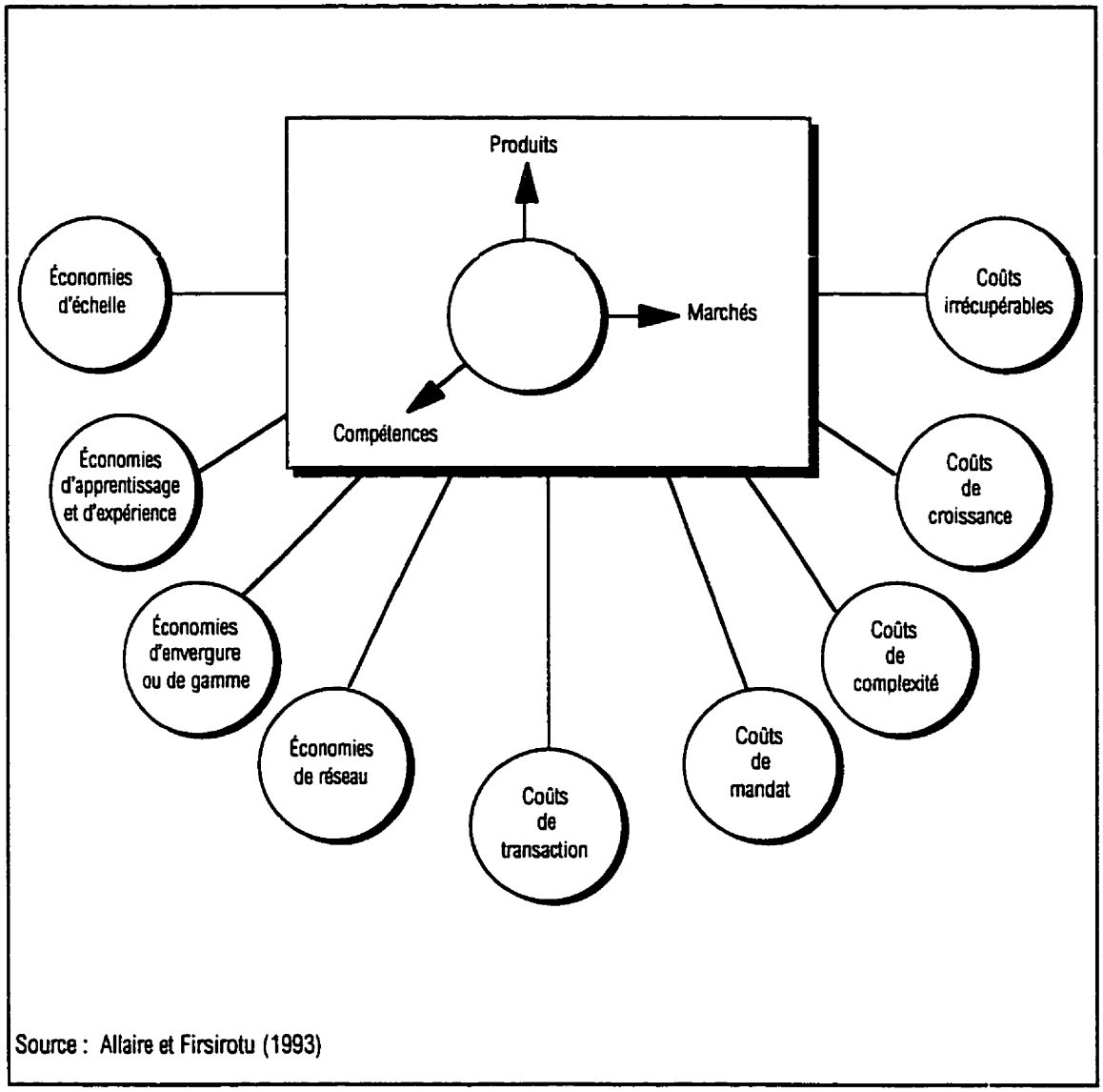


Figure A.29 Déterminants économiques du champ stratégique de la firme.

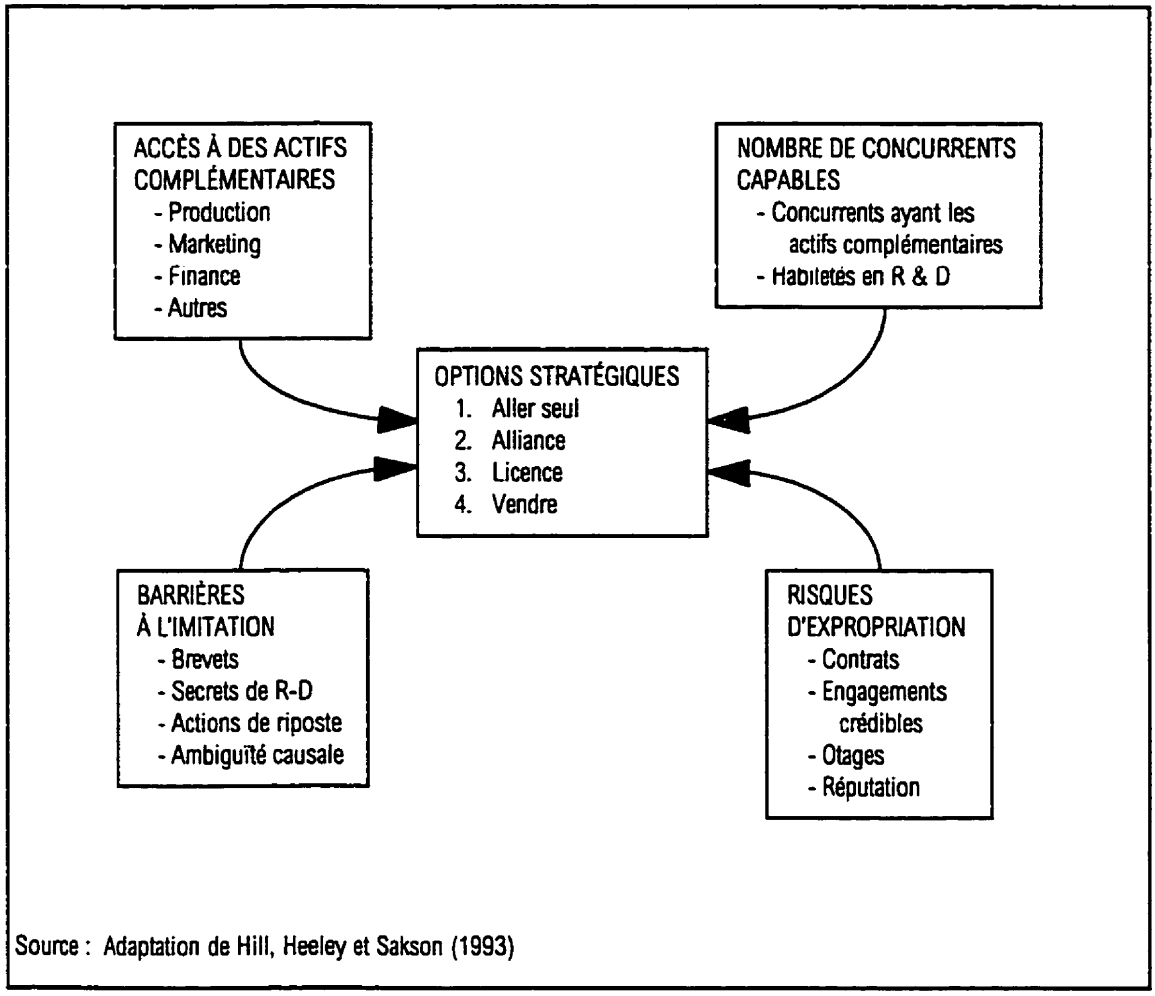


Figure A.30 Facteurs influençant le choix d'une stratégie.

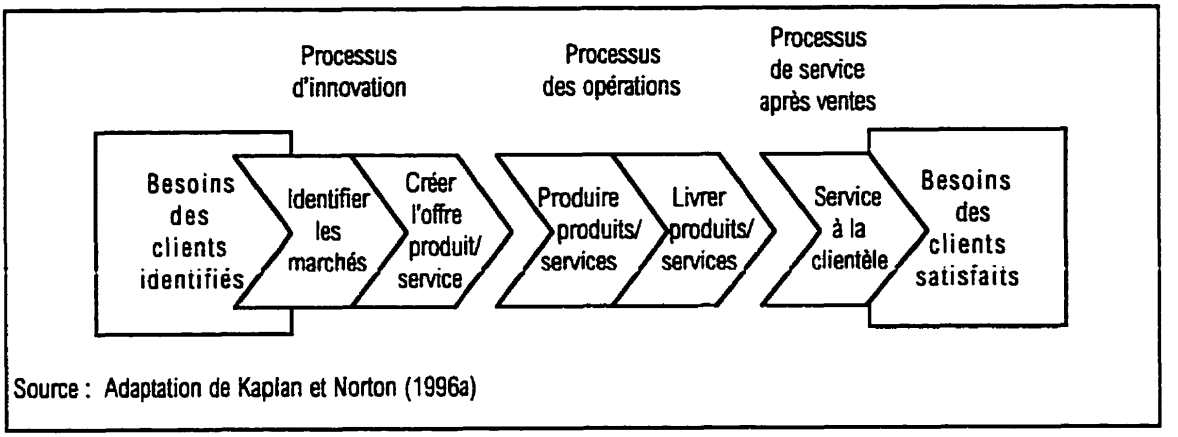


Figure A.31 Performance d'une entreprise vue dans une perspective de ses processus d'affaires.

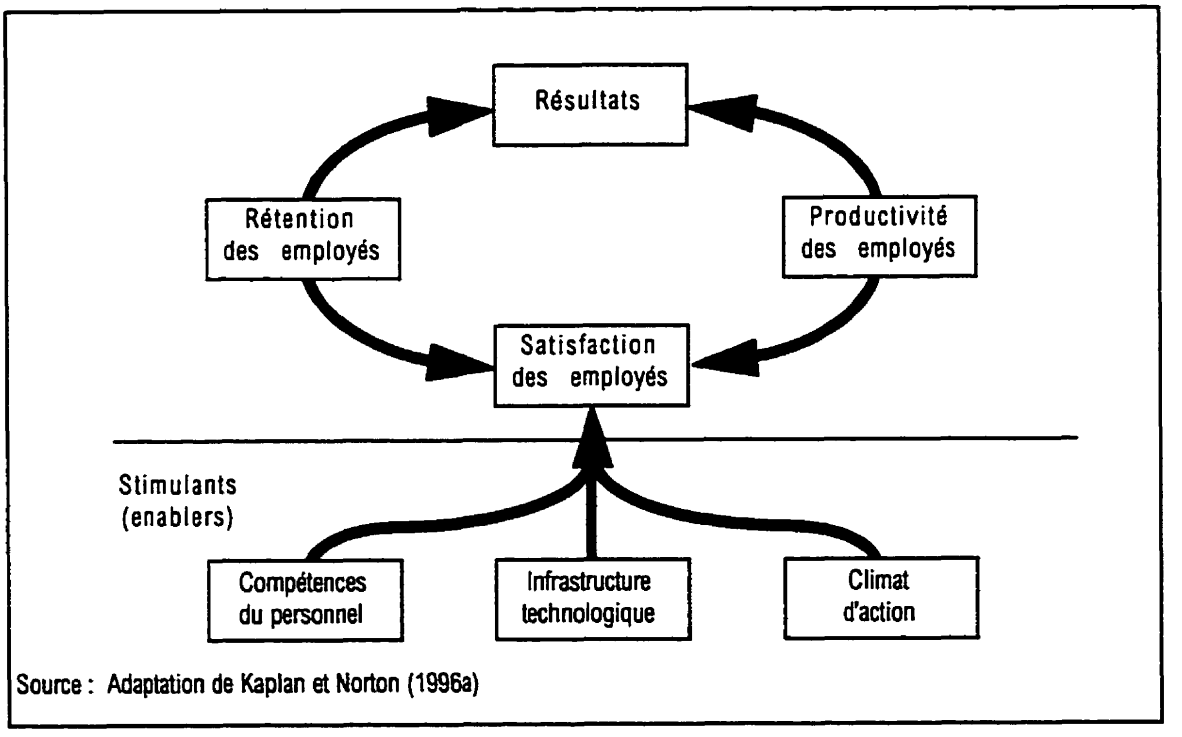


Figure A.32 Performance d'une entreprise vue dans une perspective d'apprentissage et de croissance.

Tableau A.1 Performance d'une entreprise vue dans une perspective financière.

		Thèmes stratégiques		
		Croissance et mix des revenus	Réduction de coûts/ Amélioration de la productivité	Utilisation des actifs
Stratégie du centre d'affaires	Croissance	Taux de croissance des ventes par segment de marché Pourcentage des revenus de nouveaux produits, services, et clients	Revenus/employé	Investissements (pourcentage des ventes) R-D (pourcentage des ventes)
	Maintien	Part de marché des clients et des comptes ciblés Ventes croisées Pourcentage des revenus de nouvelles applications Rentabilité par client et par ligne de produits	Coûts p/r aux concurrents Taux de réduction des coûts Dépenses indirectes (pourcentage des ventes)	Fonds de roulement (cycle d'encaissement)
	Récolte	Rentabilité par client et par ligne de produits Pourcentage de clients non rentables	Coûts unitaires (par unité d'extrant, par transaction)	Période de recouvrement Débit (Throughput)

Source : Adaptation de Kaplan et Norton (1996a)

Tableau A.2 Hiérarchie des plans sur la chaîne fins-moyens de la gestion stratégique.

MISSION
Énoncé général mais durable des objectifs d'une entreprise décrivant le produit, le marché et la technologie de l'entreprise et reflétant les valeurs et les priorités des dirigeants.

BUTS
Fins, définies en termes de quantité et de qualité, que l'entreprise veut réaliser.

OBJECTIFS
Résultats escomptés en fonction d'un horizon temporel déterminé dans plusieurs secteurs de préoccupations.

STRATÉGIE
Où aller ? Comment y aller ?

POLITIQUE
Lois et guides de pensée qui encadrent et gouvernent la prise de décision.

PLAN
Moyen visant à réaliser la stratégie en s'appuyant sur des directives et des guides de décision (politiques).

PROCÉDURE ET RÈGLEMENT
Guides d'action qui précisent les étapes à suivre, les règles à respecter pour mettre en oeuvre la décision.

PROGRAMME
Ensemble de séquences d'actions à exécuter avec cohérence afin de réaliser les plans établis.

BUDGET
Transcription chiffrée des objectifs et des programmes.

Source : Côté (1995)

Tableau A.3 Éléments d'une position stratégique.

Sources potentielles de rente économique	Mécanismes d'isolation
Changements technologiques	Ambiguïté causale
Changements relatifs des prix	Actifs spécialisés
Changements dans les goûts des consommateurs	Coûts de transferts et de recherche
Changements dans les lois, et la réglementation	Apprentissage des clients et des producteurs
Découvertes et inventions	Habiletés imbriquées dans les équipes
	Ressources uniques
	Information spéciale (ou privilégiée)
	Brevets et marques de commerce
	Réputation et l'image
Source : Adaptation de Rumelt (1984)	Restrictions légales à l'entrée

Tableau A.4 Actifs intangibles d'une entreprise avec protection légale et sans protection légale.

Actifs intangibles avec protection légale	Actifs intangibles sans protection légale
Marques de commerce	Information du domaine public
Brevets	Réputation
Droits d'auteur	Réseaux personnels et organisationnels
Dessins enregistrés	
Contrats et licences	
Secrets industriels	
Base de données	
Source : Adaptation de Hall (1994)	

Tableau A.5 Critères de choix des modes d'accès à des technologies.

	Critères de choix stratégiques			Critères tactiques			
MODES D'ACCÈS	Appro-priation	Exclu-sivité	Maîtrise (= appr. + excl.)	Coût	Oppor-tunité	Risque	Délai
Achats sur catalogue	--	--	--	++	+	++	++
Achats sur spécification	--	++	0	++	+	++	++
Sous-traitance	-	-	-	++	+	++	++
Sous-traitance pointue	0	0	0	++	+	++	++
Prise de participation minoritaire	+	++	+	+	-	-	++
Prise de participation majoritaire. Rachat	-	-	-	--	--	-	++
Joint venture	+	0	0	-	+	0	0
Partenariat	++	0	+	-	-	0	0
Alliances	0	+	0	-	+	0	0
Maillage	++	0	+	-	0	0	0
Acquisition de brevets	0	++	+	-	0	++	++
Prise de licence	+	+	+	-	0	++	++
Capital de risque	-	++	0	--	--	-	+
Collaboration universités	+	-	0	0	++	0	--
Reverse engineering	++	+	+	0	-	+	+
Veille technologique active	+	+	+	+	++	+	+
Embauche spécialiste	++	++	++	+	0	+	++
R & D sous-traitée	++	+	+	--	++	-	-
R & D interne	++	++	++	--	++	-	-
Formation	++	--	0	0	-	+	+

Source : Ribault, Martinet et Lebidois (1991)

Tableau A.6 Typologie du changement technologique au niveau des produits et des procédés.

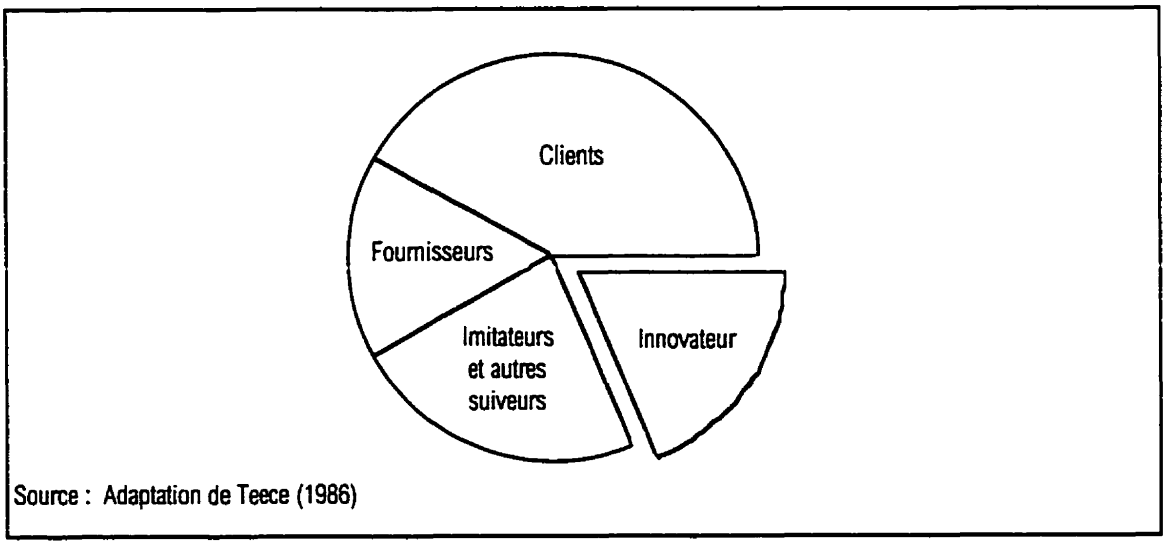
Changement technologique	
Qui détruit les compétences	Qui renforce les compétences
Produit	
Nouvelle classe de produits:	Améliorations majeures des produits:
Transporteurs aériens (1924)	Jet → turbofan
Ciment (1872)	Semi-conducteurs LSI → VLSI
Photocopie (1959)	Machine à écrire mécanique → électrique
	Canon à visée continue
	Bouteilles consignées → non consignées
	Bloc de cylindre en acier à paroi mince
Substitution de produits:	Changements incrémentiels des produits
Tube-à-vide → transistor	
Locomotive à vapeur → diesel	
Moteur à pistons → jet	
Disque de vinyle → disque compact	Design dominants*:
Machine-outil à cartes perforées → automatique	PDP-11, technologie VHS
Circuits discrets → circuits intégrés	IBM 360, DC-3,
Chassie d'automobile ouvert → monocoque	Machine-outil à contrôle numérique
Procédé	
Substitution de procédé:	Améliorations majeures des procédés:
Glace naturelle → mécanique	Four Edison
Pierres naturelles → industrielles	Déposition de couche de métal (semi-conducteurs)
Fourneau ouvert → fourneau à oxygène	« Gob feeder » (contenants de verre)
« Individual wafer » → « planar process »	Craquage catalytique → reformage catalytique
Verre poli → verre flottant	
Craquage thermique → craquage catalytique	Améliorations incrémentielles des procédés:
Four vertical → four rotatif	Apprentissage par l'usage; nombreuses améliorations
Verre soufflé → « drawn window glass »	des procédés

* Certains designs dominants sont des améliorations incrémentielles (p. ex., PDP-11), alors que d'autres sont des améliorations majeures (p. ex., DC-3, IBM 360). Source : Adaptation de Tushman et Anderson (1986)

Tableau A.7 Exemples de firmes s'étant hissées en position dominante avec une innovation réussie.

Firmes pionnières	Période	Innovation
Boulton & Watt (UK)	1770-1800	Machine à vapeur
AT & T (US)	1880-1930	Téléphonie
Thomson-Houston Co (US)	1880-1892	Éclairage à l'arc
General Electric Co (US)	1892-1920	Courant continu (DC)
Eastman Kodak (Int'l)	1890-1970	Pellicule photographique
ALCOA (US)	1900-1940	Aluminium
RCA Corp. (US)	1925-1960	Radio / TV
Ethyl Corp. (Int'l)	1925-1945	Additif pour essence à haut indice d'octane
3M Corp. (Int'l)	1950- à ce jour	Scotch Tape
Polaroid Corp. (Int'l)	1955- à ce jour	Photographie instantanée
XEROX Corp. (Int'l)	1958-1975	Photocopieur
Hoffman-La Roche (Int'l)	1960-1980	Tranquillisants
Dupont (Int'l)	1940-1960	Nylon
W.R. Grace (US)	1955-1975	Catalyste pour le raffinage du pétrole
Bosch (Europe)	1975- à ce jour	Injection électronique d'essence

Source : Adaptation de Ayres (1988)



Source : Adaptation de Teece (1986)

Figure A.33 Répartition des bénéfices d'une innovation réussie.

Tableau A.8 Taxinomie illustrant l'issue finale du processus d'innovation.

	Innovateur	Imitateur-Suiveur
Gagnant	1 • Pilkington (Verre flottant) • G.D. Searle (NutraSweet) • Dupont (Teflon)	2 • IBM (Ordinateur personnel) • Matsushita (Magnétoscope VHS) • Seiko (Montre au quartz)
Perdant	4 • RC Cola (Diet cola) • EMI (Scanner) • Bowmar (Calculatrice de poche) • Xerox (Ordinateur de bureau) • de Havilland (Comet)	3 • Kodak (Photographie instantanée) • Northrup (F20) • DEC (Ordinateur personnel)

Source : Adaptation de Teece (1986)

Tableau A.9 Exemples de pionniers supplantés par des imitateurs et les entrants suivants.

	Produit	Pionnier(s)	Imitateur(s) / Entrant(s) suivant(s)	Commentaires
1	Caméra 35 mm	Leica (1925) Contrax (1932) Exacta (1936)	Canon (1934) Nikon (1946) Nikon SLR (1959)	Le pionnier fut un leader technologique et commercial pendant des décennies jusqu'à ce que la technologie allemande soit copiée par les japonais qui l'ont améliorée et abaissée son prix. Le pionnier tarda à réagir et se retrouva alors comme un joueur secondaire.
2	Guichet automatique (ATM : Automated Teller Machine)	DeLaRue (1967) en Grande Bretagne Docutel (1969)	Diebold (1971) IBM (1973) NCR (1974)	Le pionnier fut une petite firme entrepreneuriale en démarrage qui fit face à deux types de compétiteurs: (1) les grandes firmes possédant de l'expérience avec les banques et (2) les géants des ordinateurs. Le pionnier n'a pas survécu.
3	Stylo à bille	Reynolds (1945) Eversharp (1946)	Parker "Jotter" (1954) Bic (1960)	Les pionniers disparurent lorsque la mode du stylo à bille se termina à la fin des années 1940. Parker entra huit ans plus tard. Bic entra la dernière en vendant des stylos jetables à bon marché.
4	Boissons gazeuses sans caféine	Canada Dry's "Sport" (1967) Royal Crown's RC100 (1980)	Pepsi Free (1982) Caffeine Free Coke, Diet Coke, Tab (1983)	Le pionnier avait trois années d'avance sur Coke, mais ne pouvait espérer rivaliser avec les avantages de distribution et de promotion des géants.
5	Scanner tomographique axial (Computerized Axial Tomography / CAT Scanner)	EMI (1972)	Pfizer (1974) Technicare (1975) GE (1976) Johnson & Johnson (1978)	Le pionnier avait aucune expérience dans l'industrie des équipements médicaux. Les copieurs ont fait fi des brevets du pionnier et l'ont amené à se retirer de ce domaine d'affaires grâce à leurs avantages en matière de marketing, de distribution et de finance, et grâce aussi à leur expérience dans l'industrie.
6	Avion commercial à propulsion à réaction (Commercial Jet Aircraft)	de Havilland Comet 1(1952)	Boeing 707 (1958) Douglas DC-8	Le pionnier britannique mis sur le marché un avion qui s'écrasait fréquemment. Boeing suiva avec un avion à réaction plus gros, plus sécuritaire et plus puissant.
7	Service de billeteries informatisé	Ticketron (1968)	Ticketmaster (1982)	Une petite firme en démarrage aggressive et avec un meilleur produit supplanta le pionnier arrogant dont la maison-mère avait en plus de sérieux problèmes financiers.
8	Carte de crédit	Diners Club (1950)	Visa/Mastercard (1966) American Express (1958)	Le pionnier était sous-capitalisé dans un domaine où l'argent est la ressource clé. AMEX entra la dernière avec des fonds provenant des chèques de voyages.
9	Boissons gazeuses diètes	Kirsch's No-Cal (1952) Royal Crown's Diet Rite Cola (1962)	Pepsi's Patio Cola (1963) Coke's Tab (1963) Diet Pepsi (1964) Diet Coke (1982)	Le pionnier ne pouvait rivaliser avec les avantages en matière de distribution de Coke et de Pepsi. Non plus avait-il l'argent nécessaire pour des campagnes massives de promotion.

Tableau A.9 (suite) Exemples de pionniers supplantés par des imitateurs et les entrants suivants.

	PRODUIT	PIONNIER(S)	IMITATEUR(S) / ENTRANT(S) SUIVANT(S)	COMMENTAIRES
10	Bière Dry	Asahi (1987)	Kirin, Sapporo, et Suntory du Japon (1988) Michelob Dry (1988) Bud Dry (1989)	Le pionnier japonais ne pouvait rivaliser avec les avantages financiers, de marketing et de distribution de Anheuser-Busch sur le marché américain.
11	Robot culinaire	Cuisinart (1973)	Copies à bas prix par Black & Decker (à la fin des années 1970) Sunbeam "Oskar" (1984)	Le pionnier manqua d'introduire des modèles à plus bas prix. Puis un LBO (leverage buyout) poussa l'entreprise à la faillite lorsque le marché est devenu plus sensible au prix.
12	Bière légère	Rheingold's Gablinger's (1966) Meister Brau Lite (1967)	Miller Lite (1975) Natural Lite (1977) Coors Lite (1978) Bud Light (1982)	Les pionniers entrèrent sur le marché 9 ans avant Miller et 16 ans avant Bud Light, mais des problèmes financiers les poussèrent tous les deux hors du marché. Le marketing et la distribution ont été déterminant dans l'issue finale. De plus, des batailles légales coûteuses étaient monnaie courante.
13	Ordinateur central (Mainframe Computer)	L'ordinateur ABC d'Atanasoff (1939) Eckert-Mauchly's ENIAC/UNIVAC (1946)	IBM (1953)	La puissance de marketing et de vente de IBM n'était pas de taille avec les petites firmes en démarrage. Quand le géant entra dans le marché, il prit aussitôt la première place.
14	Four micro-onde	Raytheon "Radarange" pour le marché commercial (1946) Tappan (1955) Amana (1968) Litton (1971)	Panasonic (au début des années 1970) Sharp (au milieu des années 1970) Samsung (1980)	Les pionniers mirent plus de 2 décennies à parfaire leurs produits et à développer le marché. Ils vendaient des produits de première qualité à prix élevé. Les japonais et les coréens mirent sur le marché des produits de qualité égale, mais à des prix plus bas que les pionniers ne pouvaient plus alors concurrencer.
15	Marché des fonds mutuels	Reserve Fund de New York (1973)	Dreyfus Liquid Assets (1974) Fidelity Daily Income Trust (1974) Merrill Lynch Ready Assets (1975)	Le petit pionnier ne pouvait rivaliser avec les avantages en matière de marketing, de distribution et de finance, de même que les bénéfices liés à la réputation que possédaient les imitateurs. La taille importait plus que le fait d'être le premier sur le marché. Les futurs arrivants supplantèrent le pionnier grâce à une variété de produits.
16	Imagerie à résonance magnétique	Fonar (1978)	Johnson & Johnson's Technicare (1981) General Electric (1982)	Le petit pionnier a dû faire face aux grands fournisseurs d'équipements médicaux qui prirent facilement de l'expansion dans le domaine de l'imagerie à résonance magnétique. Le pionnier ne pouvait plus espérer rivaliser avec leur énorme pouvoir de marché.

Tableau A.9 (suite) Exemples de pionniers supplantés par des imitateurs et les entrants suivants.

	Produit	Pionnier(s)	Imitateur(s) / Entrant(s) suivant(s)	Commentaires
17	Bière non alcoolisée	G. Heileman's Kingsbuy (au début des années 1980) Switzerland's Moussy (1983)	Miller's Sharp's (1989) Anheuser-Busch's O'Doul's (1989) Coor's Cutter (1991)	Les innovateurs avaient une avance de 6 années, mais leurs avantages d'être les premiers ne pouvaient rivaliser avec les avantages en marketing et distribution des futurs arrivants. Heileman était en faillite au moment où les imitateurs entrèrent sur le marché.
18	Système d'exploitation pour ordinateur personnel	CP/M (1974)	MS-DOS (1981) Windows de Microsoft (1985)	Le pionnier créa le premier standard, mais ne fit pas la mise à niveau requise pour le IBM-PC. Microsoft effectua la mise à niveau et devenu ainsi le nouveau standard. Windows entra plus tard en empruntant largement sur ses prédéces-seurs, puis émergea comme le leader des interfaces.
19	Livre à couverture souple	Penguin (1935 en Angleterre) (1939 aux États-Unis) Modern Age Books (1939) Pocket Books (1939)	Avon (1941) Popular Library (1942) Dell (1943) Bantam(1946)	Le premier entrant américain à succès apprit beaucoup de ses prédécesseurs. Par contre, le dernier arrivant d'importance est considéré comme le leader sur le marché de masse. Il bénéficia de riches parents corporatifs et d'un accès facile à des titres.
20	Ordinateur personnel	MITS Altair 8800 (1975) Apple II (1977) Radio Shack (1977)	IBM-PC (1981) Compaq (1982) Dell (1984) Gateway (1985)	Les pionniers créèrent des ordinateurs à de fins de hobby, mais lorsque le marché se tourna vers des fins d'affaires, IBM entra sur le marché et le domina rapide-ment en utilisant sa réputation et ses habiletés en matière de marketing et de distribution. Les imitateurs copièrent alors le standard IBM, puis vendaient leurs produits à prix inférieur.
21	Calculatrice de poche	Bowmar (1971)	Texas Instruments (1972)	Le pionnier assemblait ses calculatrices en utilisant les circuits intégrés de Texas Instruments. Dès lors, Texas Instruments (TI) contrôllait les coûts de Bowman qui augmentèrent au moment où les prix chûtèrent sur le marché. L'intégration verticale fut la clé.
22	Télévision à projection	Advent (1973) Sony (1973 avec un modèle industriel) Kloss Video (1977)	Panasonic (1978) Mitsubishi (1980)	Tout semblait être contre le pionnier. Il n'avait pas d'argent et était aux prises avec des querelles internes. Il dût en plus faire face aux géants japonais qui baissèrent leur prix et introduisirent un nouveau design qui rendait le produit du pionnier obsolète. Le pionnier fit faillite.

Tableau A.9 (suite) Exemples de pionniers supplantés par des imitateurs et les entrants suivants.

	PRODUIT	PIONNIER(S)	IMITATEUR(S) / ENTRANT(S) SUIVANT(S)	COMMENTAIRES
23	Chiffrier électronique (Spreadsheets)	VisiCalc (1979)	Lotus 1-2-3 (1983)	Le pionner entra avec un chiffrier électronique simple conçu pour des ordinateurs personnels primitifs. Des querelles internes mirent le pionnier en pièces, pendant que l'imitateur qui avait alors développé une partie du programme VisiCalc, introduisit un produit supérieur pour l'ordinateur IBM-PC.
24	Répondeur téléphonique	Code-A-Phone (1958)	Panasonic (milieu des années 1980) AT & T (1983)	Le pionnier fut lent à déplacer sa production outremer. Il ne pouvait plus concurrencer avec les coûts de production plus bas des futurs arrivants qui, en plus, bénéficiaient d'une expérience dans des produits connexes.
25	Magnétoscope VCR	Ampex (1956) CBS-EVR (1970) Sony U-Matic (1971) Cartrivision (1972) Sony Betamax (1975)	JVC VHS (1976) RCA Selectra Vision (1977) fabriqué par Matsushita	Le pionnier se concentra à vendre aux diffuseurs alors que Sony s'attacha à son marché domestique pendant plus d'une décennie. Des problèmes financiers tuèrent le pionnier. Sony Betamax fut le premier magnétoscope VCR domestique à succès, mais fut rapidement supplanté par le magnétoscope VHS, un suiveur tardif, qui permettait d'enregistrer deux fois plus longtemps.
26	Jeux vidéos	Magnavox's Odyssey (1972), le premier jeu domestique Atari's Pong (1972), le premier jeu pour arcade	Nintendo's Home Entertainment System (1985) Sega "Genesis" (1989) NEC "TurboGrafx" (1989)	Le marché connu des hauts et des bas. Les bas sont survenus lorsque l'ordinateur domestique semblait rendre les jeux vidéos désuets. Les jeunes perdaient leur intérêt lorsque les jeux manquaient de défis. La concurrence au niveau des prix était la règle. Nintendo raviva l'intérêt grâce à des jeux meilleurs et restora un certain ordre sur le marché en gérant la concurrence.
27	Magasin / club entrepôt	Price Club (1976)	Sam's Club, Costo, Pace, BJ's Wholesale Club (tous entrèrent en 1983)	Le pionnier s'enferma sur le marché du sud de la Californie et ne pouvait rivaliser avec les ressources financières de Wal-Mart's Sam's Club lorsque la firme entreprit son expansion nationale.
28	Logiciel de traitement de texte	Wordstar (1979)	WordPerfect (1982) MicrosoftWord (1983)	Le pionnier était aux prises avec un standard périmé pour lequel il n'a pas effectué la mise à jour à temps. Quand finalement il effectua la mise à jour, Wordstar abandonna des clients fidèles, offra aucun support technique, et se disputait à l'interne. Les suiveurs prirent alors avantages de la situation.

Source : Adaptation de Schnaars (1994)

ANNEXE B
PERSPECTIVE ÉVOLUTIONNISTE

Le modèle conceptuel de stratégie technologique de Burgelman et Rosenbloom (1989) qui est à la base de cette étude s'inscrit dans une perspective évolutionniste. De même, l'approche des caractéristiques de la technologie (Saviotti et Metcalfe, 1984 ; Saviotti, 1996) sur laquelle nous nous appuyons dans la présente et pour laquelle nous entendons proposer une extension, assortie d'une application concrète s'inscrit, elle aussi, dans une telle perspective. Dès lors, d'un point de vue justification théorique, une question pertinente serait de savoir : pourquoi avoir choisi la perspective évolutionniste ? Le bien-fondé de cette question repose entre autres sur le fait que cette perspective n'est pas la seule option disponible dans certains domaines pour étudier les phénomènes comme, par exemple, dans le domaine d'étude portant sur l'économie, notamment au sujet de l'importance de la technologie ou du changement technologique sur la croissance économique à long terme. Dans ce domaine d'étude, la perspective évolutionniste se veut, pour certains auteurs, une alternative à la perspective mécaniste qui est souvent associée à l'école de pensée dite "néoclassique" en économie. En guise de justification théorique et pour répondre adéquatement à la question précédente, cette annexe présente un bref exposé de la perspective évolutionniste que nous retrouvons aujourd'hui dans plusieurs domaines d'étude et ce, en commençant tout d'abord par définir les termes utilisés.

Perspective évolutionniste : une définition

À l'instar de certains auteurs comme, par exemple, McKelvey (1982), nous entendons ici par une perspective dite "évolutionniste", une vision du monde qui est fondée sur le changement, mais sans pour autant porter un jugement de valeur sur le sens ou la direction que devrait prendre un tel changement comme, par exemple, en assumant a priori que ledit changement devrait se faire dans le sens du progrès (p. ex., progrès scientifique ; progrès technique ; progrès économique ; progrès social ; etc.). Dans un texte intitulé "Evolutionary Theorizing about Economic Change", l'économiste Richard R. Nelson de l'Université Columbia à New York nous propose la définition

suivante du terme "évolutionniste" qui s'appuie elle aussi sur la notion de changement et ce, tout en soulignant l'aspect dynamique du cheminement dans le temps :

> « Most scholars interested in this issue - be they from biology, economics, sociology, or any other field - would agree that the term"evolutionary" ought to be reserved for theories about dynamic time paths, that is ones that aim to explain how things change over time, or to explain why things are what they are in a manner that places weight on "how they got there". », (1994a, p. 114).

Origine de la perspective évolutionniste

La perspective évolutionniste provient à l'origine du domaine de la biologie. À cet égard, l'histoire retient deux noms en particulier, soit celui de Lamarck (1744-1829), puis celui de Darwin (1809-1882) qui sont considérés comme les "pères de l'évolutionnisme". Bien que les modèles évolutionnistes darwinien et lamarckien diffèrent de façon substantielle sur certains mécanismes fondamentaux d'évolution, il n'en demeure pas moins que leur perspective évolutionniste se rejoint, à plusieurs égards, notamment sur la nature incrémentielle ou graduelle de l'évolution des espèces. Aujourd'hui, la perspective évolutionniste est utilisée dans de nombreux domaines d'étude dont celui de la biologie qui, en plus des modèles évolutionnistes lamarckien et darwinien (ou néo-darwinien), nous propose un autre modèle d'évolution, soit le modèle de l'équilibre ponctué qui a été proposé, il y a quelques années, par les paléontologistes Stephen Jay Gould du Museum of Comparative Zoology de l'Université Harvard et son collègue Niles Eldredge du musée The American Museum of Natural History de New York (Eldredge et Gould, 1972).

Comme en fait écho l'énoncé précédent de Nelson, par-delà le domaine de la biologie, nous retrouvons la perspective évolutionniste dans plusieurs autres domaines, dont l'économie où certains auteurs comme justement Nelson, Winter et plusieurs autres présentent comme une alternative à l'école de pensée dominante en économie, soit l'école de pensée dite "néoclassique". En fait, dans ce domaine, ce sont deux visions du monde ou deux conceptions différentes qui s'affrontent, soit : (1) une vision du monde dite "mécaniste" qui est associée à l'école de pensée

"néoclassique" ; puis (2) une vision du monde dite "évolutionniste" qui est davantage associée à la tradition "schumpétérienne" en économie, comme nous allons le voir au cours de cet exposé.

Perspective évolutionniste versus perspective mécaniste

En réalité, ces deux visions du monde[1] remontent au 16e et 17e siècles. En effet, si la perspective évolutionniste a émergé dans le domaine de la biologie, d'abord, avec Lamarck (1744-1829), puis ensuite avec Darwin (1809-1882) un demi siècle plus tard ; la perspective mécaniste tire son origine bien avant celle de la perspective évolutionniste, soit dans le domaine de la physique ou de la mécanique classique. Parmi les principaux fondateurs dans ce domaine, citons (1) le physicien et astronome italien Galilée (Galileo Galilei, 1564-1642) qui a élaboré, entre autres, sur le principe de l'inertie que les théoriciens de la perspective évolutionniste dans l'étude des organisations ont emprunté (p. ex., en écologie organisationnelle) ; puis (2) le philosophe, mathématicien et physicien français René Descartes (1596-1650) qui est connu entre autres pour sa célèbre maxime "Je pense, donc je suis", mais qui a surtout révolutionné la pensée scientifique avec ce que l'on appelle aujourd'hui la "pensée cartésienne" ou la "pensée rationnelle" ou tout simplement la "rationalité" ; et enfin nous avons (3) le physicien, mathématicien et astronome britannique Sir Isaac Newton (1642-1727) qui est bien connu pour ses célèbres lois fondamentales de la physique qui portent aujourd'hui son nom (lois de Newton). Fait à souligner, les corps des principaux fondateurs de la perspective mécaniste (Sir Isaac Newton) et de la perspective évolutionniste (Charles Darwin) sont inhumés tout près l'un de l'autre dans la cathédrale de Westminster située à Londres en Angleterre où sont d'ailleurs inhumés de nombreux rois et d'autres grands personnages qui ont marqué l'histoire de la Grande-Bretagne. Comme c'est le cas avec la perspective évolutionniste, la perspective mécaniste continue elle aussi de nos jours à influencer de nombreux domaines d'étude qui veulent eux aussi s'appuyer sur une pensée rationnelle pour expliquer certains phénomènes par l'intermédiaire de lois fondamentales comme Galilée, Descartes, Newton et plusieurs autres scientifiques de renom l'ont

---

[1] De nombreux auteurs ont traité de ces deux visions différentes du monde que nous retrouvons depuis des décennies, sinon des siècles, dans le domaine de l'économie. Un traitement approfondi du sujet nous est offert par Geoffrey Hodgson dans son ouvrage intitulé Economics and Evolution : Bringing Life Back into Economics (Hodgson, 1993). Voir aussi l'ouvrage de Peter Hall (1994), puis les articles de Clark et Juma (1998), de DeBresson (1987) et celui de Kirat (1991).

fait auparavant. En guise de justification théorique et pour mieux comprendre comment la perspective évolutionniste s'est développée au fil des ans pour être maintenant utilisée dans plusieurs domaines d'étude, faisons un bref rappel historique en commençant tout d'abord par son origine dans le domaine de la biologie en examinant tour à tour les trois modèles évolutionnistes susmentionnés : (1) le modèle évolutionniste lamarckien ; (2) le modèle évolutionniste darwinien ; et enfin (3) le modèle de l'équilibre ponctué. Ce bref rappel est essentiel car aujourd'hui dans plusieurs domaines d'étude, la perspective évolutionniste n'est pas un bloc monolithique, mais est plutôt un amalgame d'idées et de concepts empruntés à ces trois modèles évolutionnistes susmentionnés. Enfin, dans ce bref exposé, nous glisserons quelques mots sur la perspective mécaniste, car dans certains domaines d'étude comme celui de l'économie, la perspective évolutionniste est aujourd'hui encore confrontée à la perspective mécaniste, comme nous l'avons évoqué ci-haut. Précisons néanmoins que dans plusieurs domaines, en particulier les domaines scientifiques (p. ex., physique ; mécanique ; etc.), la perspective mécaniste est sans conteste le paradigme dominant, alors que la perspective évolutionniste est, ni plus, ni moins, absente.

Après ce bref rappel historique dans le domaine de la biologie et des principes qui régissent l'évolution des espèces, nous examinerons ensuite la façon avec laquelle la perspective évolutionniste est utilisée dans d'autres domaines d'étude dont : (1) l'économie (p. ex., l'économie du changement technologique et la tradition schumpétérienne) ; puis ensuite (2) le management de la technologie et la stratégie (p. ex., l'évolution ou le changement technologique ; l'approche des caractéristiques de la technologie ; la stratégie technologique ; la compétition technologique ; la variété technologique) ; (3) l'étude des organisations (p. ex., l'évolution des organisations et des formes organisationnelles), pour n'examiner ici que quelques domaines dans lesquels est utilisée la perspective évolutionniste.

Le modèle évolutionniste lamarckien

Dans la littérature, il est en général admis que la perspective évolutionniste a commencé à faire son apparition au 18e siècle dans le domaine de la biologie grâce aux travaux du naturaliste Jean-Baptiste-Pierre-Antoine de Monet, chevalier de La Marck, dit — Lamarck — qui vécut en

France de 1744 à 1829 et donc, au temps de la Révolution française (1789-1799). En fait, non seulement Lamarck partage-t-il avec Darwin le titre de "père de l'évolutionnisme" en étant, par ailleurs, son prédécesseur, mais c'est également Lamarck qui inventa le terme "biologie" et qui fut le premier à considérer la biologie comme une science autonome, à savoir la science de la vie qui étudie les êtres vivants en tant qu'ils sont vivants et, ce faisant, qu'ils sont donc différents des objets inanimés. Avant Lamarck, l'étude des sciences de la vie était très mécaniste ; ce que l'on appelle, en rétrospective, la "biologie cartésienne" en référence à la physique de Descartes ; mais que l'on appelle aussi le "paradigme du mécanisme" en physiologie dans lequel le corps était considéré comme un automate hydraulique. L'analogie souvent utilisée en biologie cartésienne était celle de l'animal-machine. Sans doute influencé par le courant de pensée mécaniste qui primait déjà au 17e siècle et qui était soutenu par de grandes découvertes scientifiques[2] concernant certaines lois fondamentales de la physique ; dès lors, Lamarck cherchera lui aussi sa vie durant à ramener la biologie sous des lois fondamentales de la physique par l'intermédiaire de l'organisation des êtres vivants ; ce que Lamarck appelait "ordre naturel" des formes vivantes. Mais, contrairement à Darwin qui rassembla l'oeuvre de sa vie dans un ouvrage de synthèse qui parut pour la première fois en 1859, Lamarck fut un auteur très prolifique. Comme plusieurs biologistes de son temps, il fut aussi un taxinomiste.

---

[2] Citons, entre autres, les grandes découvertes scientifiques concernant l'Univers, notamment le mouvement des planètes dans le système solaire et la voie Lactée. En effet, depuis la célèbre déclaration de l'astronome polonais Copernic (1473-1543) selon laquelle la terre n'est pas le centre de l'Univers, rompant ainsi de façon radicale avec la conception du monde géocentrique, puis en formulant plutôt l'hypothèse du mouvement de la terre et des autres planètes autour du soleil ; cette hypothèse audacieuse, pour son époque, allait marquer un tournant important dans la compréhension de notre Univers et de la mécanique céleste. Parmi les autres grands scientifiques de renom qui ont contribué par la suite à cette plus grande compréhension, citons entre autres : Galilée (1564-1642) qui a élaboré sur le principe d'inertie ; puis ensuite Kepler (1571-1630) qui a formulé ce que l'on appelle communément les "lois de Kepler" sur le mouvement des planètes dans le système solaire (p. ex., les orbites des planètes sont des ellipses et non des cercles) ; auxquels s'ajoute le nom de Newton (1642-1727) qui a lui aussi formulé un certain nombre de lois physiques fondamentales qui portent aujourd'hui son nom (lois de Newton), dont la loi de la gravitation universelle (la fameuse pomme de Newton), puis la loi de l'égalité de l'action et de la réaction (action = réaction) qui est l'une des lois qui est la plus utilisée en aéronautique (p. ex., les systèmes de propulsion des avions à réaction). Newton a même laissé sa marque à l'unité de mesure de la force (le Newton). Par ailleurs, bien que la contribution de Newton et de celle de ses prédécesseurs (p. ex., Copernic ; Kepler) à la mécanique céleste soient indubitables, il convient néanmoins de souligner que c'est le marquis français Pierre Simon de Laplace (1749-1827) qui fut sans doute le premier à formaliser le comportement déterministe du système solaire. Tout comme Newton, Laplace était lui aussi astronome, mathématicien et physicien. D'ailleurs, c'est Laplace qui formula l'hypothèse selon laquelle le système solaire serait issu à l'origine d'une nébuleuse en rotation. Laplace est considéré par plusieurs comme l'un des principaux fondateurs du comportement dit "déterministe" que nous retrouvons dans certains systèmes (p. ex., le système solaire).

D'ailleurs, l'une des plus importantes contributions scientifiques de Lamarck à son époque fut sa classification des invertébrés qui représentent plus de 80% des espèces. L'une des pièces maîtresses de son oeuvre scientifique intitulée Philosophie zoologique, Lamarck la publia à l'âge de soixante-cinq ans, soit en 1809 ; ce qui correspond à l'année même de la naissance de Darwin en Angleterre. C'est le texte fondateur de la biologie et l'acte de naissance du transformisme et de la génération spontanée (Lamarck, 1809, 1994). Comme l'explique ici André Pichot dans sa présentation de l'ouvrage de Lamarck qui est paru en 1994 chez la maison d'édition Flammarion, le modèle évolutionniste lamarckien part du constat que toute matière a tendance à se décomposer en ses éléments les plus simples et ce, tant au niveau des objets inanimés qu'au niveau des êtres vivants (p. ex., décomposition d'un corps après la mort). Dès lors, en inversant le processus de dégradation des êtres vivants complexes vers des formes simples, Lamarck émet alors, comme premier postulat de son modèle, que les êtres vivants ont une "tendance à la complexification" ou, de façon plus générale, que la loi constante de la nature est celle de la "tendance à la complexification". Puis, il émet ensuite, comme deuxième postulat, que cette "tendance à la complexification" se heurte aux "circonstances externes", c'est-à-dire au milieu environnant ou à l'environnement. Or, c'est justement parce que la linéarité ou la continuité dans la complexification des êtres vivants au cours de leur évolution est perturbée par les circonstances externes que nous observons dans la nature une telle diversité d'espèces, ainsi qu'une telle variété au sein d'une même espèce biologique et ce, tant au niveau du règne animal (la faune), que du règne végétal (la flore). Comme nous l'explique ici André Pichot dans son texte de présentation :

> « la tendance à la complexification est, chez Lamarck, le moteur de l'adaptation aux circonstances ; et le changement de ces circonstances joue comme déclencheur de cette adaptation. [...] Par conséquent, si les besoins habituels entraînent le fonctionnement des organes devant les satisfaire, de nouveaux besoins peuvent entraîner la formation de nouveaux organes. », (Lamarck, 1809, 1994, p. 40 et p. 41).

Ainsi, dans le modèle évolutionniste lamarckien, l'adaptation des êtres vivants à leur milieu environnant ou aux circonstances externes joue non seulement un rôle déterminant dans l'évolution ou la transformation des espèces biologiques, mais il est également postulé que les êtres vivants du

règne animal peuvent s'adapter de façon active ou volontaire aux circonstances externes ; d'où la fameuse formule lamarckienne : "la fonction fait l'organe". Lamarck poursuivra davantage cette idée de "tendance à la complexification" des êtres vivants en l'étendant aux générations subséquentes et ce, grâce à la notion — d'hérédité des caractères acquis — qui est ici l'une des notions de base du modèle d'évolution de Lamarck que l'histoire retiendra plus particulièrement avec celle de l'adaptation active ou volontaire des êtres vivants du règne animal (variation adaptative) à leur milieu environnant. De plus, le transformisme lamarckien postule que les êtres vivants les plus simples, appelés "infusoires", c'est-à-dire des micro-organismes, sont apparus par "génération spontanée" ; après quoi, ils se sont développés avec une organisation de plus en plus complexe sur une longue période de temps et ce, en passant par les primates jusqu'à l'homme qui est considéré comme l'être vivant le plus parfait, pour employer une expression souvent utilisée à l'époque.

Dans le modèle évolutionniste lamarckien, la nature a donc le pouvoir de produire des êtres vivants, même les plus complexes ; ce qui, évidemment, allait à l'encontre de l'idéologie religieuse de l'époque. En fait, contrairement à la croyance populaire, c'est de Lamarck et non de Darwin que provient l'idée assez mal reçue au siècle dernier que l'homme descendait du singe ; ce qui avait alors fait dire à l'évêque d'Oxford, Samuel Wilberforce, que le darwinisme était une doctrine antimorale et antichrétienne, de souligner à ce sujet Christen (1982) dans son ouvrage intitulé Le dossier Darwin. La grande simplicité d'organisation de ces infusoires ou micro-organismes leur permet donc d'apparaître spontanément ; d'où la notion de "génération spontanée" développée par Lamarck. En biologie, cette hypothèse concernant l'origine de la vie sur terre (micro-organismes) est d'ailleurs partagée par plusieurs. Par contre, les êtres vivants comportant par la suite une organisation de plus en plus complexe se sont développés de génération en génération sur une longue période de temps et ce, de façon "graduelle". Ainsi, dans le modèle évolutionniste lamarckien, il n'y a donc pas de discontinuités, ou encore, de sauts quantiques importants dans l'évolution des espèces (quantum speciation) comme, par exemple, la naissance d'une nouvelle espèce qui serait sans lien parental avec les espèces déjà existantes ; non plus qu'il est prévu qu'une espèce puisse un jour disparaître.

Or, c'est justement sur ce point que certains paléontologistes (étude des fossiles) dont, entre autres, Stephen Jay Gould et Niles Eldredge n'accepteront pas ce modèle évolutionniste, car si l'évolution est graduelle : comment ce fait-il alors qu'au cours de l'évolution certaines espèces soient apparues soudainement et que d'autres (p. ex., les mammouths ; les dinosaures) soient complètement disparues de la surface de la terre ? En fait, toujours est-il que l'évolution des espèces vivantes ne s'est pas faite comme une série linéaire, mais plutôt comme un arbre ramifié comportant de nombreuses bifurcations, pour employer une analogie bien connue, dans lequel arbre figure à la fois la diversité des espèces et la variété au sein d'une même espèce que nous retrouvons dans la nature et ce, tant au niveau du règne animal que du règne végétal. Va pour le modèle évolutionniste de Lamarck. Sur ce, passons au modèle évolutionniste de Darwin, aussi appelé "théorie de la sélection naturelle" ou "doctrine de la sélection naturelle".

Le modèle évolutionniste darwinien

De par sa descendance, Charles Robert Darwin[3] (1809-1882) appartenait à la haute bourgeoisie anglaise et, de ce fait, il n'eut jamais à se soucier de problèmes d'argent. À l'âge de vingt-deux ans, il fut recruté par le Capitaine Fitz Roy du vaisseau de Sa Majesté britannique The Beagle qui cherchait, à ce moment-là, un naturaliste pour poursuivre ses expéditions scientifiques. Au terme de ce périple qui dura plus de cinq ans, Charles Darwin regagna l'Angleterre où il vécut en sédentaire en compagnie de sa famille pendant plus de quarante ans et ce, en raison notamment de son état de santé qui limitait grandement ses activités. L'oeuvre de sa vie a été publiée en 1859 après plus de vingt ans de préparation et de méditation sous le titre anglo-saxon On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life. Cet ouvrage de quelques 500 pages a, par la suite, été publié en plusieurs versions différentes ou améliorées. Notons, par ailleurs, que dans sa traduction française, le titre de l'ouvrage a été modifié par certains traducteurs, soit L'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle ou la

---

[3] Ces renseignements personnels sur la vie de Darwin proviennent de Pierre-Paul Grassé dans son texte de présentation de l'ouvrage de Darwin qui fut traduit en français et publié en 1973 dans la série Marabout Université aux Éditions Gérard & C° de Verviers en Belgique. Puis, ils nous proviennent en partie aussi de l'ouvrage de Yves Christen intitulé Le dossier Darwin qui fut publié en 1982 par les Éditions Copernic de Paris.

lutte pour l'existence dans la nature et cela, sans doute, pour ne pas faire allusion à l'idée de "races favorisées" qui apparaît dans le titre de l'ouvrage original de Darwin ; laquelle idée avait été récupérée par la suite par les tenants et les sympathisants de la doctrine connue sous la bannière de "darwinisme social", par opposition, au "darwinisme scientifique" que Darwin et ses disciples cherchaient à défendre ou promulguer (p. ex., l'anglais Thomas Huxley et l'allemand Ernst Haeckel). En bref, le "darwinisme social" prônait ouvertement la supériorité de certaines races et classes sociales (p. ex., la race blanche ; l'aristocratie ; la bourgeoisie ; etc.) sur d'autres races et classes sociales (p. ex., la race noire ; les immigrants), comme nous l'explique ici Donald T. Campbell dans son article classique intitulé "Variation and Selective Retention in Socio-Cultural Evolution" portant sur l'évolution socioculturelle qui fut publié d'abord en 1965, puis ensuite en 1969 et dans lequel celui-ci parle même de "contamination" de la perspective évolutionniste : « It seems to me that a major factor was the early contamination of the evolutionary perspective with the reactionary political viewpoints of the priviliged classes and racial supremicist apologists for colonialism, exclusionist immigration laws, etc. », (1969, p. 71). Parmi les figures marquantes de cette doctrine (darwinisme social), nous retrouvons le sociologue britannique Herbert Spencer ; puis, du côté américain, William Graham Sumner de l'Université Yale. Plusieurs observateurs croient que c'est justement cette mauvaise utilisation de la théorie évolutionniste de Darwin qui, conjuguée au choc de certaines idéologies, retardèrent son acceptation dans la société en général et dans la communauté scientifique en particulier.

Toutefois, en raison de son état de santé et du fait qu'il se disait avant tout influencé par les faits et non par une idéologie, Darwin ne participait pas à ces débats idéologiques, comme l'explique ici Yves Christen (1982) : « D'ailleurs, Darwin fera tout pour se mettre à l'écart des débats idéologiques qu'il suscitera. Il laissera ses disciples, tout particulièrement l'anglais Thomas Huxley (1825-1895) et l'allemand Ernst Haeckel (1834-1919) se battre à sa place contre les religieux et les socialistes. », (p. 7). Comme nous l'avons déjà évoqué, Darwin diverge de façon fondamentale de Lamarck au sujet du mode d'évolution des espèces biologiques. En effet, dans le modèle évolutionniste de Lamarck, la transformation des espèces et leur adaptation aux circonstances externes ou à leur environnement (variation adaptative) ont, comme moteur d'évolution, leur

"tendance à la complexification" que Lamarck considère comme une loi constante de la nature. Rappelons ici que Lamarck visait, par ses travaux, à expliquer la formation des êtres vivants complexes à partir des lois de la physique, à savoir que la nature pouvait créer des êtres vivants ayant une organisation de plus en plus complexe (p. ex., des êtres possédant un système nerveux, un système digestif, un système respiratoire, etc.) et ce, à partir d'êtres vivants simples (infusoires). En contraste, Darwin ne visait pas, par ses travaux, à ramener l'évolution des espèces sous des lois de la physique, mais visait plutôt à expliquer l'origine, la diversité et l'adaptation des espèces à leur milieu environnant. Aussi, Darwin rejeta l'idée de Lamarck au sujet de cette "pseudo-tendance à la complexification" des êtres vivants comme moteur de l'évolution et posa plutôt la "sélection naturelle" comme "force créatrice" de l'évolution. Dans une telle conception de l'évolution, le critère principal de sélection naturelle est celui de l'adaptation ; c'est-à-dire la sélection des êtres vivants qui, a posteriori, s'avèrent les mieux adaptés à leur environnement ; d'où le fameux slogan « survival of the fittest » qui provient, en fait, de Spencer, comme le précise ici Geoffrey Hodgson (1993) qui souligne que même le mot "évolution" n'était pas utilisé par Darwin : « Crucially, it was Spencer, not Darwin, who popularized the term 'evolution'. [...] On the whole, Darwin preferred phrases like 'descent with modification' to 'evolution'. Furthermore, it was Spencer, not Darwin, who invented the slogan 'survival of the fittest'. », (p. 81).

De son côté, Christen (1982) nous explique de la façon suivante ce que Darwin entendait par "sélection naturelle" : « Cette dernière s'exerce de deux façons : sous forme de la lutte de l'être vivant contre le milieu environnant ou contre les individus des autres espèces, mais aussi par l'intermédiaire de la compétition que les individus de même espèce se livrent entre eux. », (p. 19). Ainsi, la lutte que se livrent entre eux les individus d'une même espèce peut être causée par plusieurs facteurs comme, par exemple, la lutte pour les ressources rares telle la nourriture, la lutte pour la reproduction, ou encore, pour la domination au sein d'un groupe, etc. En contraste, la lutte que se livrent entre eux les individus des autres espèces est souvent provoquée par ce que l'on appelle aujourd'hui le "principe de Gause", du nom du scientifique George Francis Gause qui, au début de ce siècle, formula le principe d'exclusion en compétition selon lequel deux espèces ne peuvent coexister s'ils doivent utiliser les mêmes ressources pour vivre (p. ex., la nourriture).

Comme nous pouvons le constater, les notions de "sélection naturelle" et de "lutte pour l'existence" sont étroitement liées, comme nous l'indique le titre en français de l'ouvrage de Darwin susmentionné. Fait intéressant à souligner, on raconte que l'idée même que l'évolution des espèces puisse être influencée par la "lutte pour l'existence" des êtres vivants est venue à l'esprit de Darwin en lisant l'ouvrage intitulé Essai sur le principe de population de l'économiste britannique Thomas Robert Malthus (1766-1834) ; lequel ouvrage, aux dires de Pierre-Paul Grassé dans son texte de présentation, fut, pour Darwin, une véritable révélation (Darwin, 1859, 1973, p. 9). En bref, Malthus voyait la surpopulation comme un danger pour la subsistance du monde et recommandait déjà, à son époque, une certaine forme de restriction volontaire des naissances ; ce qui fut, par la suite, appelée le "malthusianisme". Outre Thomas Malthus, le paléontologiste Stephen Jay Gould de l'Université Harvard affirme que Darwin fut aussi influencé par l'économiste classique du 18e siècle Adam Smith (1723-1790), notamment sa notion de "lutte pour les profits personnels" qui, encore aujourd'hui, est une notion fondamentale au sein du libéralisme économique ou de la libre entreprise :

> « Darwin developed his theory of natural selection by transferring the basic argument of Adam Smith's economics into nature : an ordered economy can best be achieved by letting individuals struggle for personal profits, thereby permitting a natural shifting of the most competitive (laissez-faire) ; an ordered ecology is a transient balance established by successful competitors pursuing their own Darwinian edge. », (Gould,1982, p. 381).

La sélection naturelle est la force créatrice de l'évolution dans le modèle de Darwin, comme le précise ici Gould (1982) : « Natural selection is a creator ; it builds adaptation step by step. », (p. 381). Mais, pour que la sélection naturelle puisse s'effectuer, il doit y avoir une certaine variation dans l'ordre établi. Toutefois, contrairement au modèle évolutionniste lamarckien qui laisse supposer une certaine forme de volonté ou d'intention au mécanisme de variation des êtres vivants du règne animal (variation adaptative), dans le modèle évolutionniste darwinien, le mécanisme de variation est aveugle (blind), s'effectue de façon aléatoire (random), ou encore, arrive par hasard (haphazard) ou bien par chance ; enfin, bref, sans intention a priori ou de plans préétablis qui dicteraient une direction à cette variation (p. ex., dans la direction d'une meilleure adaptation; du progrès ; de l'amélioration ; de la perfection ; etc.). En définitive, comme nous l'explique ici Donald T. Campbell

(1969), la variation vise à procurer la matière première nécessaire à la sélection naturelle qui, rappelons-le, est le moteur principal de l'évolution dans le modèle de Darwin : « Such variations provide adequate raw materials for selective systems to operate on, whether the variations are deliberate or haphazard. [...] "Deliberate" or "intelligent" variations would do as well as "blind," "haphazard," "chance," "random," or 'spontaneous" ones. », (p. 73). Ainsi, c'est donc la sélection naturelle qui choisit les êtres vivants qui, a posteriori, s'avèrent les mieux adaptés à leur environnement. Autrement dit, il s'agit — d'adoption — par l'environnement des êtres vivants qui, a posteriori, s'avèrent les mieux adaptés à cet environnement, plutôt que — d'adaptation — a priori des êtres vivants à leur environnement dans le but de mieux s'adapter à celui-ci et ainsi augmenter leur chance de survie dans un contexte de "lutte pour la survie". Enfin, un autre élément important à souligner : bien que l'on parle d'êtres vivants les mieux adaptés à leur environnement, le modèle évolutionniste de Darwin ne présume pas, en général, que la sélection naturelle soit un mécanisme qui vise à optimiser ou à sélectionner les êtres vivants qui sont les meilleurs ou bien les plus forts. En fait, les êtres vivants qui, a posteriori, sont les mieux adaptés à leur environnement doivent être considérés uniquement pour ce qu'ils sont, c'est-à-dire des "survivants". Dans un contexte de "lutte pour la survie", la sélection naturelle élimine tout simplement les êtres vivants qui, a posteriori, s'avèrent mal adaptés aux conditions de leur environnement, rien de plus.

C'est d'ailleurs l'une des raisons pour laquelle Darwin eut tant de réticences à adopter le célèbre slogan de Spencer « survival of the fittest », car dans la doctrine promulguée par Spencer et ses disciples (darwinisme social), l'expression « the fittest » était souvent synonyme de l'expression « the strongest » pour signifier que certaines races et classes sociales étaient supérieures par rapport à d'autres qui, par voie de conséquences, étaient donc considérées comme inférieures. De ce fait, il fallait donc limiter leur nombre ou leur reproduction, voire même les éliminer pour préserver la race supérieure, comme certaines histoires d'horreur de la Deuxième Guerre mondiale l'ont révélées au monde entier. Compte tenu du fait que, dans le modèle évolutionniste de Darwin, le mécanisme de variation chez les espèces biologiques s'effectue de façon totalement aveugle ou aléatoire, ou encore, arrive par hasard ou par chance, l'adaptation des êtres vivants à leur milieu environnant est donc passive et non active ou volontaire, comme c'est le cas

dans le modèle évolutionniste de Lamarck qui laisse supposer une certaine modification du corps ou des organes du corps par la volonté des animaux à vouloir ainsi mieux s'adapter (variation adaptative) aux circonstances externes ou à leur environnement et ce, sous le stress de la nécessité ou du besoin. D'ailleurs, certains auteurs dans la littérature (p. ex., Madsen et McKelvey, 1996 ; Carroll, 1993) réfèrent souvent au modèle d'évolution de Darwin comme étant un "modèle de sélection", alors que celui de Lamarck est plutôt référé comme étant un "modèle d'adaptation". Comme nous allons le voir d'ici peu, plusieurs domaines d'étude reprendront par la suite ce mécanisme de "variation", de même que cette notion d'adaptation, tantôt dans une perspective lamarckienne (modèle d'adaptation), c'est-à-dire avec un mode de variation intentionnelle et une adaptation active ou volontaire (variation adaptative) à l'environnement ; tantôt dans une perspective darwinienne (modèle de sélection), c'est-à-dire avec un mode de variation qui est aveugle ou aléatoire et une adaptation passive ; le tout ayant la sélection naturelle comme moteur ou force créatrice de l'évolution. En clair, dans le modèle évolutionniste de Darwin, il y a un certain déterminisme, sinon un déterminisme certain de l'environnement sur les êtres vivants. Ce qui soulève, à ce moment-là, la question controversée concernant la finalité dans le processus d'évolution (p. ex., une évolution dans la direction du progrès) qui est l'une des questions sur laquelle le transformisme de Lamarck se distingue de façon fondamentale du modèle évolutionniste de Darwin, comme nous l'explique ici le zoologiste réputé Ernst Mayr du Museum of Comparative Zoology de l'Université Harvard :

> « Transformational evolution. According to this concept, first clearly articulated by Lamarck, evolution consists of the gradual transformation of organisms from one condition of existence to another. Almost invariably, transformation theories assume a progression from 'lower to higher' and reflect a belief in cosmic teleology resulting in an inevitable steady movement toward an ultimate goal, to an ultimate perfection. [...]
> Variational evolution. As Lewontin (1983) has correctly pointed out, Darwin introduced an entirely new concept of evolution. [...] No longer is a fixed object transformed, as in Transformational evolution, but an entirely new start is, so to speak, made in every generation. Evolution is no longer progressive, it no longer strives toward perfection or any other goal. It is opportunistic, hence unpredictable. », (Mayr, 1989, p. 40).

Va pour les mécanismes de variation et de sélection. D'autre part, comme c'est le cas dans le modèle évolutionniste lamarckien, il doit également exister, dans le modèle évolutionniste darwinien, un certain mécanisme de transmission de l'information ou d'hérédité des caractères acquis, pour employer la terminologie de Lamarck, afin que les êtres vivants puissent transmettre à leurs progénitures et aux générations subséquentes les caractères qu'ils ont eux mêmes acquis au cours de leur évolution et ce, afin d'assurer une certaine pérennité des caractères ou des avantages sélectifs des êtres vivants qui se sont avérés ex post facto les mieux adaptés à leur environnement. C'est ce que l'on appelle le mécanisme d'hérédité, aussi appelé mécanisme de rétention, ou encore, mécanisme de préservation (Campbell, 1969). Par contre, ni Lamarck, ni Darwin ne connaissaient réellement à fond les principes de fonctionnement de ce mécanisme d'hérédité. Paradoxalement, ce sont les travaux d'un homme d'Église qui auront contribué à une plus grande compréhension de ce mécanisme, soit le botaniste et religieux autrichien Gregor (Johann) Mendel (1822-1884) qui, grâce à ses travaux portant sur l'hybridation des plantes, a formulé ce qui est maintenant appelé les "lois de Mendel" sur l'hérédité chez les végétaux ; bien que certains prétendent que Mendel aurait manipulé, semble-t-il, quelque peu ses données. Enfin, peu importe, le fait est qu'il ait réussi l'hybridation des plantes.

De nos jours, avec les progrès qui ont été réalisés dans le domaine de la génétique, nous savons que le mécanisme de rétention ou d'hérédité des organismes vivants et de transmission de l'information d'une génération à l'autre, est celui des chromosomes qui sont les porteurs du code génétique de chaque entité. En bref, les chromosomes sont une structure à double hélice d'A.D.N. (acide désoxyribonucléique) en forme de spirale qui sont disposés en paires (23 paires chez l'être humain) dans le noyau cellulaire dont les éléments sont eux mêmes constitués de nombreux gènes qui agissent comme support matériel de l'hérédité. Aujourd'hui, grâce notamment à la manipulation génétique, il est maintenant possible d'influencer de façon intentionnelle le mécanisme de variation dans une certaine direction désirée qui, dans la théorie de la sélection naturelle de Darwin ne pouvait s'effectuer que de façon aveugle ou aléatoire et ce, dans le but de créer, par exemple, une nouvelle espèce biologique ou une nouvelle variété au sein d'une même espèce, ou obtenir une copie identique d'un être vivant par la technique du clonage à partir d'une cellule adulte (p. ex., la brebis

Dolly). En fait, l'avancement de la génétique est rendu tel, qu'il est maintenant possible de créer des animaux dits "transgéniques", c'est-à-dire des animaux dont le code génétique a été modifié par l'ajout d'un gène d'une autre espèce (p. ex., le gène d'une araignée qui est ajouté au code génétique d'une chèvre) qui sont ainsi utilisés en pharmacologie pour produire certaines substances naturelles pour des fins médicales ou autres (p. ex., protéine extraite du lait d'une chèvre pour fabriquer un nouveau matériau appelé "bio-acier") et ce, autrement qu'en laboratoire dans un réacteur rempli de bactéries génétiquement modifiées, comme cela se fait présentement pour produire l'insuline destinée aux diabétiques, souligne à ce sujet Barcelo (1998).

Ensemble, ces mécanismes de "variation-sélection-rétention" représentent les mécanismes fondamentaux de l'évolution des espèces, aussi appelés "principes d'évolution". Les mécanismes de sélection et de rétention sont parfois jumelés. Certains auteurs (p. ex., Campbell, 1969) parlent alors de rétention dite "sélective" (selective retention). D'autres auteurs associent le mécanisme de variation à la notion d'adaptation et parlent alors de "variation adaptative". Dans le modèle d'évolution de Darwin, les notions de "sélection naturelle" et de "lutte pour l'existence" ou de "lutte pour la survie" sont souvent interchangeables. Toutefois, certains auteurs (p. ex., McKelvey, 1982) préfèrent considérés la "lutte pour l'existence" comme un quatrième principe d'évolution. Enfin, en terminant sur le modèle évolutionniste de Darwin, un point important mérite ici d'être souligné. Bien qu'il soit un personnage de l'histoire très connu, Darwin n'est pas le seul à être crédité pour la théorie de la sélection naturelle, même si cette reconnaissance n'est venue que longtemps après sa mort, soit à la deuxième demie du 20e siècle. En effet, l'histoire concède également au naturaliste britannique Alfred Russel Wallace (1823-1913) une partie du crédit de la théorie de la sélection naturelle. À l'instar de Darwin, Wallace était lui aussi un naturaliste voyageur. Mais ce qui est intéressant à souligner, c'est qu'il en était arrivé à la même conclusion que Darwin au sujet de l'importance de la "sélection naturelle" comme "force créatrice" de l'évolution. D'ailleurs, l'année avant la publication de l'oeuvre de Darwin, les deux hommes avaient écrit conjointement un texte intitulé "On the Perpetuation of Varieties and Species by Natural Means of Selection", de souligner à ce sujet Pierre-Paul Grassé dans son texte de présentation de l'ouvrage traduit en français de Darwin (1859, 1973). Règle générale, les modèles évolutionnistes lamarckien et darwinien postulent

tous les deux une évolution graduelle des espèces, bien que les deux modèles diffèrent quant à la force motrice ou créatrice qui active cette évolution (tendance à la complexification versus sélection naturelle) ; puis qu'ils diffèrent sur le mode de variation et d'adaptation des êtres vivants à leur milieu environnant, c'est-à-dire un mode de variation intentionnelle et une adaptation active dans le modèle d'évolution de Lamarck (variation adaptative) versus un mode de variation non intentionnelle et une adaptation passive dans le modèle d'évolution de Darwin, puisque c'est le mécanisme de sélection naturelle qui choisit les êtres vivants qui sont les mieux adaptés (rétention sélective) et non eux qui se sont adaptés volontairement ou de façon intentionnelle à leur environnement afin d'augmenter leur chance de survie. Dans son ouvrage intitulé Economics and Evolution : Bringing Life Back into Economics, Geoffrey Hodgson (1993) explique bien la distinction entre la doctrine évolutionniste du darwinisme par rapport à celle du lamarckisme, de même que les raisons pour lesquelles celle-ci fut, en général, rejetée par les biologistes, mais bien acceptée dans plusieurs autres domaines qui utilisent eux aussi une perspective évolutionniste inspirée de la biologie :

> « Lamarckism differs from strict Darwinism mainly because it admits the possibility of the inheritance of acquired characters. Darwin himself flirted with Lamarckian ideas but he did not adopt the whole Lamarckian explanation of variety and its sources, or the Lamarckian teleology of purposeful behaviour. Today, Lamarckism is generally rejected by biologists because no mechanism has been widely accepted as an explanation of how an acquired character would be encoded in the genes and thus passed on to future progeny. However, it is widely accepted that socioeconomic evolution can be Lamarckian, at least in a broad rather than a strict sense ; acquired characteristics of an individual or institution can be passed on to, or imited by, others. Hence there are no advocates of strict Darwinian evolution, as understood today, in the socioeconomic context. », (p. 40).

Le modèle d'évolution de l'équilibre ponctué

Va pour les modèles évolutionnistes de Lamarck et de Darwin. Examinons brièvement le modèle d'évolution de l'équilibre ponctué. Depuis quelques années, certains scientifiques éprouvent quelques difficultés avec ces deux conceptions de l'évolution qui postulent toutes les deux une évolution graduelle des espèces biologiques, c'est-à-dire sans discontinuités. C'est le cas des paléontologistes Stephen Jay Gould du Museum of Comparative Zoology de l'Université Harvard et

son collègue Niles Eldredge du musée The American Museum of Natural History qui est situé à « Central Park » à New York qui proposèrent, au cours des années 1970 et '80, un nouveau modèle d'évolution basé sur des hypothèses paléontologiques totalement différentes de celles généralement admises dans ce domaine, soit le modèle de l'équilibre ponctué. En fait, ce modèle se veut une alternative au modèle d'évolution phylétique ou graduelle, aussi appelé le "gradualisme phylétique". Dans leur texte intitulé "Punctuated Equilibria : An Alternative to Phyletic Gradualism" qui a fait couler beaucoup d'encre et susciter de nombreux débats[4] en paléontologie, Eldredge et Gould (1972) expliquent ainsi leur nouveau modèle de l'équilibre ponctué :

> « Paleontology's view of speciation has been dominated by the picture of "phyletic gradualism". It holds that new species arise from the slow and steady transformation of entire populations. [...]. The history of life is more adequately represented by a picture of "punctuated equilibria" than by the notion of phyletic gradualism. The history of evolution is not one of stately unfolding, but a story of homeostatic equilibria, disturbed only "rarely" (i.e., rather often in the fullness of time) by rapid and episodic events of speciation. », (p. 84).

Ce modèle d'évolution est donc fondamentalement différent de celui de Lamarck et de celui de Darwin qui postulent tous les deux que l'évolution des espèces biologiques se fait uniquement de façon graduelle ou en continue. Dans le modèle de l'équilibre ponctué, il est également postulé que l'évolution se fait de façon graduelle ou en continue la plupart du temps mais, à l'occasion, cet "équilibre" homéostatique est "ponctué" par l'apparition soudaine ou abrupte, en terme de "temps géologique" (mesuré en millions d'années) d'une nouvelle espèce qui, subséquemment poursuivra une évolution assez stable ou en équilibre homéostatique et ce, jusqu'au prochain événement perturbant appelé « speciation » qui est la naissance d'une nouvelle espèce biologique et donc, une discontinuité ou une bifurcation dans l'évolution de l'espèce en question. Au premier abord, il est évident que l'étude des fossiles est loin de notre sujet d'étude ou du management de la technologie.

---

[4] Voir, à cet égard, le numéro spécial intitulé "The Punctuated Equilibrium Debate : Scientific Issues and Implications" publié par la revue scientifique Journal of Social and Biological Structures , Volume 12 (Number 2/3 ; April/July 1989), dont, entre autres, les articles de Gould (1989) et Eldredge (1989); puis ceux de Mayr (1989) et de Hoffman (1989).

Par contre, cela ne signifie pas pour autant que le modèle d'évolution de l'équilibre ponctué soit un modèle exclusivement réservé à l'étude des fossiles ou à la paléontologie. Dans les faits, il se trouve sans doute autant, sinon plus de supporteurs de ce modèle d'évolution en dehors du domaine de la biologie et de la paléontologie que dans ces domaines, comme nous l'explique ici Stephen Jay Gould : « In addition, punctuational ideas have become important in other disciplines (Kuhn, 1962, for example), and in general theories of natural change, particularly Thom's catastrophe theory (1975) and Prigogine's notion of bifurcations (Prigogine & Stengers, 1984). », (Gould, 1989, p. 127). Le modèle de l'équilibre ponctué est aujourd'hui utilisé dans plusieurs domaines[5] autres que la paléontologie, notamment ceux portant sur l'étude des organisations et l'étude de l'évolution ou du changement technologique, c'est-à-dire des domaines où la période de continuité ou d'équilibre dans l'évolution d'un certain phénomène (p. ex., évolution technologique) est ponctuée, à l'occasion, d'une brève période de révolution, de discontinuité, ou encore, de grand bouleversement (p. ex., technologique, organisationnel, industriel, institutionnel, culturel, etc.).

C'est le cas notamment dans le domaine de la science où nous avons la distinction que l'historien de la science Thomas Kuhn (1996) a proposée il y a plusieurs années entre la science dite "normale" et une "révolution scientifique" lorsqu'il a introduit la notion de "paradigme" que plusieurs auteurs reprendront par la suite, par exemple, la notion de "paradigme technologique" (Constant, 1973 ; Dosi, 1982 ; Christensen et Rosenbloom, 1995). Puis, c'est aussi le cas dans le domaine du management de la technologie où nous avons la distinction classique entre le changement ou l'évolution technologique en continue et une discontinuité technologique, ou encore, la distinction entre une innovation dite "incrémentielle" ou graduelle versus une innovation dite "révolutionnaire" ou radicale. Enfin, nous retrouvons une telle dichotomie dans le domaine de l'étude des organisations où de nombreux qualificatifs sont utilisés pour caractériser la période de continuité ou de changement en continue dans l'évolution des organisations et des formes organisationnelles qui, à l'occasion, est ponctuée par une brève période de révolution, de discontinuité ou de grand bouleversement. Parmi les qualificatifs utilisés, dans un article classique intitulé "Evolution and Revolution as Organizations Grow", Larry Greiner (1972) parle en termes d'évolution et de révolution pour caractériser la

[5] Pour une excellente synthèse à ce sujet, voir l'article de fond de Connie Gersick (1991).

croissance des firmes qui, selon lui, se fait successivement de crise en crise ; alors que Miller et Friesen (1980) parlent, quant à eux, en termes de "momentum" et de "révolution" ; et que Tushman, Newman et Romanelli (1986) nous parlent, pour leur part, en termes de "convergence" et de "bouleversement" organisationnels. Nous reviendrons sur ce sujet un peu plus loin. Mais d'ici-là, terminons notre tour d'horizon de la perspective évolutionniste que nous retrouvons dans des domaines d'étude autres que la biologie.

La perspective évolutionniste en économie

Si les premiers fondateurs de la perspective évolutionniste en biologie, tel Charles Darwin, semblent avoir été influencé par les économistes connus et reconnus à leur époque comme, par exemple, Adam Smith et Thomas Malthus, l'inverse est sans doute aussi vrai, à savoir que les précurseurs de la perspective évolutionniste en économie semblent, eux aussi, avoir subi une influence des biologistes de renom comme Charles Darwin. Selon Geoffrey Hodgson (1994), les principaux précurseurs de la perspective évolutionniste moderne en économie sont Karl Marx (1818-1883), Alfred Marshall (1842-1924), Thorstein Veblen (1857-1929) et enfin, Joseph Schumpeter (1883-1950) et ce, même si certains d'entre eux (p. ex., Alfred Marshall) n'ont pas poursuivi dans cette voie de conceptualisation, mais ont plutôt opté pour la perspective mécaniste en économie qui est encore aujourd'hui très populaire, bien que controversée. Mais c'est surtout le nom de l'économiste d'origine autrichienne Joseph Alois Schumpeter qui sera davantage associé à la perspective évolutionniste moderne en économie, notamment l'économie du changement technologique ou d'autres sujets d'étude qui ont subi une grande influence des économistes comme, par exemple, l'étude de l'innovation, puis celle de l'évolution ou du changement technologique. Dans les faits, Schumpeter avoue qu'il fut lui même inspiré[6] par l'économiste et théoricien du socialisme allemand Karl Marx et sur ses travaux portant sur le capitalisme.

---

[6] Dans son ouvrage intitulé Capitalism, Socialism and Democracy, Schumpeter (1942) consacre toute la première partie de cet ouvrage à la doctrine marxiste en utilisant les sous-titres suivants qui confirment bien sa sympathie à l'endroit de Karl Marx : « I. Marx the Prophet ; II. Marx the Sociologist ; III. Marx the Economist ; IV. Marx the Teacher ».

Pour Schumpeter, il ne fait aucun doute dans son esprit que le capitalisme est un processus évolutionniste. Qui plus est, le principal moteur de ce processus évolutionniste est l'innovation, aussi appelée « new combinations » dans le langage de l'époque utilisé par Schumpeter. La quintessence de son message sur cette idée, Schumpeter la formula à l'aide d'une analogie, à savoir l'innovation vue comme un processus de "destruction créatrice". En fait, il ne s'agit pas ici d'une destruction créatrice qui n'arrive qu'à l'occasion, mais il s'agit plutôt de véritables "tempêtes incessantes de destruction créatrice", pour employer ses propres termes (perennial gale of creative destruction). Afin de saisir la pleine mesure du message de Schumpeter au sujet du processus évolutionniste dans le système capitaliste, voyons les propos mêmes qu'il utilisa dans son ouvrage intitulé Capitalism, Socialism, and Democracy qu'il a publié en 1942, c'est-à-dire au moment il était à l'Université Harvard :

> « The essential point to grasp is that in dealing with capitalism we are dealing with an evolutionary process. [...] The fundamental impulse that sets and keeps the capitalist engine in motion comes from the new customers' goods, the new methods of production or transportation, the new markets, the new forms of industrial organization that capitalist enterprise creates. [...] If I may use that biological term - that incessantly revolutionizes the economic structure from within, incessantly destroying the old one, incessantly creating a new one. This process of Creative Destruction is the essential fact about capitalism. [...] Every piece of business strategy acquires its true significance only against the background of that process and within the situation created by it. It must be seen in its role in the perennial gale of creative destruction ; it cannot be understood irrespective of it or, in fact, on the hypothesis that there is a perennial lull. », (page 82 et page 84).

D'entrée de jeu, Schumpeter affirme que le processus qui régit le capitalisme est un processus évolutionniste qui, en dernière analyse, est mû par le mobile de la nouveauté ; qu'il s'agisse de nouveaux biens de consommation, de nouvelles méthodes de production ou de transport, de nouveaux marchés ou de nouvelles formes d'organisation industrielle. Bref, en un mot, il s'agit bien d'innovation ou de nouvelles combinaisons de ressources (new combinations) dans le vocabulaire de Schumpeter. Vue dans une perspective évolutionniste, l'innovation fait donc référence au premier mécanisme d'évolution que nous avons vu précédemment, à savoir le mécanisme de "variation". Par ailleurs, il n'y a pas que l'innovation schumpétérienne, c'est-à-dire l'innovation

révolutionnaire ou radicale qui puisse apporter une certaine variation dans un système économique quelconque ; d'autres types d'innovation peuvent eux aussi avoir un impact économique parfois significatif. Outre l'innovation-produit et l'innovation-procédé, puis l'innovation managériale et l'innovation dans les services qui sont des types d'innovation bien connus, plusieurs autres types d'innovation peuvent eux aussi apporter une certaine variation dans un système économique quelconque et avoir un certain impact économique. Pensons, par exemple, à l'innovation régulière ou incrémentielle, à l'innovation modulaire et l'innovation architecturale, l'innovation dite "créatrice de créneaux" et l'innovation dite "stratégique", pour ne prendre que les typologies de l'innovation les plus connues (Utterback et Abernathy, 1975 ; Abernathy et Utterback, 1978 ; Kimberley, 1981 ; Abernathy et Clark, 1985 ; Barras, 1986 ; Henderson et Clark, 1990 ; Utterback, 1994 ; Markides 1997, 1998). Mais, encore-là, l'innovation n'est pas le seul mode de variation dans un système économique vu dans une perspective évolutionniste. L'invention est elle aussi une forme de variation ; bien que son impact économique ou commercial reste à être révélé dans une réalité concrète, c'est-à-dire un nouveau produit ou une innovation. Bref, un brevet d'invention qui dort sur une tablette aura peu d'impact sur une économie, pour employer une expression bien connue.

Tout comme l'innovation, il existe plusieurs types d'invention. Dans son ouvrage intitulé The Lever of Riches : Technological Creativity and Economic Progress, Joel Mokyr (1990a) nous propose une distinction entre les micro-inventions et les macro-inventions qu'il définit ainsi : « I defined microinventions as the small, incremental steps that improve, adapt, and streamline existing techniques already in use [...] Macroinventions, on the other hand, are those inventions in which a radical new idea, without clear precedent, emerges more or less ab nihilo. », (p. 13). En définitive, il s'agit ici de la même caractérisation "incrémentielle versus radicale" vue précédemment dans le cas de l'innovation ou du changement technologique. L'innovation aura un impact économique s'il y a "diffusion" de cette innovation dans le système économique. Par ailleurs, si l'innovation a pour effet d'augmenter la variété ou la diversité dans un système économique ; l'imitation, le transfert technologique, la standardisation ou la compatibilité technologique auront l'effet inverse, c'est-à-dire de diminuer la diversité ou la variété technologique et ce, peu importe leur impact sur l'économie. Autrement dit, les imitateurs et autres suiveurs de tout acabit contribuent tout aussi bien à la

diffusion d'une innovation ou d'une nouvelle technologie dans un système économique quelconque, (p. ex., système capitaliste), que sa diffusion par l'innovateur qui agirait seul ou en partenariat avec d'autres (p. ex., distributeurs) ; mais, un fait demeure, l'imitation ne contribue pas à augmenter la diversité ou la variété mais plutôt à la diminuer. Malgré l'importance qu'accorde Schumpeter à l'innovation comme moteur principal du processus évolutionniste dans un système économique de type capitaliste, la croissance économique n'est pas tributaire uniquement de la technologie, comme nous l'explique ici l'historien économique Joel Mokyr (1990a) :

> « Not all economic growth is necessarily related to technology. Roughly speaking, economic growth can occur as the result of four distinct processes :
> 1. Investment (increases in the capital stock). [...] We call this kind of phenomenon Solovian growth, in honor of Robert Solow, who laid the foundation of the modern economic growth.
> 2. Commercial expansion. [...] Smith's mechanism of growth was based on the idea that a finer division of labor leads to productivity growth through specialization and the adaptation of skills to tasks. Economic growth caused by an increase in trade may be termed Smithian growth (following Parker 1984). [...]
> 3. Scale or size effects. It is sometimes maintained that population growth itself can lead to per capita income growth. [...]
> 4. Increases in the stock of human knowledge, which includes technological progress proper, as well as changes in institutions. Again, following Parker, I shall refer to this type of process as Schumpeterian growth, in honor of Joseph A. Schumpeter », (pp. 4-6).

Comme nous pouvons le constater, la croissance économique peut découler d'un ensemble de facteurs autres que la technologie (croissance schumpétérienne). Pensons, par exemple, à la période de croissance économique qui a suivi la période d'après-guerre pour la reconstruction de l'Europe qui a surtout été stimulée par des investissements et non par l'innovation, ou encore, le développement technologique per se (p. ex., le plan Marshall) ; ce que Mokyr appelle la croissance dite "solovienne". Durant cette période de croissance économique, certaines grandes entreprises américaines diversifiées comme, par exemple, General Motors (GM), General Electric (GE) et Dupont ont pu à la fois profiter de cette croissance économique et contribuer à celle-ci, tout en ayant une forte croissance à l'interne et ce, en se dotant de nouvelles structures ou de nouvelles formes organisationnelles ; ce que Mokyr appelle la croissance dite "smithienne" (expansion commerciale ; division du travail). Pensons à la structure ou à la forme multidivisionnelle (M-Form)

qui a été étudiée par l'historien des affaires Alfred Chandler dans son ouvrage classique intitulé Strategy and Structure : Chapters in the History of the American Industrial Enterprise (Chandler, 1962), puis ensuite par l'économiste Oliver Williamson dans ses travaux portant sur l'économie des coûts de transactions et l'économiste David J. Teece de l'Université de la Californie à Berkeley. Dans un certain sens, ces nouvelles formes organisationnelles ou nouvelles divisions du travail peuvent être considérées comme des innovations managériales ou de gestion, tout comme d'ailleurs certaines innovations de gestion qui sont apparues ces dernières années (p. ex., les systèmes de production juste-à-temps, aussi appelé systèmes de production à flux tendu).

D'ailleurs, l'importance de la technologie ou du changement technologique sur la croissance économique est ici l'un des points de divergence qui sépare l'école de pensée dite "néoclassique" que certains auteurs (p. ex., Nelson et Winter, 1982) considèrent dominante en économie, de l'école de pensée se rattachant davantage à la tradition schumpétérienne en économie et qui est associée à la perspective dite "évolutionniste" et que certains auteurs (p. ex., Witt, 1992b) considèrent comme étant de loin la plus prolifique en termes de publications. Dans une série d'articles et dans leur ouvrage intitulé An Evolutionary Theory of Economic Change, les économistes Richard Nelson de l'Université Columbia et son collègue Sidney Winter proposèrent, il y a quelques années, une "théorie évolutionniste du changement économique", aussi appelée "théorie évolutionniste de la croissance économique" ou "théorie évolutionniste de la firme" (Nelson et Winter, 1974, 1982 ; Nelson, 1987, 1994a). Malgré les critiques souvent acerbes que ces auteurs adressent à l'endroit de l'approche néoclassique, qu'ils appellent aussi l'orthodoxie en économie, Nelson et Winter (1982) reconnaissent les forces de cette approche lorsqu'il est question de croissance économique à long terme ; mais soulignent ses faiblesses lorsqu'il est question de changement technologique :

> « The strengths of the neoclassical approach to economic growth are considerable. Neoclassical theory has provided a way of thinking about the factors behind long-run economic growth in individual sectors and in the economy as a whole. The theoretical structure has called attention to the historical changes in factor proportions and has focused analysis on the relationship between those changes and factor prices. These key insights and the language and formalism associated with them have served effectively to guide and to give coherence to research that has been done by many different economists scattered

around the globe. The weakness of the theoretical structure is that it provides a grossly inadequate vehicle for analyzing technical change. In particular, the orthodox formulation offers no possibility of reconciling analyses of growth undertaken at the level of the economy or the sector with what is known about the processes of technical change at the microeconomic level. », (p. 206).

En contrepartie, certains auteurs prétendent que les forces de la perspective mécaniste utilisée par les tenants et les sympathisants de l'école de pensée néoclassique en économie sont, en fait, les faiblesses de la perspective évolutionniste qui, de façon générale, ne bénéficie pas du même degré de formalisme qui est associé à l'orthodoxie en économie, pour employer les qualificatifs de Nelson et Winter. Notons, par ailleurs, que certains applications de la perspective évolutionniste en économie (p. ex., la théorie des jeux) sont elles aussi très formalisées et qu'elles s'appuient sur des mathématiques avancées pouvant accommoder des données tant quantitatives que qualitatives. D'autre part, les tenants et les sympathisants de l'école de pensée évolutionniste en économie ne reprochent pas tant à ceux de l'école de pensée néoclassique de ne pas reconnaître le changement technologique, autant que la façon avec laquelle ils traitent justement le changement technologique. D'ailleurs, l'un des économistes néoclassiques contemporains, nommément Robert Solow du Département d'économie au « Massachusetts Institute of Technology » (MIT), s'est vu décerné en 1987 le prix Nobel en science économique pour sa contribution, entre autres, à la théorie de la croissance économique qui tient compte justement de l'importance du changement technologique dans la fonction de production. Dans l'énoncé précédent de Joel Mokyr, nous avons vu que la croissance économique pouvait être stimulé par des investissements ; soit la croissance dite "solovienne", en référence justement à Robert M. Solow.

Plus fondamentalement, ce sont en fait deux visions différentes du monde qui séparent ces deux écoles de pensée : les économistes néoclassiques épousant une vision du monde dite "mécaniste", alors que les autres de tradition schumpétérienne épouseraient une vision du monde dite "évolutionniste", comme nous l'avons souligné à maintes reprises auparavant. Par ailleurs, dans son ouvrage intitulé Innovation, Economics and Evolution : Theoretical Perspectives on Changing Technology in Economic Systems, Peter Hall (1994) nous propose une interprétation intéressante

de ces deux visions du monde qui polarisent encore aujourd'hui ce domaine, mais dont l'origine remonte en fait à l'économiste écossais du 18e siècle Adam Smith :

> « It is precisely this style of thinking which pervades much economic analysis. And that is deliberate. When Adam Smith and David Hume were shaping the theoretical concept of an economic system which economists today have inherited, the 'economic regularities and laws which were sought after were dominated by [an] equilibrium concept...considered applicable regardless of time and place' (Pribram, 1983 : 616). [...] In a mechanical vision of the world, every state is determined by the immutable laws which co-determine all states : there is nothing in any one state which independently influences any other states. But in evolutionary way of thinking, events in the state at (t + 2) depend (partly) on events specific to the state at (t + 1), and those at (t + 1) to events at t. Outcomes at any given moment depend on how the system got there, i.e. the path it took. », (pp. 7-8).

Comme nous pouvons donc le constater, la perspective évolutionniste se distingue de façon fondamentale de la perspective mécaniste dans le sens que si les lois fondamentales de la physique sont immuables et invariables dans le temps et dans l'espace, pour employer l'interprétation précédente de Peter Hall ; le temps et l'historicité, c'est-à-dire le cheminement suivi dans le temps, jouent tous un rôle déterminant dans la perspective évolutionniste. En général, dans la perspective évolutionniste, un certain nombre de concepts fondamentaux sont à la base de cette perspective comme, par exemple, l'historicité ou la dépendance à un chemin suivi (path dependency), l'incertitude, l'irréversibilité du processus d'évolution et enfin, la nature cumulative du changement, pour n'en nommer que quelques-uns. En contraste, une vision du monde mécaniste conçoit le mouvement et l'opération d'un système quelconque (p. ex., système économique ; système solaire ; système mécanique) comme étant régis par des lois naturelles fondamentales qui sont à la fois immuables et invariables dans le temps et dans l'espace. Qui plus est, dans une telle une vision du monde dite "mécaniste", nous explique davantage Peter Hall, le mouvement dudit système est souvent prévisible (p. ex., le mouvement des planètes à l'intérieur du système solaire), son opération est entièrement déterministe et enfin, le système lui même est souvent considéré comme réversible (p. ex., un système sans friction, tel le système solaire).

Évidemment, le but dans la présente n'est pas du tout de participer au débat qui anime depuis un certain temps les tenants et les sympathisants de l'école de pensée dite "néoclassique" en économie qui épousent une perspective "mécaniste" versus ceux qui épousent plutôt une perspective "évolutionniste" et ce, pour la simple et bonne raison que le domaine d'étude de la présente n'est pas celui de l'économie, mais celui du management de la technologie. Autre différence significative, notre niveau d'analyse se situe au niveau de la firme et non pas au niveau de l'économie. De plus, notre sujet d'étude porte sur le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise dont l'édification repose sur la base de ressources, de capacités, de compétences et de compétences dites "distinctives" d'une entreprise qui, par nature, sont des éléments propres à une entreprise et non à une économie toute entière. Qu'il suffise néanmoins de souligner que leurs différends portent, en général, sur certaines hypothèses qui sous-tendent les modèles mathématiques utilisés par les économistes de l'école de pensée dite "néoclassique".

Plus spécifiquement, leurs différends portent sur certaines hypothèses concernant le comportement des agents économiques, notamment le postulat de la rationalité de ces agents qui est ici une référence directe à la pensée cartésienne ou la pensée rationnelle de René Descartes qui est profondément ancrée dans la perspective mécaniste, comme nous l'avons vu auparavant ; puis les hypothèses concernant le postulat de la maximisation ou d'optimisation (p. ex., des profits ; de la fonction d'utilité) qui est ici une autre cause de discorde entre ces deux écoles de pensée. Enfin, leurs différends portent également sur les hypothèses concernant la notion d'équilibre qui est une notion fondamentale dans l'école de pensée néoclassique en économie. En bref, les arguments des tenants et sympathisants de la perspective évolutionniste sont à l'effet que les agents économiques n'ont pas une rationalité parfaite et complète, mais ont plutôt une rationalité dite "limitée" (bounded rationality) et, de ce fait, ils ne peuvent pas rechercher la maximisation ou l'optimisation (p. ex., des profits ; de la fonction d'utilité), mais doivent plutôt se contenter d'une solution dite "satisfaisante" (satisficing), pour employer la terminologie de Herbert Alexander Simon. Considéré comme le "père de la théorie de la décision" et lauréat du prix Nobel en science économique, Herbert Simon, de concert avec ses collègues des années 1950 à l'Université Carnegie Mellon aux États-Unis, Richard Cyert et James March, furent sans doute parmi les premiers à réfuter les postulats de la théorie

économique classique (Simon, 1947 ; March et Simon, 1958 ; Cyert et March, 1963). Voici la façon avec laquelle Coombs, Saviotti et Walsh (1992b) relatent quelques-uns des fondements théoriques sur lesquels s'appuie la théorie évolutionniste en économie :

> « Evolutionary economics starts by combining the Schumpeterian heritage, stressing the fundamental role of innovations in long-term economic development (Schumpeter, 1934), with the behavioural theory of the firm (Cyert and March, 1963). Economic and technological changes are, therefore, introduced and implemented by satisficing, rather than optimizing, firms (Nelson and Winter, 1982). Two mechanisms, variation and selection, are at the basis of economic evolution. Variation, the generation of new species, is the outcome of firms' search activities. Selection occurs by means of competition, though this is seen as taking place in a "selection environment", rather than a simple neo-classical type of market. Firms' behaviour is then determined by the balance between search activities and the operation of the selection environment. », (p. 6).

Comme le relate cet extrait, par rapport aux mécanismes de variation-sélection-rétention que nous avons vu précédemment, l'innovation joue ici un rôle déterminant dans le mécanisme de variation, alors que le mécanisme de sélection est associé à l'environnement, comme c'est le cas dans le modèle évolutionniste darwinien (modèle de sélection). Toutefois, contrairement au modèle de Darwin qui prévoit un mode de variation fonctionnant uniquement à l'aveuglette ou de façon aléatoire, le processus d'innovation dans une firme ne s'effectue pas, en général, de façon aveugle ou aléatoire, mais s'effectue de façon voulue ou intentionnelle, pour employer l'idée de Lamarck selon laquelle la variation ou la transformation des être vivants pouvait être stimulée par une volonté des animaux de vouloir ainsi mieux s'adapter aux circonstances externes (variation adaptative). Dans leur théorie évolutionniste, Nelson et Winter parlent du mécanisme de sélection en terme d'environnement de sélection qui est composé de trois éléments pouvant l'un ou l'autre exercer une force de sélection. Nous avons tout d'abord (1) l'environnement de compétition, qui est sans doute l'environnement de sélection le plus familier, c'est-à-dire le marché, la main invisible d'Adam Smith ou les cinq forces de la concurrence de Michael Porter. Puis, nous avons (2) les autorités politiques et réglementaires qui peuvent, elles aussi, exercer un pouvoir de sélection dans certains domaines d'activité comme, par exemple, le domaine militaire où le choix des fournisseurs ne s'effectue pas sur la base des mêmes critères de sélection que dans un marché de libre concurrence et ce, pour

des raisons évidentes de sécurité nationale. Et finalement, nous avons l'environnement de sélection entourant (3) certaines activités et pratiques professionnelles en particulier, par exemple, dans les domaines de l'éducation ou de la santé où les professionnels en place sont souvent ceux qui effectuent de facto la sélection ou le choix des fournisseurs de biens et de services (p. ex., choix de médicament d'un fabricant en particulier). Quant au mécanisme de rétention, dans leur théorie évolutionniste, Nelson et Winter (1982) postulent que les routines organisationnelles sont, pour la firme, ce que les gènes sont pour les organismes vivants. Par contre, une firme ne se reproduit pas comme le font les êtres vivants qui peuvent ainsi transmettre aux générations subséquentes l'information génétique ainsi encodée dans leurs gènes ; ce que Lamarck appelait l'hérédité des caractères acquis, mais sans connaître à son époque l'existence des gènes. La mémoire d'une firme se situe dans ses routines organisationnelles, mais comme il n'y a pas d'agent de transmission équivalent à celui des gènes chez les organismes vivants, l'information se transmettra d'un individu à l'autre par le processus d'apprentissage (formel ou informel) qui devient une activité importante dans l'entreprise. Ceci est d'autant plus important que l'information ou le savoir et le savoir-faire entourant les ressources, les capacités, les compétences et les compétences dites "distinctives" d'une entreprise comportent souvent une forte composante dite "tacite", c'est-à-dire difficile à communiquer, comme nous l'avons expliqué à la section 1.5 de ce document.

Quant à la notion d'équilibre qui est ici une autre hypothèse utilisée dans les modèles mathématiques de l'école de pensée dite "néoclassique" en économie que les tenants et les sympathisants de la perspective évolutionniste ont souvent prise à parti ; celle-ci est tout simplement incompatible avec la perspective évolutionniste. En fait, il faut plutôt parler de déséquilibre comme le souligne ici Pier Paolo Saviotti (1995a) : « Les théories évolutionnistes réfutent l'idée d'un équilibre général. Elles mettent l'accent sur le déséquilibre comme condition fondamentale du développement économique de longue période (phénomène de destruction créatrice de Schumpeter, 1942) et sur la formation de structures dans le système », (pp. 199-200). Sur ce, passons maintenant à d'autres domaines et sujets d'étude que la perspective évolutionniste en économie (tradition schumpétérienne) a contribué à dynamiser au fil des ans.

La perspective évolutionniste en management de la technologie et en stratégie

En fait, la perspective évolutionniste en économie ne se limite pas uniquement à la théorie évolutionniste du changement économique proposée par les économistes néo-schumpétériens Nelson et Winter et qui s'appuie en grande partie sur la simulation de modèles mathématiques. En effet, de nombreux autres économistes ou auteurs ayant publiés dans des revues économiques s'inscrivent, eux aussi, dans la perspective évolutionniste en économie, c'est-à-dire dans la tradition schumpétérienne, mais sans nécessairement avoir les mêmes préoccupations, ni les mêmes sujets d'étude que Nelson et Winter qui, finalement, se résument à leur théorie évolutionniste du changement économique. C'est le cas notamment de Pier Paolo Saviotti de l'Université Pierre-Mendés France (INRA-SERD) de Grenoble en France et de J. Stanley Metcalfe de l'Université Manchester en Angleterre qui, ensemble, séparément ou avec d'autres, ont développé l'approche dite des "caractéristiques de la technologie" sur laquelle nous nous appuyons dans la présente et qui s'inscrit dans une perspective évolutionniste. Puis, ils ont continué à publier à plusieurs reprises sur des sujets qui s'inscrivent non seulement dans une perspective évolutionniste, mais sur des sujets qui rejoignent davantage notre sujet d'étude, ainsi que les domaines d'étude du management de la technologie et de la stratégie. Citons, par exemple, leurs publications autour des sujets suivants :

- stratégie technologique : Metcalfe et Boden (1992) "Evolutionary Epistemology and the Nature of Technology Strategy" ;
- approche des caractéristiques de la technologie : Saviotti (1996) Technological Evolution, Variety and the Economy ; Saviotti (1995b) "Technology Mapping and the Evaluation of Technical Change" ; Saviotti et Metcalfe (1984) "A Theoretical Approach to the Construction of Technological Output Indicators" ;
- compétition technologique : Metcalfe et Gibbons (1989) "Technology, Variety and Organization : A Systematic Perspective on the Competitive Process" ; Metcalfe et Gibbons (1986) "Technological Variety and the Process of Competition" ;

- processus de compétition : Metcalfe (1992) "Variety, Structure and Change : An Evolutionary Perspective on the Competitive Process" ; Metcalfe (1989) "Evolution and Economic Change" ; Metcalfe (1986) "Technological Innovation and the Competitive Process" ;
- évolution technologique : Saviotti (1996) Technological Evolution, Variety and the Economy ; Coombs, Saviotti et Walsh (1992b) "Technology and the Firm : The Convergence of Economic and Sociological Approaches ? " ;
- politiques industrielles : Saviotti (1995a) "Renouveau des politiques industrielles : le point de vue des théories évolutionnistes".

Autre élément important à souligner, ces auteurs réalisent une excellente intégration des principaux mécanismes d'évolution que nous avons discuté précédemment, à savoir les mécanismes de variation-sélection-rétention. Voyons, par exemple, quelques extraits du texte de Metcalfe et Boden (1992) qui nous expliquent comment ils conçoivent la perspective évolutionniste lorsqu'il est question de variété technologique (mécanisme de variation), de compétition au niveau des caractéristiques des technologies d'une firme et de leurs performances (mécanismes de rétention et de sélection) et enfin, lorsqu'il est question aussi de stratégie :

> « Since our context is provided by evolutionary theories of competition, we shall see strategy as an essential aspect of the variety-generating or experimentation process of a firm. [...] The starting point of any evolutionary argument is competition, the struggle for relative numerical importance within a market environment. [...] More precisely, we do not have selection of artefacts, but selection for the performance characteristics embodied in those artefacts. It is the performance characteristics which are valued by users and which convey to the firm a selective advantage, in the same way that the performance characteristics of the firm's production methods convey selective advantage on the cost side. [...] Although evolutionary change is driven by technological variety, it is the creative strategies of firms which stimulate that process. », (Metcalfe et Boden, 1992).

Dans cette étude, notre conception de la perspective évolutionniste rejoint assez bien celle qui est exprimée dans ces quelques extraits du texte de Metcalfe et Boden, ne serait-ce, par exemple, que par l'emphase qui est mise sur les caractéristiques des technologies d'une firme et de leurs performances (mécanisme de rétention) ; lesquelles, selon ces auteurs, sont véritablement ce

qui créent de la valeur aux yeux des clients utilisateurs. Ce sont donc ces mêmes caractéristiques des technologies d'une firme et de leurs performances qui apportent à l'entreprise une avantage dit "sélectif" à partir duquel les clients sur le marché pourront exercer leur choix ou leur préférence d'achat (mécanisme de sélection) et ce, parmi les différentes variétés de technologies offertes sur le marché (mécanisme de variation). Dans un tel contexte, la stratégie a un rôle actif, voire créatif, car contrairement à la variété biologique que nous retrouvons dans le modèle évolutionniste de Darwin, la variété technologique et le choix des caractéristiques et du mix de celles-ci qui feront partie de l'offre d'une entreprise, ne sont pas le fruit du hasard ou ne découlent pas, en général, d'un processus aléatoire de décision. En fait, la variété technologique se rapproche davantage du modèle d'évolution de Lamarck qui laisse une plus grande place à un mécanisme de variation volontaire ou de variation dite "adaptative", par opposition, à une variation aveugle, aléatoire ou qui arrive par hasard ou par chance du modèle d'évolution de Darwin. Autre élément à souligner, le schéma de conceptualisation de la perspective évolutionniste de Metcalfe et Boden se rapproche grandement de celui de Robert Burgelman, notamment en ce qui a trait à la distinction entre l'environnement externe de sélection et l'environnement interne de sélection que Robert Burgelman a développée dans quelques-unes de ses nombreuses publications (p. ex., Burgelman, Cogan et Graham, 1997). D'ailleurs, à ce sujet, Metcalfe et Boden (1992) nous expliquent de la façon suivante cette distinction fondamentale entre l'environnement interne de sélection et l'environnement externe de sélection :

> « In particular, the internal selection environment determines the range of possible futures a firm considers as options - each a rival hypothesis - and the criteria and process which lead to the choice of one of these intended futures. Moreover, it is the internal environment which conditions perceptions of signals emanating from the external environment and shapes the appropriate response. Correspondingly, the internal selection environment is a principal determinate of the firm's growth and survival. », (p. 51).

À l'instar de Saviotti et de Metcalfe qui ont développé l'approche dite des "caractéristiques de la technologie" dans une perspective évolutionniste et qui ont continué, par la suite, à développer encore davantage cette perspective autour de divers sujets, Robert Burgelman a lui aussi continué à développer la perspective évolutionniste dans ses travaux qui ont suivi la publication en 1989 de son modèle conceptuel de "stratégie technologique vue dans une perspective évolutionniste" sur

lequel nous nous appuyons dans la présente (Burgelman et Rosenbloom, 1989) et ce, à nouveau dans le domaine de la stratégie technologique, mais aussi dans le domaine de la stratégie en général, puis celui du changement ou de la transformation organisationnelle. Citons, entre autres, les publications suivantes de Burgelman et ses collaborateurs : Burgelman et Rosenbloom (1997) "Design and Implementation of Technology Strategy : An Evolutionary Perspective" ; Burgelman et al. (1997) "Strategic Business Exit and Corporate Transformation : Evolving Links of Technology Strategy and Substantive and Generic Corporate Strategies" ; Barnett et Burgelman (1996) "Evolutionary Perspectives on Strategy". D'ailleurs, il convient de souligner ici que Burgelman a coédité avec son collègue William Barnett de l'Université Stanford en Californie, un numéro spécial intitulé "Evolutionary Perspectives on Strategy" qui a été publié dans la prestigieuse revue scientifique Strategic Management Journal (Barnett et Burgelman, 1996 ; Schendel, 1996). En fait, la stratégie est non seulement un autre domaine qui a su épouser, au cours des dernières années, une perspective évolutionniste, mais elle est également un domaine qui a su bien intégrer les différentes perspectives évolutionnistes que nous retrouvons aujourd'hui dans plusieurs autres domaines d'étude, comme en témoignent les propos suivants de Barnett et Burgelman (1996) :

> « This work builds on the variation-selection-retention paradigm of cultural evolutionary theory (Campbell, 1969 ; Aldrich (1979) ; Weick, 1979), which keeps it general enough to be applicable in various cultural contexts (Burgelman, 1988a). Others work in this vein integrates ideas from organizational ecology and strategic management (Burgelman and Singh, 1987; Burgelman, 1990). [...] Similarly, work on punctuated-equilibrium organizational change notes that whether organizations survive depends on how they manage through sequential cycles of reorientation and convergence (Tushman and Romanelli, 1985; Gersick, 1991; Romanelli and Tushman, 1994). [...] The key here is that the evolutionary perspective is not inherently in contradiction with most theories of strategic management. Most rationales favored by a particular theory - efficiency, power, market position, distinctive capabilities, or whatever - usually can be understood in evolutionary perspective. », (p. 7 et p. 17).

La perspective évolutionniste dans l'étude des organisations

Cet extrait de Barnett et Burgelman (1996) nous amène à un autre domaine d'étude qui a su épouser ces dernières années une perspective évolutionniste, à savoir le domaine portant sur

l'étude des organisations, en particulier les théoriciens qui s'inscrivent dans l'approche dite de l'écologie organisationnelle et qui ont tiré une bonne partie de leur inspiration de la perspective évolutionniste que nous retrouvons dans le domaine de la biologie et dans la théorie évolutionniste socioculturelle de Donald T. Campbell que nous avons cité à quelques reprises dans les pages précédentes (Campbell, 1965, 1969). Puis, aux théoriciens en écologie organisationnelle s'ajoutent ceux qui s'intéressent à l'étude du changement organisationnel ou des formes organisationnelles dont les travaux s'inscrivent eux aussi dans une perspective évolutionniste, en particulier à l'intérieur du modèle de l'équilibre ponctué. Examinons tout d'abord la perspective évolutionniste utilisée par les théoriciens en écologie organisationnelle. Les théoriciens en écologie organisationnelle étudient les organisations à plusieurs niveaux différents, soit aux niveaux : (1) du travail ; (2) des groupes (de travail) ; (3) de l'organisation ; (4) des populations (d'organisations) ; (5) des communautés (de populations d'organisations) ; et enfin (6) de l'écosystème qui représente l'ensemble des communautés qui sont constituées, elles mêmes, d'un ensemble de populations d'organisations. Afin de s'y retrouver avec un vocabulaire un peu plus familier, précisons ici qu'une entreprise ou une firme est une organisation, mais une organisation n'est pas nécessairement une entreprise ou une firme (p. ex., l'université est une organisation, mais pas une entreprise). Parmi les théoriciens sans doute les plus représentatifs en écologie organisationnelle, citons entre autres, Michael Hannan, John Freeman, Glenn Carroll, Bill McKelvey, Howard Aldrich, Graham Astley, Jack Brittain et enfin, Joel Baum et Jitendra Singh, pour n'en nommer que quelques-uns. En guise d'entrée en matière, voici justement la façon avec laquelle Baum et Singh (1994b) définissent la dynamique organisationnelle vue dans une perspective évolutionniste :

> « What is it that evolutionary theories of organizations seek to explain ? Such theories have three major foci : (1) entities (e.g., routines, comps, jobs, organizations, ecosystems), (2) processes (e.g., replication, mutation, recombination, random drift, learning, institutionalization, convergence, reorientation, entrepreneurship, competition, natural selection), and (3) events (e.g., birth, death, transformation, speciation, extinction). Organizational evolution is concerned with the events in the histories of these entities that are produced by these processes. », (pp. 3-4).

Comme nous pouvons le constater, le langage utilisé dévoile clairement le référent biologique dans cette approche à l'étude des organisations communément appelée "écologie organisationnelle" (p. ex., mutation ; sélection naturelle ; naissance ; mort ; transformation ; extinction). En biologie, ce sont les êtres vivants qui se transforment et qui donnent ainsi naissance à une nouvelle espèce biologique ou à une nouvelle variété au sein d'une même espèce et ce, à travers les mécanismes de variation, de sélection et de rétention vus précédemment. En écologie organisationnelle, on maintient ces idées de base et ce, même si on parle en termes d'entités, de processus et d'événements. Sans entrer dans les détails de cette approche à l'étude des organisations qui utilise elle aussi une perspective évolutionniste, qu'il suffise de souligner la façon singulière avec laquelle les mécanismes de variation, de sélection et de rétention sont, en général, considérés en écologie organisationnelle, en particulier les mécanismes de variation et de sélection. En général, les théoriciens en écologie organisationnelle réfutent les postulats de la théorie de la contingence (p. ex., Lawrence et Lorsch, 1967 ; Thompson, 1967) qui suggèrent que les entreprises sont flexibles et qu'elles sont en mesure de s'adapter rapidement aux diverses contingences ou aux nombreux changements qui surviennent dans leur environnement, comme nous l'explique Glenn Carroll (1988b), l'un des principaux porte-étendards en écologie organisationnelle : « Contingency theory assumed an adaptation model of organizational structure and performance [...] According to this model, organizations are flexible units. They are seen as changing regularly and adaptively in response to environmental, technological, and other types of exogenous change. », (p. 2).

Toutefois, pour Michael Hannan et John Freeman, deux des principaux porte-étendards en écologie dite des "populations" d'organisations, de nombreuses forces d'inertie structurelle aussi bien internes, qu'externes à l'organisation, viennent limiter sa capacité d'adaptation ou sa capacité à réaliser des changements organisationnels en profondeur. En fait, l'idée ici n'est pas de prétendre que les firmes sont dans l'impossibilité de réaliser quelque changement que ce soit, mais il s'agit plutôt de dire que ledit changement ne se fera pas sans résistance et sans efforts, car qu'il existe certaines forces d'inertie qui vont limiter sa capacité de changement organisationnel, en particulier lorsque le changement vise des éléments qui sont au coeur même de la vie de l'entreprise comme, par exemple, sa stratégie ou sa structure. Qui plus est, Hannan et Freeman vont même jusqu'à

postuler que le processus comme tel de sélection tend à favoriser les organisations dont les structures sont plutôt difficiles à changer ; ce qui, par conséquent, les amène à conclure que l'inertie structurelle est le résultat du processus de sélection. Dans leur article intitulé "Structural Inertia and Organisational Change", Hannan et Freeman (1984) nous expliquent de la façon suivante le rôle du processus de sélection et la nature de l'inertie structurelle (interne et externe) à l'organisation :

> « Many popularized discussions of evolution suggest that selection processes invariably favor adaptable forms of life. [...] Nevertheless, we argue that selection processes tend to favor organizations whose structures are difficult to change. That is, we claim that high levels of structural inertia in organizational populations can be explained as an outcome of an ecological evolutionary process. [...] Some of the factors that generate structural inertia are internal to organizations ; these include sunk costs in plant, equipment, and personnel, the dynamics of political coalitions, and the tendency for precedents to become normative standards. Others are external. There are legal and other barriers to entry and exit from realms of activity. Exchange relations with other organizations constitute an investment that is not written off lightly. Finally, attempting radical structural change often threatens legitimacy ; the lost of institutional support may be devastating. [...] The selection and adaptation perspectives are so different that it is hard to believe that they are talking about the same things. », (p. 149 et p. 150).

Compte tenu du fait que les théoriciens en écologie organisationnelle accordent, en général, peu d'importance à la capacité des organisations de changer ou de s'adapter à leur environnement (variation adaptative), leur niveau d'analyse se situe au niveau des populations d'organisations, plutôt qu'au niveau de l'organisation comme telle, ou à des niveaux d'agrégation plus élevés (p. ex., aux niveaux des communautés ; des écosystèmes). Sans généraliser, nous pouvons néanmoins affirmer que leur emphase porte davantage sur le mécanisme de sélection, mais d'une façon très différente de celle qui est généralement utilisée dans d'autres domaines qui utilisent eux aussi une perspective évolutionniste (p. ex., en stratégie ; management de la technologie). En écologie organisationnelle, on se préoccupe de la dynamique d'évolution d'une population d'organisations qui sera influencée, entre autres choses, par la densité de population, c'est-à-dire le nombre d'organisations au sein de cette population. Cette densité de population d'organisations varie elle même en fonction du nombre de nouvelles organisations ou de nouvelles formes organisationnelles qui apparaissent au sein de

cette population (naissance), puis du nombre d'organisations ou de formes organisationnelles qui disparaissent (mort). L'étude des organisations en écologie organisationnelle sera très méthodique et très mathématique ; puis elle s'échelonnera aussi sur de longues périodes d'observations, souvent des décennies, sinon des siècles d'observation pour colliger les données nécessaires. Ceci permet aux théoriciens de construire des modèles mathématiques comme, par exemple, un modèle liant la densité d'une certaine population d'organisations à la croissance de cette population. L'idée derrière toute cette comptabilité au sujet la densité d'une population d'organisations est à l'effet qu'un environnement donné (p. ex., un secteur industriel) ne peut supporter un nombre illimité d'organisations, question de ressources évidemment ; puis il est à l'effet qu'un environnement donné tend à favoriser certaines organisations et certaines formes organisationnelles, notamment lorsqu'un changement quelconque survient dans cet environnement comme, par exemple, une discontinuité technologique. À nouveau, nous retrouvons ici le modus operandi des mécanismes de variation-sélection-rétention que nous avons discuté à maintes reprises auparavant.

En écologie organisationnelle, le raisonnement veut que les organisations et les formes organisationnelles qui disparaissent sont celles qui ne correspondaient plus aux nouvelles exigences de leur environnement ; puis, à l'inverse, les nouvelles organisations et les nouvelles formes organisationnelles qui apparaissent sont celles qui, a posteriori, correspondent aux nouvelles exigences de leur environnement ; d'où l'idée de tenir une comptabilité détaillée de la densité d'une certaine population d'organisations qui oeuvrent, par exemple, au sein d'un même secteur d'activité. D'ailleurs, une étude fort intéressante à ce sujet est celle de l'industrie des semi-conducteurs qui a été réalisée, il y a quelques années, par les théoriciens en écologie organisationnelle Jack Brittain et John Freeman (Brittain et Freeman, 1980 ; Freeman, 1995). L'un d'eux, nommément John Freeman, conçoit même l'approche de l'écologie organisationnelle comme étant celle qui permet de combiner la perspective dite des "ressources de la firme" (The Resource-Based View of the Firm) que nous avons examinée à la section 1.5 de ce document, avec l'approche de Michael Porter sur la stratégie compétitive que nous avons examinée cette fois à la section 1.6 de ce document et qui est souvent vue dans une perspective dite « Market Power », comme en témoignent les propos suivants de John Freeman :

> « The ecological perspective on strategy combines features of the resource-based view and the market power view. The ecological perspective focuses on the ways in which various strategies fit in with an environment that selects for or against these strategies by encouraging foundings and discouraging failures. In doing so, it examines both the threats and opportunities that underlie the market power view and also the strengths and weaknesses that underlie the resource-based view (Barney, 1991). », (Freeman, 1995, p. 222).

L'invention du transistor, en 1947, dans les laboratoires de recherche « Bell Laboratories » de la firme AT&T (American Telephon & Telegraph) des États-Unis, donna naissance à l'une des industries contemporaines sans doute la plus dynamique, à savoir l'industrie des semi-conducteurs. L'invention du transistor est une "macro-invention", pour employer la terminologie de l'historien économique Joel Mokyr vue plus haut ou une "discontinuité technologique", pour employer des termes plus familiers en management de la technologie et en stratégie. Aujourd'hui, le transistor à base de silicium (Si) est au coeur même de nombreux secteurs d'activités au sein de l'industrie des semi-conducteurs, par exemple, le secteur de l'électronique grand public et celui des puces de mémoire informatique dans lesquels le Japon et la Corée sont aujourd'hui des joueurs dominants ; puis nous avons le secteur des microprocesseurs de micro-ordinateurs dans lequel les États-Unis continuent à maintenir une position dominante grâce, entre autres, à la firme Intel Corporation qui est le leader mondial dans son domaine avec plus de 90% du marché des microprocesseurs pour micro-ordinateurs et ordinateurs personnels.

L'invention du transistor donna donc l'opportunité à Brittain et Freeman (1980) d'analyser le mouvement des entrées et des sorties dans cette industrie nouvellement créée, de même que le développement de nouvelles formes organisationnelles qui correspondaient mieux aux exigences de ce nouvel environnement concurrentiel passablement différent de celui qui était basé auparavant sur la technologie du tube-à-vide, aussi appelé lampe triode qui avait été inventée en 1906 par l'ingénieur Lee De Forest. C'est ainsi, par exemple, que de nombreuses entreprises américaines qui occupaient avant l'arrivée du transistor une position dominante avec la technologie du tube-à-vide (p. ex., RCA (Radio Corporation of America) ; Sylvania ; General Electric (GE) ; Westinghouse ; Raython ; etc.) n'ont pas été en mesure de réussir la transition vers la nouvelle technologie du transistor ou à se doter d'une nouvelle forme organisationnelle qui correspondait mieux à ce nouvel

environnement concurrentiel. En fait, comme c'est souvent le cas avec les innovations radicales ou les discontinuités technologiques qui entraînent dans leur sillon une substitution technologique, ce sont souvent les nouveaux entrants ou les nouvelles organisations, pour employer le vocabulaire utilisé en écologie organisationnelle, qui réussissent le mieux, en général, à capitaliser sur une nouvelle technologie qui ouvre souvent la porte à un nouvel environnement concurrentiel et à de nouvelles règles concurrentielles comme ce fut le cas avec la firme Intel Corporation qui est, elle aussi, une nouvelle organisation (un spin-off de la firme Fairchild) qui est apparue dans le paysage concurrentiel suite à l'invention du transistor.

Par contre, il ne faut surtout pas généraliser car au Japon ce sont les firmes qui occupaient une position dominante avec la technologie du tube-à-vide (p. ex., Toshiba ; NEC (Nippon Electric Corporation) ; Hitachi) qui ont réussi le mieux à capitaliser sur la nouvelle technologie du transistor (par le biais de licences) et qui ont réussi, par la suite, à s'approprier une position dominante dans l'industrie des semi-conducteurs, en particulier dans le secteur de l'électronique grand public (p. ex., la radio ; la télévision ; le cinéma maison ; etc.) où les firmes japonaises règnent en maître. Dans le cas du Japon, il y a eu bien entendu le rôle structurant du MITI (Ministry of International Trade and Industry) qui a été déterminant dans cette histoire et ce, parfois même au détriment des nouveaux entrants comme, par exemple, la firme Sony qui a dû faire fi du MITI, au début, pour acquérir une licence d'exploitation de la technologie du transistor auprès de la firme Western Electric, le bras commercial de la firme AT&T qui a été démantelée, il y a quelques années, par les autorités antitrust des États-Unis en raison de son trop grand pouvoir de monopole. En écologie organisationnelle, l'idée d'adaptation des organisations avec leur environnement ne fait pas vraiment partie du vocabulaire usuel. On y défend plutôt l'idée selon laquelle les organisations et leur environnement tendent vers ce que l'on appelle l'isomorphisme. Glenn Carroll (1988b) nous explique de la façon suivante ce concept, ainsi que l'importance du processus de naissance et de mortalité des organisations comme force motrice de cet isomorphisme :

> « As with most current organizational theory, organizational ecology posits that organizations and environment move toward isomorphism. Unlike other perspectives, however, the

> ecological view holds that the processes of organizational founding and mortality are the driving forces behind this matching of organizations and environment. This implies that there should be an empirical correspondence between environmental change and patterns of organizational founding and mortality. As environments shift, some organizational forms become obsolete and others become more viable. », (p. 3).

Ce court énoncé fait mention de la notion de « match » entre les organisations et leur environnement. Cette notion de « match » ou de « fit » sera utilisée par de nombreux auteurs dans la littérature et ce, aussi bien dans le domaine de l'étude des organisations (p. ex., la théorie de la contingence) qu'en stratégie, comme nous l'avons vu à la section 1.4 de ce document lorsque nous avons examiné le modèle classique de stratégie de Kenneth Andrews de l'Université Harvard. Enfin, pour clore sur ce sujet, soulignons quelques-uns des concepts clés qui sont souvent développés en écologie organisationnelle. Outre les concepts susmentionnés d'inertie structurelle, de densité de population d'organisations et d'isomorphisme, ajoutons ici les concepts de niche écologique, de partition des ressources, d'organisations "généralistes" versus celles qui sont dites "spécialistes" et enfin, la notion de "légitimité" qui est utilisée aussi bien en écologie organisationnelle (p. ex., Hannan et Carroll, 1992), que dans la théorie institutionnelle des organisations (p. ex., Meyer et Rowan, 1977 ; Zucker, 1987).

Va pour la perspective évolutionniste en écologie organisationnelle où l'environnement de sélection joue un rôle déterminant dans cette approche à l'étude des organisations. Bref, il y a non seulement un déterminisme de l'environnement sur les organisations prises individuellement, mais il existe également un déterminisme de l'environnement sur une population entière d'organisations évoluant, par exemple, au sein d'un même secteur d'activité. Un tel déterminisme environnemental sera partagé par de nombreux autres auteurs en théorie des organisations comme, par exemple, Pfeffer et Salancik (1978) dans leur "théorie de la dépendance des ressources" dans laquelle les dirigeants d'entreprises sont souvent relégués à un simple rôle symbolique. Par contre, un tel déterminisme sera rejeté avec force par plusieurs autres auteurs qui opteront plutôt pour la perspective des choix stratégiques ou encore qui clâmeront davantage le volontarisme des firmes au déterminisme de l'environnement (p. ex., Child, 1972, 1997 ; Astley et Van de Ven, 1983 ; Hrebiniak

et Joyce, 1985). Puis, comme nous l'avons vu à la section 1.6 de ce document, un tel déterminisme de l'environnement sur la conduite ou la stratégie des firmes est au coeur même du paradigme Bain/Mason en organisation industrielle (Structure-Conduct-Performance) ; lequel déterminisme a, par la suite, été nuancé par l'économiste industriel Michael E. Porter de l'Université Harvard et ses travaux portant sur la stratégie compétitive des firmes. Voilà pour l'écologie organisationnelle.

Dans le domaine de l'étude des organisations, un autre courant de recherche utilise lui aussi une perspective évolutionniste, mais avec une approche différente de celle utilisée en théorie de la contingence (modèle d'adaptation) ou en écologie organisationnelle (modèle de sélection), soit les travaux portant sur l'étude du changement organisationnel et des formes organisationnelles. Parmi les auteurs les plus représentatifs de ce courant de recherche autour desquels nous voulons porter notre attention, nous retrouvons Michael L. Tushman de l'Université Columbia à New York et ses collaborateurs et collaboratrices dont, entre autres, Elaine Romanelli de l'Université Georgetown, à laquelle s'ajoutent Lori Rosenkopf, Philip Anderson et Charles O'Reilly avec lesquels Tushman a surtout étudié le changement technologique. Dans un article intitulé "Convergence and Upheaval : Managing the Unsteady Pace of Organizational Evolution", voici la façon avec laquelle Tushman, Newman, et Romanelli (1986) nous expliquent le pattern d'évolution des organisations lorsque celui-ci est vu dans le cadre du modèle d'évolution de l'équilibre ponctué :

> « Patterns in Organization Evolution — This historical approach to organization evolution focuses on convergent periods punctuated by reorientation - discontinuous, organization-wide upheavals. The most effective firms take advantage of relatively long convergent periods. These periods of incremental change build on and take advantage of organization inertia. Frame-breaking change is quite dysfunctional if the organization is successful and the environment is stable. [...] Because reorientations are so disruptive and fraught with uncertainty, the more rapidly they are implemented, the more quickly the organization can reap the benefits of the following convergent period. », (p. 39).

Ce pattern d'évolution des organisations est sensiblement similaire à celui décrit par Eldredge et Gould (1972) au sujet de leur modèle de l'équilibre ponctué : « The history of evolution is not one of stately unfolding, but a story of homeostatic equilibria, disturbed only "rarely" (i.e., rather

often in the fullness of time) by rapid and episodic events of speciation. », (p. 84). Nous retrouvons dans l'énoncé précédent une référence au concept d'inertie organisationnelle que les théoriciens en écologie organisationnelle utilisent fréquemment pour faire valoir leurs arguments selon lesquels les entreprises qui veulent entamer des changements importants au niveau, par exemple, de leur stratégie ou de leur structure, auront à affronter une certaine résistance, car il y a souvent présence de nombreuses forces d'inertie structurelle aussi bien internes qu'externes à l'entreprise, comme nous l'avons vu ci-haut. Tushman, Newman et Romanelli (1986) utilisent le concept d'inertie et suggèrent que l'entreprise devrait même prendre avantage de cette inertie durant les périodes de continuité ou de changements incrémentiels, c'est-à-dire des changements qui n'affectent pas en profondeur sa stratégie ou sa structure. Rappelons ici que la notion d'inertie a aussi été analysée par Pankaj Ghemawat de l'Université Harvard dans ses travaux sur le concept de « commitment » que nous avons abordé à plusieurs reprises dans le document principal (Ghemawat, 1991).

Par ailleurs, si de nombreux facteurs peuvent inciter une organisation ou une entreprise à entreprendre, proactivement ou réactivement, des changements organisationnels, l'évolution ou les changements technologiques comptent sans doute parmi les facteurs les plus importants, sinon les plus perturbants. En effet, la littérature est remplie d'exemples d'entreprises jadis glorieuses et bien établies dans leur domaine d'activité qui n'ont pas su, à un moment ou à un autre de leur évolution, faire face à un changement technologique quelconque, par exemple, l'arrivée du transistor que nous avons discuté un peu plus tôt et qui est considéré comme l'une des discontinuités technologiques les plus importantes du 20e siècle. Mais comme nous l'avons vu à la section 1.6 de ce document, il n'y a pas que les innovations radicales ou révolutionnaire qui peuvent détrôner les firmes bien établies dans leur secteur d'activité, des innovations dites "architecturales" peuvent, elles aussi, entraîner un tel résultat comme ce fut le cas, par exemple, avec la firme japonaise Canon qui a livré, il y a quelques années, une dure bataille concurrentielle à la firme américaine Xerox en introduisant sur le marché des photocopieurs personnels de conception modulaire à moins de mille dollars US. En fait, l'évolution des technologies et l'évolution des organisations ou des entreprises qui utilisent ces technologies ne se font pas séparément ou en vase clos ; il y a souvent une coévolution entre les technologies, les entreprises qui les utilisent, puis les industries dans lesquelles oeuvrent ces

entreprises, de même que les institutions qui les entourent comme, par exemple, les agences de réglementation dans le secteur de l'aviation civile. De nombreux auteurs ont abordé cette question de coévolution dont, entre autres : Nelson (1994b) "The Co-evolution of Technology, Industrial Structure, and Supporting Institutions" ; Nelson (1994c) "The Co-evolution of Technologies and Institutions" ; Rosenkopf et Tushman (1994) "The Coevolution of Technology and Organization" ; puis Van de Ven et Garud (1994) "The Coevolution of Technical and Institutional Events in the Development of an Innovation", pour ne citer que quelques exemples récents. Mais pour l'entreprise qui doit naviguer constamment dans les eaux tumultueuses du changement technologique, la question importante est de savoir comment y parvenir sans trop de soubresauts, ni de dégâts. Dans ses travaux sur le changement technologique et le changement organisationnel, Michael Tushman et ses collègues Lori Rosenkopf, Philip Anderson et Charles O'Reilly ont proposé, il y a quelques années, un modèle d'évolution de la technologie qui est basé sur le modèle de l'équilibre ponctué, appelé "modèle cyclique de la technologie" ou encore "modèle des cycles technologiques", que nous avons déjà présenté à la section 1.6 de ce document.

Ce modèle d'évolution de la technologie s'appuie sur les trois mécanismes fondamentaux de variation, de sélection et de rétention que nous avons examinés dans cet exposé sur la perspective évolutionniste ; puis il prend en compte également l'élément très perturbant qu'est une discontinuité technologique et ce qui s'en suit, plus souvent qu'autrement, à savoir une substitution technologique (p. ex., de la technologie du tube-à-vide à celle du transistor) qui, elle même, entraîne souvent une substitution d'entreprises ou de fournisseurs. Mais ce qui est maintenant encourageant pour l'entreprise, c'est qu'elle n'a plus à attendre impatiemment que les "tempêtes incessantes de destruction créatrice" soient passées, pour emprunter l'expression de Schumpeter ou espérer qu'elle soit épargnée lorsque les discontinuités et les substitutions technologiques passeront dans son secteur d'activité. Dans leur ouvrage récent intitulé Winning through Innovation : A Practical Guide to Leading Organizational Change and Renewal, Tushman et O'Reilly (1997) proposent aux entreprises une façon ou un modèle dit de "congruence" pour mieux naviguer à travers les eaux turbulentes du changement technologique et du changement organisationnel. En somme, pour ces auteurs, l'organisation doit être "ambidextre", c'est-à-dire qu'elle doit se doter d'une architecture

organisationnelle particulière, par exemple, une architecture plus souple lorsqu'elle est dans une période de fermentation qui suit une discontinuité technologique (mécanisme de variation) ; puis se doter ensuite d'une architecture organisationnelle plus rigide lorsqu'un design dominant a finalement émergé parmi toute la variété des technologies offertes sur le marché (mécanisme de sélection) et que l'objectif consiste, par la suite, à peaufiner ledit design dominant (mécanisme de rétention) durant la période ou l'ère de changements incrémentiels et ce, jusqu'au prochain épisode de discontinuité technologique ou de variation majeure dans l'ordre établi ; puis le cycle recommence à nouveau, et ainsi de suite.

Pourquoi la perspective évolutionniste ?

Ce modèle d'évolution de la technologie basé sur le modèle de l'équilibre ponctué traduit parfaitement bien, à notre avis, ce que signifie la perspective dite "évolutionniste" que nous avons définie au tout début de notre exposé comme étant une vision du monde fondée sur le changement, mais sans pour autant porter un jugement de valeur sur le sens ou la direction que devrait prendre un tel changement (p. ex., dans le sens du progrès). De plus, ce modèle conceptuel des cycles de la technologie de Michael Tushman et ses collègues Lori Rosenkopf, Philip Anderson et Charles O'Reilly va nous permettre de répondre enfin à la question posée au tout début de cet exposé, à savoir : pourquoi avoir choisi une perspective évolutionniste ? À la lumière de ce que nous avons vu dans cet exposé concernant la perspective évolutionniste, une autre question pertinente serait de savoir si la solution alternative, c'est-à-dire la perspective mécaniste, serait une alternative valable pour notre sujet d'étude qui porte, rappelons-le, sur le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise. La réponse est non et voici justement les raisons pour lesquelles la perspective évolutionniste est présentement, selon nous, la meilleure avenue de solution pour réaliser ce travail de recherche.

En guise de rappel, la perspective mécaniste étudie les phénomènes (p. ex., mouvement des planètes dans le système solaire) en tentant de dégager les lois fondamentales qui régissent ces phénomènes ; lesquelles sont présumées immuables et invariables dans le temps et dans l'espace.

Par exemple, la loi de Newton selon laquelle la force produite par un objet quelconque en mouvement est proportionnelle à sa masse et à l'accélération de cet objet (F = ma) n'a pas changé depuis sa formulation au 17e siècle et s'applique indépendamment de l'objet en question, tout comme sa loi sur la gravitation universelle qui n'a pas, elle non plus, changé au fil des ans. C'est pourquoi ces lois fondamentales sont immuables et invariables dans le temps et dans l'espace, c'est-à-dire qu'elles ne changent pas. La perspective mécaniste est utilisée encore aujourd'hui dans de nombreux domaines d'étude, en particulier dans des domaines scientifiques (p. ex., physique ; mécanique ; etc.). Ce qui est remarquable avec cette approche à l'étude des phénomènes, c'est que des lois fondamentales sont parfois formulées alors que les phénomènes ne peuvent être observés de visu. Par exemple, lorsque l'un des plus grands scientifiques de notre temps, nommément le physicien allemand Albert Einstein (1879-1955), lauréat du prix Nobel de la Paix, formula sa théorie de la relativité qui allait bouleverser à jamais les notions d'espace et de temps en affirmant que l'espace-temps est courbe et non linéaire, puis formula sa célèbre loi[7] établissant l'équivalent de la masse et de l'énergie ($E = mc^2$), la vitesse de la lumière (c) étant une constante ; il en est arrivé à ces conclusions sans jamais voir lui même de visu, les phénomènes qu'il cherchait à expliquer. C'est pourquoi ses idées sont restées longtemps une théorie non vérifiée et ce, jusqu'à ce que la science prouve l'existence de la relativité en observant certains phénomènes que seule la théorie de Einstein pouvait expliquer.

Malgré cet état de faits, un fait demeure, la recherche de lois fondamentales qui seraient immuables et invariables dans le temps et dans l'espace n'est pas l'agenda de recherche, ni même un sujet de préoccupation dans de nombreux autres domaines d'étude qui ont plutôt opté, implicitement ou explicitement, pour une perspective dite "évolutionniste". C'est le parti pris dans cette étude. Question de savoir pourquoi un domaine d'étude comme celui de l'économie, par exemple, continue à être divisée entre, d'un côté, les tenants et les sympathisants de la perspective mécaniste (p. ex., l'école de pensée néoclassique), et de l'autre, ceux de la perspective évolutionniste (p. ex., la tradition schumpétérienne en économie), est une question qui dépasse à la fois le cadre de cette étude et le domaine d'étude dans la présente qui est celui du management de

[7] Selon Einstein, dans l'Univers, seule la vitesse de la lumière (c) est une constante (299 792 458 m/s) ; la masse (m) de la matière étant une concentration d'énergie (E) ; d'où sa fameuse loi fondamentale de la physique : $E = mc^2$.

la technologie. Tel qu'indiqué plus haut, le modèle conceptuel des cycles de la technologie de Tushman, Anderson et O'Reilly va nous permettre de répondre à la question à savoir : pourquoi avoir choisi une perspective évolutionniste ? Tout d'abord, ce modèle prend en compte la notion de changement qui est l'essence même de la perspective évolutionniste ; puis, il prend aussi en considération les mécanismes de variation, de sélection et de rétention qui sont ici les pierres d'assise de cette perspective. De plus, ce modèle prend en compte les phénomènes de continuité ou d'évolution graduelle ou incrémentielle durant l'ère de changements incrémentiels, puis de discontinuité ou de révolution durant l'ère de dite "fermentation" qui sont les pierres d'assise du modèle d'évolution de l'équilibre ponctué qui est sans doute le modèle le plus représentatif lorsqu'il est question de changements ; qu'il s'agisse ici de changements technologiques, organisationnels, industriels ou de changements de tout autre ordre.

Or, dans notre schéma d'analyse portant sur le concept de "potentiel stratégique technologique" d'une entreprise, en particulier son potentiel qui est "révélé" dans sa gamme de produits (biens et services) et, plus spécifiquement, au niveau de leurs caractéristiques et du mix de celles-ci dans chacun desdits produits ; le changement est ici une notion incontournable. Puis, au coeur même de ce changement se situe l'être humain qui, lui aussi, est incontournable dans le sens qu'il fait partie intégrante de l'équation et ne peut donc être séparé des phénomènes faisant l'objet d'observation (p. ex., le changement technologique ou organisationnel). Or, ce qui est de particulier avec l'être humain, c'est que celui-ci a plutôt tendance à ne pas se comporter comme le voudraient, par exemple, certains modèles mathématiques réductionnistes, c'est-à-dire de façon prévisible ou entièrement déterministe ou se comporter comme s'il était régi par des lois fondamentales, immuables et invariables dans le temps et dans l'espace ; enfin, bref, comme si on pouvait finalement l'encadrer dans une perspective mécaniste. Une telle vision du monde est sans doute utopique. Pour toutes ces raisons et plusieurs autres encore, la perspective évolutionniste est présentement, selon nous, la meilleure option disponible pour réaliser ce travail de recherche. C'est donc sur cette note que nous allons terminer ce bref exposé de la perspective évolutionniste.

ANNEXE C

TABLEAUX DES CARACTÉRISTIQUES DES AVIONS RÉGIONAUX

Tableau C.1 Caractéristiques du CRJ-200ER de Canadair et du ERJ-145ER d'Embraer.

-	1	2	3
1	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	Bombardier - Canadair	Embraer
2	• Modèle / Type	CRJ-200ER	ERJ-145ER
3	COÛT D'ACQUISITION ESTIMÉ PAR B/CA avec	19 700 000 $US*	15 400 000 $US
4	équipements de base	-	-
5	• Coût d'acquisition par siège de passagers offert	[394 000 $US/ siège]	[308 000 $US/ siège]
6	• par siège-kilomètre offert	[129,4 $US/ siège-km]	[125,2 $US/ siège-km]
7	• par kilogramme de charge payante	[3 168,2 $US/ kg]	[2 846,6 $US/ kg]
8	• par tonne-kilomètre de charge payante	[2 023,1 $US/ tonne-km]	[1 133,6 $US/ tonne-km]
9	CARACTÉRISTIQUES DE BASE DE L'APPAREIL	-	-
10	• Nombre de sièges en configuration standard	3 + 50	3 + 50
11	• Pas de siège (Seat Pitch)	{ 31,0 po } 78,7 cm	{ 31,0 po } 78,7 cm
12	• Nombre de sièges par rangée	4	3
13	• Type d'ailes (ailes hautes versus ailes basses)	Ailes basses	Ailes basses
14	• Niveaux de bruit au décollage // à l'approche	78,6 // 92,1 EPNdB	82,0 // 92,0 EPNdB
15	DIMENSIONS EXTÉRIEURES	-	-
16	• Longueur hors tout	{ 87,8 pi } 26,76 m	{ 98,0 pi } 29,87 m
17	• Hauteur hors tout	{ 20,4 pi } 6,22 m	{ 22,2 pi } 6,77 m
18	• Envergure (Span)	{ 69,6 pi } 21,21 m	{ 65,8 pi } 20,05 m
19	• Surface ailaire nette	{ 520,45 pi^2 } 48,35 m^2	{ 535 pi^2 } 49,7 m^2
20	• Coefficient « Wing Loading » (surf. ailaire nette)	[478,44 kg/m^2]	[414,5 kg/m^2]
21	• Rayon de braquage (Turn Radius)	{ 75,0 pi } 22,86 m	{ 64,0 pi } 19,50 m
22	DIMENSIONS INTÉRIEURES	-	-
23	• Longueur de la cabine, excluant poste de pilotage	{ 48,4 pi } 14,75 m	{ 54,1 pi } 16,49 m
24	• Largeur de la cabine, au niveau de l'axe	{ 8,4 pi } 2,56 m	{ 6,9 pi } 2,10 m
25	• Ratio longueur/largeur de la cabine de passagers	[5,76 : 1]	[7,85 : 1]
26	• Superficie approxim. par passager (p/r à l'axe)	[{ 8,13 pi^2 } 0,755 m^2]	[{ 7,46 pi^2 } 0,692 m^2]
27	• Hauteur libre maximale dans la cabine	{ 6,1 pi } 1,86 m	{ 6,0 pi } 1,83 m
28	• Volume de bagages par passager	{ 9,7 pi^3 } 0,27 m^3	{ 6,5 pi^3 } 0,184 m^3
29	CAPACITÉ DE L'APPAREIL EN MATIÈRE DE CARGO OU DE FRET	[CRJ-100ER]	-
30	• Superficie de plancher dans la soute à bagages	{ 56 pi^2 } 5,202 m^2	{ 43 pi^2 } 3,995 m^2
31	• Volume disponible dans la soute à bagages	{ 314 pi^3 } 8,891 m^3	{ 325 pi^3 } 9,203 m^3
32	• Masse maximale de fret ou de cargo	{ 3 500 lb } 1 588 kg	{ 2 645 lb } 1 200 kg
33	• Capacité résiduelle de cargo lorsque le taux	-	-
34	d'occupation de l'appareil est à : 100 %	{ 2 250 lb } 1 020 kg	{ 1 395 lb } 633 kg
35	80 %	{ 2 500 lb } 1 134 kg	{ 1 645 lb } 746 kg
36	60 %	{ 2 500 lb } 1 247 kg	{ 1 895 lb } 860 kg
37	40 %	{ 3 000 lb } 1 361 kg	{ 2 145 lb } 973 kg
38	PROPULSION DE L'APPAREIL	-	-
39	• Nombre et type de moteur	2 Turboréacteurs	2 Turboréacteurs
40	• Manufacturier du moteur / Modèle	GE / CF34-3B1	R-R Allison / AE3007A
41	• Puissance par moteur	9 220 lb** de poussée	7 426 lb de poussée
42	• Coefficient « Power Loading »	[2,77 lb/ lb de poussée]	[3,06 lb/ lb de poussée]
43	PRESSURISATION DE L'APPAREIL (différentiel de pression)	8,3 psi	7,8 psi
44	CARACTÉRISTIQUES CONCERNANT LA MASSE DE L'APPAREIL	-	-
45	• Masse maximale sur l'aire de trafic ou la rampe	{ 51 250 lb } 23 247 kg	{ 45 635 lb } 20 700 kg
46	• Masse maximale au décollage (MTOW)	{ 51 000 lb } 23 133 kg	{ 45 415 lb } 20 600 kg
47	• Masse maximale à l'atterissage (MLW)	{ 47 000 lb } 21 319 kg	{ 41 226 lb } 18 650 kg
48	• Masse maximale sans carburant (ZFW)	{ 44 000 lb } 19 958 kg	{ 37 689 lb } 17 095 kg
49	• Masse à vide en ordre d'exploitation (OEW)	{ 30 292 lb } 13 740 kg	{ 25 772 lb } 11 690 kg

Tableau C.1 (suite) Caractéristiques du CRJ-200ER de Canadair et du ERJ-145ER d'Embraer.

-	1	2	3
-	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	Bombardier - Canadair	Embraer
-	• Modèle / Type	CRJ-200ER	ERJ-145ER
50	• Charge payante maximale (Maximum Payload)	{ 13 708 lb } 6 218 kg	{ 11 917 lb } 5 405 kg
51	• % charge pay. max. p/r masse max. au décollage	[26,9 %]	[26,2 %]
52	• Masse maximale de carburant	{ 14 305 lb } 6 489 kg	{ 9 199 lb } 4 173 kg
53	• % masse max. de carb. p/r masse max. au décol.	[28,0 %]	[20,2 %]
54	• Capacité des réservoirs standards de carburant	8 081 litres	5 146 litres
55	• Charge payante disponible avec le max. de carb.	{ 6 653 lb } 3 018 kg	{ 10 664 lb } 4 837 kg
56	• % charge payante disp. p/r à la charge pay. max.	[48,5%]	[89,5 %]
57	• Carburant disponible avec la charge payante max.	{ 7 250 lb } 3 289 kg	{ 7 946 lb } 3 604 kg
58	• % carburant disp. p/r à la masse max. de carb.	[50,7 %]	[86,4 %]
59	RAYON D'ACTION DE L'APPAREIL	-	-
60	• Rayon d'action avec le max. de passagers (PAX)	3 045 km (50 PAX)	2 460 km (50 PAX)
61	• Capacité de l'appareil en termes de sièges-km	[152 250 sièges-km]	[123 000 sièges-km]
62	• Rayon d'action avec le max. de charge payante	1 566 km (6 218 kg)	2 511 km (5 410 kg)
63	• Capacité en termes de charge pay et kilométrage	[9 737,4 tonnes-km]	[13 584,5 tonnes-km]
64	• Rayon d'action avec le maximum de carburant	3 045 km (8 081 litres)	3 031 km (5 146 litres)
65	• Rayon d'action spécifique de l'appareil avec	[0,377 km/ litre de carb.]	[0,589 km/ litre de carb.]
66	le maximum de carburant dans les réservoirs	[2,65 litres/km]	[1,69 litres/km]
67	LONGUEUR DE PISTE AU DÉCOLLAGE	-	-
68	• Conditions atmosphériques: « BFL, S/L, ISA »	{ 5 800 pi } 1 768 m	{ 6 450 pi } 1 966 m
69	• Distance de décol. p/r à la masse max. au décol.	[76,21 m/ 1 000 kg]	[95,4 m/ 1 000 kg]
70	• Conditions atmosphériques: « 5 000 pi, +20°C »	{ 9 250 pi } 2 819 m	{ 8 848* pi } 2 697 m
71	PERFORMANCE DE L'APPAREIL LORS DE L'ASCENSION	-	-
72	• Taux avec tous les moteurs en fonctionnement	{ 3 555 fpm } 1 084 m/min	{ 2 300 fpm } 701 m/min
73	• Taux avec un moteur hors d'usage	{ 1 070 fpm } 326 m/min	{ 570 fpm } 174 m/min
74	• % de la capacité avec un moteur hors d'usage	[30,1 %]	[24,8 %]
75	PLAFOND PRATIQUE	-	-
76	• Plafond avec tous les moteurs en fonctionnement	{ 41 000 pi } 12 497 m	{ 37 000 pi } 11 278 m
77	• Plafond avec un moteur hors d'usage	{ 18 250 pi } 5 563 m	{ 16 700 pi } 5 090 m
78	PERFORMANCE EN VOL DE L'APPAREIL	-	-
79	• Vitesse de croisière élevée (Max. Cruising Speed)	467 kt	450 kt
80	• Consommation à vitesse de croisière élevée	- [FL 410]	1 000 kg/h [FL 350]
81	• Vit. de croisière optim. (Long Range Cruising Sp.)	430 kt	385 kt
82	• Consommation à vitesse de croisière optimale	1 135 kg/h [FL 390]	800 kg/h [FL 350]
83	• Vitesse TAS (True Airspeed)	459 kt	452 kt
84	• Consommation horaire de carburant	{ 2 600 lb/h } 1 180 kg/h	{ 2 562 lb/h } 1 162 kg/h
85	• Niveau de vol (FL: Flight Level)	FL 370	FL 330
86	PRODUCTIVITÉ DE L'APPAREIL EN MISSION	-	-
87	MISSION DE 275 SM Étapes/carburant	3	2
88	Nombre de passagers	50	50
89	Temps total des moteurs	9,30 h	9,36 h
90	Quantité totale de carburant	23 462 lb	20 697 lb
91	Quantité de carburant/ heure	[2 522,8 lb/h]	[2 211,2 lb/h]
92	Nombre de voyages	12	11
93	Sièges-milles parcourus	165 000 sièges-milles	151 250 sièges-milles
94	Sièges-milles parcourus/ heure	17 748 sièges-milles/h	16 157 sièges-milles/h
95	Sièges-milles/ livre de carburant	7,03 sièges-milles/lb	7,31 sièges-milles/lb

Tableau C.1 (suite) Caractéristiques du CRJ-200ER de Canadair et du ERJ-145ER d'Embraer.

-	1	2	3
-	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	Bombardier - Canadair	Embraer
-	• Modèle / Type	CRJ-200ER	ERJ-145ER
96	Vitesse moyenne	308 kt	281 kt
97	Quantité de carburant/ mission	1 955 lb	1 882 lb
98	Niveau de vol (Flight Level)	FL 310	FL 290
99	MISSION DE 400 SM Étapes/carburant	2	2
100	Nombre de passagers	50	50
101	Temps total des moteurs	10,17 h	9,88 h
102	Quantité totale de carburant	25 388 lb	22 025 lb
103	Quantité de carburant/ heure	[2 496,4 lb/h]	[2 229,2 lb/h]
104	Nombre de voyages	10	9
105	Sièges-milles parcourus	200 000 sièges-milles	180 000 sièges-milles
106	Sièges-milles parcourus/ heure	19 661 sièges-milles/h	18 211 sièges-milles/h
107	Sièges-milles/ livre de carburant	7,88 sièges-milles/lb	8,17 sièges-milles/lb
108	Vitesse moyenne	342 kt	317 kt
109	Quantité de carburant/ mission	2 539 lb	2 447 lb
110	Niveau de vol (Flight Level)	FL 370	FL 330
111	MISSION DE 800 SM Étapes/carburant	1	1
112	Nombre de passagers	50	50
113	Temps total des moteurs	10,66 h	9,32 h
114	Quantité totale de carburant	27 289 lb	22 294 lb
115	Quantité de carburant/ heure	[2 560 lb/h]	[2 392,1 lb/h]
116	Nombre de voyages	6	5
117	Sièges-milles parcourus	240 000 sièges-milles	200 000 sièges-milles
118	Sièges-milles parcourus/ heure	22 521 sièges-milles/h	21 471 sièges-milles/h
119	Sièges-milles/ livre de carburant	8,79 sièges-milles/lb	8,97 sièges-milles/lb
120	Vitesse moyenne	391 kt	373 kt
121	Quantité de carburant/ mission	4 548 lb	4 459 lb
122	Niveau de vol (Flight Level)	FL 370	FL 330
123	AVIONIQUE (Système d'instrumentation)	Collins Pro Line IV	Honeywell Primus 1000
124	CERTIFICATION DE L'APPAREIL	FAR/JAR 25, 1993	FAR 25, 1996
125	REMARQUES	* Prix en $US de 1995 ** Avec réserve auxiliaire de puissance (APR) *** Flight Int'l (May '96)/ CRJ-100ER	* Masse limitée à 42 542 lb

Source : Multiple, dont les manufacturiers des appareils ; les revues Business & Commercial Aviation (May 1997; May 1998) et Flight International (12 - 18 August 1998) ; l'Association Regional Airline Association (RAA. 1998 Annual Report) ; l'ouvrage de références Jane's All the World's Aircraft (1998-99); et l'auteur pour les données [entre parenthèses] et pour la compilation des données.

Tableau C.2 Caractéristiques des appareils Dash 8Q, de séries 100 et 200 (version B).

-	1	2	3
1	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	Bombardier - de Havilland	Bombardier - de Havilland
2	• Modèle / Type	Dash 8Q-100B	Dash 8Q-200B
3	COÛT D'ACQUISITION ESTIMÉ PAR B/CA avec	10 200 000 $US	10 400 000 $US
4	équipements de base	-	-
5	• Coût d'acquisition par siège de passagers offert	[275 675 $US / siège]	[281 080 $US/ siège]
6	• par siège-kilomètre offert	[143,0 $US/ siège-km]	[156,6 $US/ siège-km]
7	• par kilogramme de charge payante	[2 438 $US/ kg]	[2 486 $US/ kg]
8	• par tonne-kilomètre de charge payante	[1 958,6 $US/ tonne-km]	[2 082,0 $US/ tonne-km]
9	CARACTÉRISTIQUES DE BASE DE L'APPAREIL	-	-
10	• Nombre de sièges en configuration standard	3 + 37	3 + 37
11	• Pas de siège (Seat Pitch)	{ 31,0 po } 78,7 cm	{ 31,0 po } 78,7 cm
12	• Nombre de sièges par rangée	4	4
13	• Type d'ailes (ailes hautes versus ailes basses)	Ailes hautes	Ailes hautes
14	• Niveaux de bruit au décollage // à l'approche	80,5 // 94,8 EPNdB	80,5 // 94,8 EPNdB
15	DIMENSIONS EXTÉRIEURES	-	-
16	• Longueur hors tout	{ 73,0 pi } 22,25 m	{ 73,0 pi } 22,25 m
17	• Hauteur hors tout	{ 24,6 pi } 7,49 m	{ 24,6 pi } 7,49 m
18	• Envergure (Span)	{ 85,0 pi } 25,91 m	{ 85,0 pi } 25,91 m
19	• Surface ailaire nette	{ 585,04 pi^2 } 54,35 m^2	{ 585,04 pi^2 } 54,35 m^2
20	• Coefficient « Wing Loading » (surf. ailaire nette)	[303 kg/m^2]	[303 kg/m^2]
21	• Rayon de braquage (Turn Radius)	{ 59,3 pi } 18,07 m	{ 59,3 pi } 18,07 m
22	DIMENSIONS INTÉRIEURES	-	-
23	• Longueur de la cabine, excluant poste de pilotage	{ 30,1 pi } 9,17 m	{ 30,1 pi } 9,17 m
24	• Largeur de la cabine, au niveau de l'axe	{ 8,2 pi } 2,49 m	{ 8,2 pi } 2,49 m
25	• Ratio longueur/largeur de la cabine de passagers	[3,67 : 1]	[3,67 : 1]
26	• Superficie approxim. par passager (p/r à l'axe)	[{ 6,67 pi^2 } 0,620 m^2]	[{ 6,67 pi^2 } 0,617 m^2]
27	• Hauteur libre maximale dans la cabine	{ 6,4 pi } 1,95 m	{ 6,4 pi } 1,95 m
28	• Volume de bagages par passager	{ 11,8 pi^3/ } 0,33 m^3	{ 9,9 pi^3 } 0,280 m^3
29	CAPACITÉ DE L'APPAREIL EN MATIÈRE DE CARGO OU DE FRET	-	-
30	• Superficie de plancher dans la soute à bagages	{ 54 pi^2 } 5,017 m^2	{ 54 pi^2 } 5,017 m^2
31	• Volume disponible dans la soute à bagages	{ 300 pi^3 } 8,495 m^3	{ 300 pi^3 } 8,495 m^3
32	• Masse maximale de fret ou de cargo	{ 2 000 lb } 907 kg	{ 2 000 lb } 907 kg
33	• Capacité résiduelle de cargo lorsque le taux	-	-
34	d'occupation de l'appareil est à : 100 %	{ 1 075 lb } 488 kg	{ 1 075 lb } 488 kg
35	80 %	{ 1 260 lb } 571 kg	{ 1 260 lb } 571 kg
36	60 %	{ 1 445 lb } 655 kg	{ 1 445 lb } 655 kg
37	40 %	{ 1 630 lb } 739 kg	{ 1 630 lb } 739 kg
38	PROPULSION DE L'APPAREIL	-	-
39	• Nombre et type de moteur	2 Turbopropulseurs	2 Turbopropulseurs
40	• Manufacturier du moteur / Modèle	P&WC / PW-121	P&WC / PW-123D
41	• Puissance par moteur	2 150 shp	2 150 shp
42	• Coefficient « Power Loading »	[8,44 lb/shp]	[8,44 lb/shp]
43	PRESSURISATION DE L'APPAREIL (différentiel de pression)	5,5 psi	5,5 psi
44	CARACTÉRISTIQUES CONCERNANT LA MASSE DE L'APPAREIL	-	-
45	• Masse maximale sur l'aire de trafic ou la rampe	{ 36 500 lb } 16 556 kg	{ 36 500 lb } 16 556 kg
46	• Masse maximale au décollage (MTOW)	{ 36 300 lb } 16 465 kg	{ 36 300 lb } 16 465 kg
47	• Masse maximale à l'atterissage (MLW)	{ 33 900 lb } 15 377 kg	{ 34 500 lb } 15 649 kg
48	• Masse maximale sans carburant (ZFW)	{ 32 000 lb } 14 515 kg	{ 32 000 lb } 14 515 kg
49	• Masse à vide en ordre d'exploitation (OEW)	{ 22 642 lb } 10 270 kg	{ 22 779 lb } 10 333 kg

Tableau C.2 (suite) Caractéristiques des appareils Dash 8Q, de séries 100 et 200 (version B).

-	1	2	3
-	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	Bombardier - de Havilland	Bombardier - de Havilland
-	• Modèle / Type	Dash 8Q-100B	Dash 8Q-200B
50	• Charge payante maximale (Maximum Payload)	{ 9 358 lb } 4 245 kg	{ 9 221 lb } 4 183 kg
51	• % charge pay. max. p/r masse max. au décollage	[25,8 %]	[25,4 %]
52	• Masse maximale de carburant	{ 5 678 lb } 2 575 kg	{ 5 678 lb } 2 575 kg
53	• % masse max. de carb. p/r masse max. au décol.	[15,6 %]	[15,6 %]
54	• Capacité des réservoirs standards de carburant	3 160 litres	3 160 litres
55	• Charge payante disponible avec le max. de carb.	{ 8 180 lb } 3 710 kg	{ 8 043 lb } 3 648 kg
56	• % charge payante disp. p/r à la charge pay. max.	[87,4 %]	[87,2 %]
57	• Carburant disponible avec la charge payante max.	{ 4 500 lb } 2 041 kg	{ 4 500 lb } 2 041 kg
58	• % carburant disp. p/r à la masse max. de carb.	[79,3 %]	[79,3 %]
59	RAYON D'ACTION DE L'APPAREIL	-	-
60	• Rayon d'action avec le max. de passagers (PAX)	1 928 km (37 PAX)	1 795 km (37 PAX)
61	• Capacité de l'appareil en termes de sièges-km	[71 336 sièges-km]	[66 415 sièges-km]
62	• Rayon d'action avec le max. de charge payante	1 245 km (4 183 kg)	1 174 km (4 255 kg)
63	• Capacité en termes de charge pay et kilométrage	[5 207,8 tonnes-km]	[4 995,4 tonnes-km]
64	• Rayon d'action avec le maximum de carburant	2 108 km (3 160 litres)	1 904 km (3 160 litres)
65	• Rayon d'action spécifique de l'appareil avec	[0,667 km/litre de carb.]	[0,602 km/litre de carb.]
66	le maximum de carburant dans les réservoirs	[1,49 litres/km]	[1,66 litres/km]
67	LONGUEUR DE PISTE AU DÉCOLLAGE	-	-
68	• Conditions atmosphériques: « BFL, S/L, ISA »	{ 3 255 pi } 992 m	{ 3 280 pi } 1 000 m
69	• Distance de décol. p/r à la masse max. au décol.	[60,25 m/ 1 000 kg]	[60,73 m/ 1 000 kg]
70	• Conditions atmosphériques: « 5 000 pi, +20°C »	{ 5 105* pi } 1 556 m	{ 4 980 pi } 1 518 m
71	PERFORMANCE DE L'APPAREIL LORS DE L'ASCENSION	-	-
72	• Taux avec tous les moteurs en fonctionnement	{ 1 430 fpm } 436 m/min	{ 1 900 fpm } 579 m/min
73	• Taux avec un moteur hors d'usage	{ 450 fpm } 137 m/min	{ 450 fpm } 137 m/min
74	• % de la capacité avec un moteur hors d'usage	[31,5 % de la capacité]	[23,7 % de la capacité]
75	PLAFOND PRATIQUE	-	-
76	• Plafond avec tous les moteurs en fonctionnement	{ 25 000 pi } 7 620 m	{ 25 000 pi } 7 620 m
77	• Plafond avec un moteur hors d'usage	{ 15 250 pi } 4 648 m	{ 16 200 pi } 4 938 m
78	PERFORMANCE EN VOL DE L'APPAREIL	-	-
79	• Vitesse de croisière élevée (Max. Cruising Speed)	266 kt	284 kt
80	• Consommation à vitesse de croisière élevée	623 kg/h [FL 120]	625 kg/h [FL 160]
81	• Vit. de croisière optim. (Long Range Cruising Sp.)	244 kt	252 kt
82	• Consommation à vitesse de croisière optimale	402 kg/h [FL 250]	438 kg/h [FL 250]
83	• Vitesse TAS (True Airspeed)	265 kt	282 kt
84	• Consommation horaire de carburant	{ 1 019 lb/h } 462 kg/h	{ 1 130 lb/h } 512 kg/h
85	• Niveau de vol (FL: Flight Level)	FL 240	FL 250
86	PRODUCTIVITÉ DE L'APPAREIL EN MISSION	-	-
87	MISSION DE 150 SM Étapes/carburant	4	4
88	Nombre de passagers	37	37
89	Temps total des moteurs	8,97 h	8,86 h
90	Quantité totale de carburant	10 289 lb	11 116 lb
91	Quantité de carburant/ heure	[1 147,05 lb/h]	[1 254,6 lb/h]
92	Nombre de voyages	13	13
93	Sièges-milles parcourus	72 150 sièges-milles	72 150 sièges-milles
94	Sièges-milles parcourus/ heure	8 042 sièges-milles/h	8 140 sièges-milles/h
95	Sièges-milles/ livre de carburant	7,01 sièges-milles/lb	6,49 sièges-milles/lb

Tableau C.2 (suite) Caractéristiques des appareils Dash 8Q, de séries 100 et 200 (version B).

-	1		2	3
-	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL		Bombardier - de Havilland	Bombardier - de Havilland
-	• Modèle / Type		Dash 8Q-100B	Dash 8Q-200B
96		Vitesse moyenne	188 kt	191 kt
97		Quantité de carburant/ mission	791 lb	855 lb
98		Niveau de vol (Flight Level)	FL 140	FL 160
99	MISSION DE 275 SM	Étapes/carburant	4	3
100		Nombre de passagers	37	37
101		Temps total des moteurs	9,88 h	9,63 h
102		Quantité totale de carburant	11 275 lb	12 140 lb
103		Quantité de carburant/ heure	[1 141,2 lb/h]	[1 260,6 lb/h]
104		Nombre de voyages	9	9
105		Sièges-milles parcourus	91 575 sièges-milles	91 575 sièges-milles
106		Sièges-milles parcourus/ heure	9 271 sièges-milles/h	9 509 sièges-milles/h
107		Sièges-milles/ livre de carburant	8,12 sièges-milles/lb	7,54 sièges-milles/lb
108		Vitesse moyenne	218 kt	223 kt
109		Quantité de carburant/ mission	1 253 lb	1 349 lb
110		Niveau de vol (Flight Level)	FL 210	FL 210
111	MISSION DE 400 SM	Étapes/carburant	3	2
112		Nombre de passagers	37	37
113		Temps total des moteurs	10,77 h	10,39 h
114		Quantité totale de carburant	11 682 lb	12 343 lb
115		Quantité de carburant/ heure	[1 084,7 lb/h]	[1 187,9 lb/h]
116		Nombre de voyages	7	7
117		Sièges-milles parcourus	103 600 sièges-milles	103 600 sièges-milles
118		Sièges-milles parcourus/ heure	9 619 sièges-milles/h	9 968 sièges-milles/h
119		Sièges-milles/ livre de carburant	8,87 sièges-milles/lb	8,39 sièges-milles/lb
120		Vitesse moyenne	226 kt	234 kt
121		Quantité de carburant/ mission	1 669 lb	1 763 lb
122		Niveau de vol (Flight Level)	FL 240	FL 250
123	AVIONIQUE (Système d'instrumentation)		Honeywell SPZ-8000	Honeywell SPZ-8000
124	CERTIFICATION DE L'APPAREIL		FAR/JAR 25, 1993	FAR/JAR 25, 1995
125	REMARQUES		* Masse limitée à 34 670 lb, volet 5°	-

Source : Multiple, dont les manufacturiers des appareils ; les revues Business & Commercial Aviation (May 1997; May 1998) et Flight International (12 - 18 August 1998) ; l'Association Regional Airline Association (RAA. 1998 Annual Report) ; l'ouvrage de références Jane's All the World's Aircraft (1998-99); et l'auteur pour les données [entre parenthèses] et pour la compilation des données.

Tableau C.3 Caractéristiques des appareils Dash 8Q de série 300 (version B) et de série 400.

-	1	2	3
1	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	Bombardier - de Havilland	Bombardier - de Havilland
2	• Modèle / Type	Dash 8Q-300B	Dash 8Q-400
3	COÛT D'ACQUISITION ESTIMÉ PAR B/CA avec	13 200 000 $US	18 000 000* $US
4	équipements de base	-	-
5	• Coût d'acquisition par siège de passagers offert	[264 000 $US/ siège]	[257 143 $US/ siège]
6	• par siège-kilomètre offert	[162,4 $US/ siège-km]	[107,1 $US/ siège-km]
7	• par kilogramme de charge payante	[2 197,3 $US/ kg]	[2 112 $US/ kg]
8	• par tonne-kilomètre de charge payante	[3 202,6 $US/ tonne-km]	[2 208 $US/ tonne-km]
9	CARACTÉRISTIQUES DE BASE DE L'APPAREIL	-	-
10	• Nombre de sièges en configuration standard	3 + 50	4 + 70
11	• Pas de siège (Seat Pitch)	{ 32,0 po } 81,3 cm	{ 33,0 po } 83,8 cm
12	• Nombre de sièges par rangée	4	4
13	• Type d'ailes (ailes hautes versus ailes basses)	Ailes hautes	Ailes hautes
14	• Niveaux de bruit au décollage // à l'approche	79,9 // 93,3 EPNdB	-
15	DIMENSIONS EXTÉRIEURES	-	-
16	• Longueur hors tout	{ 84,3 pi } 25,70 m	{ 107,6 pi } 32,83 m
17	• Hauteur hors tout	{ 24,6 pi } 7,49 m	{ 27,4 pi } 8,34 m
18	• Envergure (Span)	{ 90,0 pi } 27,43 m	{ 93,2 pi } 28,42 m
19	• Surface ailaire nette	{ 605,49 pi^2 } 56,25 m^2	{ 679,22 pi^2 } 63,1 m^2
20	• Coefficient « Wing Loading » (surf. ailaire nette)	[346,75 kg/m^2]	[454,67 kg/m^2]
21	• Rayon de braquage (Turn Radius)	{ 65,1 pi } 19,84 m	{ 35,1 pi } 10,7 m
22	DIMENSIONS INTÉRIEURES	-	-
23	• Longueur de la cabine, excluant poste de pilotage	{ 41,5 pi } 12,60 m	{ 61,7 pi } 18,8 m
24	• Largeur de la cabine, au niveau de l'axe	{ 8,2 pi } 2,49 m	{ 8,2 pi } 2,49 m
25	• Ratio longueur/largeur de la cabine de passagers	[5,0 : 1]	[7,55 : 1]
26	• Superficie approxim. par passager (p/r à l'axe)	[{ 6,72 pi^2 } 0,622 m^2]	[{ 7,2 pi^2 } 0,668 m^2]
27	• Hauteur libre maximale dans la cabine	{ 6,4 pi } 1,95 m	{ 6,4 pi } 1,95 m
28	• Volume de bagages par passager	{ 10,0 pi^3 } 0,283 m^3	-
29	CAPACITÉ DE L'APPAREIL EN MATIÈRE DE CARGO OU DE FRET	-	-
30	• Superficie de plancher dans la soute à bagages	{ 57 pi^2 } 5,295 m^2	-
31	• Volume disponible dans la soute à bagages	{ 320 pi^3 } 9,061 m^3	-
32	• Masse maximale de fret ou de cargo	{ 2 500 lb } 1 134 kg	-
33	• Capacité résiduelle de cargo lorsque le taux	-	-
34	d'occupation de l'appareil est à : 100 %	{ 1 250 lb } 567 kg	-
35	80 %	{ 1 500 lb } 680 kg	-
36	60 %	{ 1 750 lb } 794 kg	-
37	40 %	{ 2 000 lb } 907 kg	-
38	PROPULSION DE L'APPAREIL	-	-
39	• Nombre et type de moteur	2 Turbopropulseurs	2 Turbopropulseurs
40	• Manufacturier du moteur / Modèle	P&WC / PW-123B	P&WC / PW-150A
41	• Puissance par moteur	2 500 shp	{ 3 784 kW } 5 071 shp
42	• Coefficient « Power Loading »	[8,6 lb/shp]	[6,24 lb/shp]
43	PRESSURISATION DE L'APPAREIL (différentiel de pression)	5,5 psi	-
44	CARACTÉRISTIQUES CONCERNANT LA MASSE DE L'APPAREIL	-	-
45	• Masse maximale sur l'aire de trafic ou la rampe	{ 43 200 lb } 19 595 kg	-
46	• Masse maximale au décollage (MTOW)	{ 43 000 lb } 19 505 kg	{ 63 250 lb } 28 690 kg
47	• Masse maximale à l'atterissage (MLW)	{ 42 000 lb } 19 051 kg	{ 60 500 lb } 27 443 kg
48	• Masse maximale sans carburant (ZFW)	{ 39 500 lb } 17 917 kg	{ 55 250 lb } 25 061 kg
49	• Masse à vide en ordre d'exploitation (OEW)	{ 25 691 lb } 11 653 kg	{ 36 458 lb } 16 537 kg

Tableau C.3 (suite) Caractéristiques des appareils Dash 8Q de série 300 (version B) et de série 400.

-	1	2	3
-	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	Bombardier - de Havilland	Bombardier - de Havilland
-	• Modèle / Type	Dash 8Q-300B	Dash 8Q-400
50	• Charge payante maximale (Maximum Payload)	{ 13 809 lb } 6 264* kg	{ 18 792 lb } 8 524 kg
51	• % charge pay. max. p/r masse max. au décollage	[32,1 %]	[29,7 %]
52	• Masse maximale de carburant	{ 5 678 lb } 2 575 kg	-
53	• % masse max. de carb. p/r masse max. au décol.	[13,2 %]	-
54	• Capacité des réservoirs standards de carburant	3 160 litres	6 707 litres
55	• Charge payante disponible avec le max. de carb.	{ 11 831 lb } 5 367 kg	{ 14 744 lb } 6 688 kg
56	• % charge payante disp. p/r à la charge pay. max.	[85,7 %]	[78,5 %]
57	• Carburant disponible avec la charge payante max.	{ 3 700 lb } 1 678 kg	-
58	• % carburant disp. p/r à la masse max. de carb.	[65,1 %]	-
59	RAYON D'ACTION DE L'APPAREIL	-	-
60	• Rayon d'action avec le max. de passagers (PAX)	1 626 km (50 PAX)	2 401 km (70 PAX)
61	• Capacité de l'appareil en termes de sièges-km	[81 300 sièges-km]	[168 070 sièges-km]
62	• Rayon d'action avec le max. de charge payante	665 km (6 198 kg)	961 km (8 483 kg)
63	• Capacité en termes de charge pay et kilométrage	[4 121,6 tonne-km]	[8 152,1 tonne-km]
64	• Rayon d'action avec le maximum de carburant	1 800 km (3 160 litres)	2 522 km (6 707 litres)
65	• Rayon d'action spécifique de l'appareil avec	[0,57 km/ litre de carb.]	[0,37 km/ litre de carb.]
66	le maximum de carburant dans les réservoirs	[1,75 litres/km]	[2,66 litres/km]
67	LONGUEUR DE PISTE AU DÉCOLLAGE	-	-
68	• Conditions atmosphériques: « BFL, S/L, ISA »	{ 3 865 pi } 1,178 m	{ 4 052 pi } 1 235 m
69	• Distance de décol. p/r à la masse max. au décol.	[60,39 m/ 1 000 kg]	-
70	• Conditions atmosphériques: « 5 000 pi, +20°C »	{ 5 000** pi } 1 524 m	{ 5 780 pi } 1 762 m
71	PERFORMANCE DE L'APPAREIL LORS DE L'ASCENSION	-	-
72	• Taux avec tous les moteurs en fonctionnement	{ 1 580 fpm } 482 m/min	-
73	• Taux avec un moteur hors d'usage	{ 370 fpm } 113 m/min	-
74	• % de la capacité avec un moteur hors d'usage	[23,4 % de la capacité]	-
75	PLAFOND PRATIQUE	-	-
76	• Plafond avec tous les moteurs en fonctionnement	{ 25 000 pi } 7 620 m	{ 25 000 pi } 7 620 m
77	• Plafond avec un moteur hors d'usage	{ 12 250 pi } 3 734 m	-
78	PERFORMANCE EN VOL DE L'APPAREIL	-	-
79	• Vitesse de croisière élevée (Max. Cruising Speed)	285 kt	350 kt
80	• Consommation à vitesse de croisière élevée	720 kg/h [FL 140]	- [FL 190]
81	• Vit. de croisière optim. (Long Range Cruising Sp.)	249 kt	288 kt
82	• Consommation à vitesse de croisière optimale	505 kg/h [FL 250]	- [FL 250]
83	• Vitesse TAS (True Airspeed)	271 kt	-
84	• Consommation horaire de carburant	{ 1 116 lb/h } 506 kg/h	-
85	• Niveau de vol (FL: Flight Level)	FL 250	-
86	PRODUCTIVITÉ DE L'APPAREIL EN MISSION	-	-
87	MISSION DE 150 SM Étapes/carburant	5	-
88	Nombre de passagers	50	-
89	Temps total des moteurs	8,74 h	-
90	Quantité totale de carburant	12 424 lb	-
91	Quantité de carburant/ heure	[1 421,5 lb/h]	-
92	Nombre de voyages	13	-
93	Sièges-milles parcourus	97 500 sièges-milles	-
94	Sièges-milles parcourus/ heure	11 158 sièges-milles/h	-
95	Sièges-milles/ livre de carburant	7,85 sièges-milles/lb	-

Tableau C.3 (suite) Caractéristiques des appareils Dash 8Q de série 300 (version B) et de série 400.

-	1		2	3
-	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL		Bombardier - de Havilland	Bombardier - de Havilland
-	• Modèle / Type		Dash 8Q-300B	Dash 8Q-400
96		Vitesse moyenne	193 kt	-
97		Quantité de carburant/ mission	956 lb	-
98		Niveau de vol (Flight Level)	FL 140	-
99	MISSION DE 275 SM	Étapes/carburant	4	-
100		Nombre de passagers	50	-
101		Temps total des moteurs	9,64 h	-
102		Quantité totale de carburant	12 744 lb	-
103		Quantité de carburant/ heure	[1 322 lb/h]	-
104		Nombre de voyages	9	-
105		Sièges-milles parcourus	123 750 sièges-milles	-
106		Sièges-milles parcourus/ heure	12 835 sièges-milles/h	-
107		Sièges-milles/ livre de carburant	9,71 sièges-milles/lb	-
108		Vitesse moyenne	223 kt	-
109		Quantité de carburant/ mission	1 416 lb	-
110		Niveau de vol (Flight Level)	FL 220	-
111	MISSION DE 400 SM	Étapes/carburant	3	-
112		Nombre de passagers	50	-
113		Temps total des moteurs	10,59 h	-
114		Quantité totale de carburant	12,730 lb	-
115		Quantité de carburant/ heure	[1 202,1 lb/h]	-
116		Nombre de voyages	7	-
117		Sièges-milles parcourus	140 000 sièges-milles	-
118		Sièges-milles parcourus/ heure	13 222 sièges-milles/h	-
119		Sièges-milles/ livre de carburant	11,00 sièges-milles/lb	-
120		Vitesse moyenne	230 kt	-
121		Quantité de carburant/ mission	1 819 lb	-
122		Niveau de vol (Flight Level)	FL 250	-
123	AVIONIQUE (Système d'instrumentation)		Honeywell SPZ-8000	Sextant Avionique
124	CERTIFICATION DE L'APPAREIL		FAR/JAR 25, 1989	-
125	REMARQUES		* Donnée corrigée ** Masse limitée à 38 460 lb, volet 10°	* Estimation de AW&ST (June 22, 1998) ** Données préliminaires

Source : Multiple, dont les manufacturiers des appareils ; les revues Business & Commercial Aviation (May 1997; May 1998) et Flight International (12 - 18 August 1998) ; l'Association Regional Airline Association (RAA. 1998 Annual Report) ; l'ouvrage de références Jane's All the World's Aircraft (1998-99); et l'auteur pour les données [entre parenthèses] et pour la compilation des données.

Tableau C.4 Caractéristiques des appareils Saab 340 (version B) et Saab 2000.

-	1	2	3
1	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	Saab Aircraft	Saab Aircraft
2	• Modèle / Type	Saab 340B	Saab 2000
3	COÛT D'ACQUISITION ESTIMÉ PAR B/CA avec	9 000 000 $US	14 500 000 $US
4	équipements de base	-	-
5	• Coût d'acquisition par siège de passagers offert	[257 143 $US/ siège]	[263 636 $US/ siège]
6	• par siège-kilomètre offert	[177,34 $US/ siège-km]	[112,66 $US/ siège-km]
7	• par kilogramme de charge payante	[2 371,5 $US/ kg]	[2 457,6 $US/ kg]
8	• par tonne-kilomètre de charge payante	[1 960,0 $US/ tonne-km]	[1 184,4 $US/ tonne-km]
9	CARACTÉRISTIQUES DE BASE DE L'APPAREIL	-	-
10	• Nombre de sièges en configuration standard	3 + 35	3 + 55
11	• Pas de siège (Seat Pitch)	{ 30,0 po } 76,2 cm	{ 32,0 po } 81,3 cm
12	• Nombre de sièges par rangée	3	3
13	• Type d'ailes (ailes hautes versus ailes basses)	Ailes basses	Ailes basses
14	• Niveaux de bruit au décollage // à l'approche	78,5 // 91,6 EPNdB	78,4 // 87,9 EPNdB
15	DIMENSIONS EXTÉRIEURES	-	-
16	• Longueur hors tout	{ 64,75 pi } 19,73 m	{ 89,5 pi } 27,28 m
17	• Hauteur hors tout	{ 22,92 pi } 6,98 m	{ 25,3 pi } 7,71 m
18	• Envergure (Span)	{ 70,33 pi } 21,44 m	{ 81,3 pi } 24,78 m
19	• Surface ailaire nette	{ 450,05 pi^2 } 41,81 m^2	{ 600 pi^2 } 55,74 m^2
20	• Coefficient « Wing Loading » (surf. ailaire nette)	[314,64 kg/m^2]	[409,0 kg/m^2]
21	• Rayon de braquage (Turn Radius)	{ 52,0 pi } 15,85 m	{ 62,0 pi } 18,90 m
22	DIMENSIONS INTÉRIEURES	-	-
23	• Longueur de la cabine, excluant poste de pilotage	{ 34,1 pi } 10,40 m	{ 54,8 pi } 16,70 m
24	• Largeur de la cabine, au niveau de l'axe	{ 7,1 pi } 2,16 m	{ 7,1 pi } 2,16 m
25	• Ratio longueur/largeur de la cabine de passagers	[4,8 : 1]	[7,73 : 1]
26	• Superficie approxim. par passager (p/r à l'axe)	[{ 6,92 pi^2 } 0,642 m^2]	[{ 7,07 pi^2 } 0,655 m^2]
27	• Hauteur libre maximale dans la cabine	{ 6,0 pi } 1,83 m	{ 6,0 pi } 1,83 m
28	• Volume de bagages par passager	{ 11,0 pi^3 } 0,311 m^3	{ 11,4 pi^3 } 0,323 m^3
29	CAPACITÉ DE L'APPAREIL EN MATIÈRE DE CARGO OU DE FRET	-	-
30	• Superficie de plancher dans la soute à bagages	{ 45 pi^2 } 4,180 m^2	{ 53 pi^2 } 4,92 m^2
31	• Volume disponible dans la soute à bagages	{ 295 pi^3 } 8,353 m^3	{ 360 pi^3 } 10,194 m^3
32	• Masse maximale de fret ou de cargo	{ 2 100 lb } 907 kg	{ 2 645 lb } 1 200 kg
33	• Capacité résiduelle de cargo lorsque le taux	-	-
34	d'occupation de l'appareil est à : 100 %	{ 950 lb } 431 kg	{ 1 270 lb } 576 kg
35	80 %	{ 1 400 lb } 635 kg	{ 1 545 lb } 701 kg
36	60 %	{ 1 575 lb } 714 kg	{ 1 820 lb } 825 kg
37	40 %	{ 1 750 lb } 794 kg	{ 2 095 lb } 950 kg
38	PROPULSION DE L'APPAREIL	-	-
39	• Nombre et type de moteur	2 Turbopropulseurs	2 Turbopropulseurs
40	• Manufacturier du moteur / Modèle	GE / CT7-9B	Allison / AE2100A
41	• Puissance par moteur	1 750 shp	4 152 shp
42	• Coefficient « Power Loading »	[8,28 lb/shp]	[6,05 lb/shp]
43	PRESSURISATION DE L'APPAREIL (différentiel de pression)	7,0 psi	7,0 psi
44	CARACTÉRISTIQUES CONCERNANT LA MASSE DE L'APPAREIL	-	-
45	• Masse maximale sur l'aire de trafic ou la rampe	{ 29 300 lb } 13 290 kg	{ 50 700 lb } 22 998 kg
46	• Masse maximale au décollage (MTOW)	{ 29 000 lb } 13 154 kg	{ 50 265 lb } 22 800 kg
47	• Masse maximale à l'atterissage (MLW)	{ 28 500 lb } 12 928 kg	{ 48 500 lb } 22 000 kg
48	• Masse maximale sans carburant (ZFW)	{ 26 500 lb } 12 020 kg	{ 43 430 lb } 19 700 kg
49	• Masse à vide en ordre d'exploitation (OEW)	{ 18 550 lb } 8 414 kg	{ 30 300 lb } 13 744 kg

Tableau C.4 (suite) Caractéristiques des appareils Saab 340 (version B) et Saab 2000.

-	1	2	3
-	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	Saab Aircraft	Saab Aircraft
-	• Modèle / Type	Saab 340B	Saab 2000
50	• Charge payante maximale (Maximum Payload)	{ 7 950 lb } 3 606 kg	{ 13 130 lb } 5 956 kg
51	• % charge pay. max. p/r masse max. au décollage	[27,4 %]	[26,12 %]
52	• Masse maximale de carburant	{ 5 690 lb } 2 581 kg	{ 9 370 lb } 4 250 kg
53	• % masse max. de carb. p/r masse max. au décol.	[19,6 %]	[18,6 %]
54	• Capacité des réservoirs standards de carburant	3 220 litres	5 300 litres
55	• Charge payante disponible avec le max. de carb.	{ 5 060 lb } 2 295 kg	{ 11 030 lb } 5 003 kg
56	• % charge payante disp. p/r à la charge pay. max.	[63,6 %]	[84,0 %]
57	• Carburant disponible avec la charge payante max.	{ 2 800 lb } 1 270 kg	{ 7 270 lb } 3 298 kg
58	• % carburant disp. p/r à la masse max. de carb.	[49,2 %]	[77,6 %]
59	RAYON D'ACTION DE L'APPAREIL	-	-
60	• Rayon d'action avec le max. de passagers (PAX)	1 450 km (35 PAX)	2 340 km (55 PAX)
61	• Capacité de l'appareil en termes de sièges-km	[50 750 sièges-km]	[128 700 sièges-km]
62	• Rayon d'action avec le max. de charge payante	1 210 km (3 795 kg)	2 075 km (5 900 kg)
63	• Capacité en termes de charge pay et kilométrage	[4 592 tonnes-km]	[12 242,5 tonnes-km]
64	• Rayon d'action avec le maximum de carburant	2 865 km (3 220 litres)	2 880 km (5 300 litres)
65	• Rayon d'action spécifique de l'appareil avec	[0,89 km/ litre de carb.]	[0,54 km/ litre de carb.]
66	le maximum de carburant dans les réservoirs	[1,12 litres/km]	[1,84 litres/km]
67	LONGUEUR DE PISTE AU DÉCOLLAGE	-	-
68	• Conditions atmosphériques: « BFL, S/L, ISA »	{ 3 830* pi } 1 167 m	{ 4 215 pi } 1 285 m
69	• Distance de décol. p/r à la masse max. au décol.	[88,72 m/ 1 000 kg]	[56,4 m/ 1 000 kg]
70	• Conditions atmosphériques: « 5 000 pi, +20°C »	{ 5 250* pi } 1 600 m	{ 6 350 pi } 1 935 m
71	PERFORMANCE DE L'APPAREIL LORS DE L'ASCENSION	-	-
72	• Taux avec tous les moteurs en fonctionnement	{ 2 050 fpm } 625 m/min	{ 2 200 fpm } 671 m/min
73	• Taux avec un moteur hors d'usage	-	-
74	• % de la capacité avec un moteur hors d'usage	-	-
75	PLAFOND PRATIQUE	-	-
76	• Plafond avec tous les moteurs en fonctionnement	{ 25 000 pi } 7 620 m	{ 31 000 pi } 9 450 m
77	• Plafond avec un moteur hors d'usage	{ 16 500 pi } 5 029 m	{ 17 600 pi } 5 365 m
78	PERFORMANCE EN VOL DE L'APPAREIL	-	-
79	• Vitesse de croisière élevée (Max. Cruising Speed)	285 kt	370 kt
80	• Consommation à vitesse de croisière élevée	455 kg/h [FL 200]	950 kg/h [FL 270]
81	• Vit. de croisière optim. (Long Range Cruising Sp.)	232 kt	298 kt
82	• Consommation à vitesse de croisière optimale	290 kg/h [FL 250]	580 kg/h [FL 310]
83	• Vitesse TAS (True Airspeed)	278 kt	371 kt
84	• Consommation horaire de carburant	{ 944 lb/h } 428,2 kg/h	{ 2 149 lb/h } 975 kg/h
85	• Niveau de vol (FL: Flight Level)	FL 220	FL 260
86	PRODUCTIVITÉ DE L'APPAREIL EN MISSION	-	-
87	MISSION DE 150 SM — Étapes/carburant	3	5
88	Nombre de passagers	35	55
89	Temps total des moteurs	9,33 h	8,41 h
90	Quantité totale de carburant	9 378 lb	16 358 lb
91	Quantité de carburant/ heure	[1 005,1 lb/h]	[1 945,1 lb/h]
92	Nombre de voyages	14	14
93	Sièges-milles parcourus	73 500 sièges-milles	115 500 sièges-milles
94	Sièges-milles parcourus/ heure	7 878 sièges-milles/h	13 737 sièges-milles/h
95	Sièges-milles/ livre de carburant	7,84 sièges-milles/lb	7,06 sièges-milles/lb

Tableau C.4 (suite) Caractéristiques des appareils Saab 340 (version B) et Saab 2000.

-	1		2	3
-	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL		Saab Aircraft	Saab Aircraft
-	• Modèle / Type		Saab 340B	Saab 2000
96		Vitesse moyenne	195 kt	216 kt
97		Quantité de carburant/ mission	670 lb	1 168 lb
98		Niveau de vol (Flight Level)	FL 120	FL 180
99	MISSION DE 275 SM	Étapes/carburant	2	3
100		Nombre de passagers	35	55
101		Temps total des moteurs	9,58 h	9,06 h
102		Quantité totale de carburant	9 650 lb	17 682 lb
103		Quantité de carburant/ heure	[1 007,3 lb/h]	[1 951,6 lb/h]
104		Nombre de voyages	9	10
105		Sièges-milles parcourus	86 625 sièges-milles	151 250 sièges-milles
106		Sièges-milles parcourus/ heure	9 041 sièges-milles/h	16 697 sièges-milles/h
107		Sièges-milles/ livre de carburant	8,98 sièges-milles/lb	8,55 sièges-milles/lb
108		Vitesse moyenne	224 kt	264 kt
109		Quantité de carburant/ mission	1 072 lb	1 768 lb
110		Niveau de vol (Flight Level)	FL 160	FL 260
111	MISSION DE 400 SM	Étapes/carburant	2	3
112		Nombre de passagers	35	55
113		Temps total des moteurs	10,42 h	9,62 h
114		Quantité totale de carburant	9 558 lb	19 276 lb
115		Quantité de carburant/ heure	[917,3 lb/h]	[2 003,7 lb/h]
116		Nombre de voyages	7	8
117		Sièges-milles parcourus	98 000 sièges-milles	176 000 sièges-milles
118		Sièges-milles parcourus/ heure	9 402 sièges-milles/h	18 303 sièges-milles/h
119		Sièges-milles/ livre de carburant	10,25 sièges-milles/lb	9,13 sièges-milles/lb
120		Vitesse moyenne	234 kt	290 kt
121		Quantité de carburant/ mission	1 365 lb	2 410 lb
122		Niveau de vol (Flight Level)	FL 220	FL 260
123	AVIONIQUE (Système d'instrumentation)		Système EFIS	Collins Pro Line IV
124	CERTIFICATION DE L'APPAREIL		FAR/JAR 25, 1984	FAR/JAR 25, 1994
125	REMARQUES		*Avec le bout des ailes allongé (Extended Wing Tips)	

Source : Multiple, dont les manufacturiers des appareils ; les revues Business & Commercial Aviation (May 1997; May 1998) et Flight International (12 - 18 August 1998) ; l'Association Regional Airline Association (RAA. 1998 Annual Report) ; l'ouvrage de références Jane's All the World's Aircraft (1998-99); et l'auteur pour les données [entre parenthèses] et pour la compilation des données.

Tableau C.5 Caractéristiques des appareils ATR 42-500 et ATR 72-210A.

-	1	2	3
1	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	ATR	ATR
2	• Modèle / Type	ATR 42-500	ATR 72-210A
3	COÛT D'ACQUISITION ESTIMÉ PAR B/CA avec	13 100 000 $US	16 000 000 $US
4	équipements de base	-	-
5	• Coût d'acquisition par siège de passagers offert	[272 916 $US/ siège]	[242 424 $US/ siège]
6	• par siège-kilomètre offert	[169,4 $US/ siège-km]	[$ 157,7 $US/ siège-km]
7	• par kilogramme de charge payante	[2 403,6 $US/ kg]	[$ 2 237,7 $US/ kg]
8	• par tonne-kilomètre de charge payante	[2 762,8 $US/ tonne-km]	[2 793,5 $US/ tonne-km]
9	CARACTÉRISTIQUES DE BASE DE L'APPAREIL	-	-
10	• Nombre de sièges en configuration standard	3 + 48	4 + 66
11	• Pas de siège (Seat Pitch)	{ 30,0 po } 76,2 cm	{ 31,0 po } 78,7 cm
12	• Nombre de sièges par rangée	4	4
13	• Type d'ailes (ailes hautes versus ailes basses)	Ailes hautes	Ailes hautes
14	• Niveaux de bruit au décollage // à l'approche	76,6 // 92,4 EPNdB	79,0 // 92,2 EPNdB
15	DIMENSIONS EXTÉRIEURES	-	-
16	• Longueur hors tout	{ 74,4 pi } 22,67 m	{ 89,1 pi } 27,16 m
17	• Hauteur hors tout	{ 24,9 pi } 7,59 m	{ 25,1 pi } 7,65 m
18	• Envergure (Span)	{ 80,6 pi } 24,57 m	{ 88,8 pi } 27,07 m
19	• Surface ailaire nette	{ 586,65 pi^2 } 54,5 m^2	{ 656,62 pi^2 } 61 m^2
20	• Coefficient « Wing Loading » (surf. ailaire nette)	[341,28 kg/m^2]	[360,65 kg/m^2]
21	• Rayon de braquage (Turn Radius)	{ 56,0 pi } 17,07 m	{ 63,0 pi } 19,20 m
22	DIMENSIONS INTÉRIEURES	-	-
23	• Longueur de la cabine, excluant poste de pilotage	{ 48,3 pi } 14,72 m	{ 63,0 pi } 19,20 m
24	• Largeur de la cabine, au niveau de l'axe	{ 8,4 pi } 2,56 m	{ 8,4 pi } 2,56 m
25	• Ratio longueur/largeur de la cabine de passagers	[5,75 : 1]	[7,50 : 1]
26	• Superficie approxim. par passager (p/r à l'axe)	[{ 8,45 pi^2 } 0,785 m^2]	[{ 8,02 pi^2 } 0,745 m^2]
27	• Hauteur libre maximale dans la cabine	{ 6,3 pi } 1,91 m	{ 6,3 pi } 1,91 m
28	• Volume de bagages par passager	{ 9,0 pi^3 } 0,255 m^3	{ 7,8 pi^3 } 0,221 m^3
29	CAPACITÉ DE L'APPAREIL EN MATIÈRE DE CARGO OU DE FRET	-	-
30	• Superficie de plancher dans la soute à bagages	{ 64 pi^2 } 5,945 m^2	{ 69 pi^2 } 6,41 m^2
31	• Volume disponible dans la soute à bagages	{ 339 pi^3 } 9,600 m^3	{ 374 pi^3 } 10,59 m^3
32	• Masse maximale de fret ou de cargo	{ 3 386 lb } 1 536 kg	{ 3 739 lb } 1 696 kg
33	• Capacité résiduelle de cargo lorsque le taux	-	-
34	d'occupation de l'appareil est à : 100 %	{ 2 186 lb } 991 kg	{ 2 039 lb } 925 kg
35	80 %	{ 2 426 lb } 1 100 kg	{ 2 379 lb } 1 079 kg
36	60 %	{ 2 666 lb } 1 209 kg	{ 2 719 lb } 1 233 kg
37	40 %	{ 2 906 lb } 1 318 kg	{ 3 059 lb } 1 388 kg
38	PROPULSION DE L'APPAREIL	-	-
39	• Nombre et type de moteur	2 Turbopropulseurs	2 Turbopropulseurs
40	• Manufacturier du moteur / Modèle	P&WC / PW-127E	P&WC / PW127F
41	• Puissance par moteur	2 400 shp	2 750 shp
42	• Coefficient « Power Loading »	[8,54 lb/shp]	[8,82 lb/shp]
43	PRESSURISATION DE L'APPAREIL (différentiel de pression)	6,0 psi	6,0 psi
44	CARACTÉRISTIQUES CONCERNANT LA MASSE DE L'APPAREIL	-	-
45	• Masse maximale sur l'aire de trafic ou la rampe	{ 41 380 lb } 18 770 kg	{ 48 876 lb } 22 170 kg
46	• Masse maximale au décollage (MTOW)	{ 41 005 lb } 18 600 kg	{ 48 500 lb } 22 000 kg
47	• Masse maximale à l'atterissage (MLW)	{ 40 344 lb } 18 300 kg	{ 48 170 lb } 21 850 kg
48	• Masse maximale sans carburant (ZFW)	{ 36 817 lb } 16 700 kg	{ 44 092 lb } 20 000 kg
49	• Masse à vide en ordre d'exploitation (OEW)	{ 24 802 lb } 11 250 kg	{ 28 329 lb } 12 850 kg

Tableau C.5 (suite) Caractéristiques des appareils ATR 42-500 et ATR 72-210A.

-	1	2	3
-	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	ATR	ATR
-	• Modèle / Type	ATR 42-500	ATR 72-210A
50	• Charge payante maximale (Maximum Payload)	{ 12 015 lb } 5 450 kg	{ 15 763 lb } 7 150 kg
51	• % charge pay. max. p/r masse max. au décollage	[29,3 %]	[32,5 %]
52	• Masse maximale de carburant	{ 9 920 lb } 4 500 kg	{ 11 023 lb } 5 000 kg
53	• % masse max. de carb. p/r masse max. au décol.	[24,2 %]	[22,7 %]
54	• Capacité des réservoirs standards de carburant	5 730 litres	6 400 litres
55	• Charge payante disponible avec le max. de carb.	{ 6 658 lb } 3 020 kg	{ 9 524 lb } 4 320 kg
56	• % charge payante disp. p/r à la charge pay. max.	[55,4 %]	[60,4 %]
57	• Carburant disponible avec la charge payante max.	{ 4 563 lb } 2 070 kg	{ 4 784 lb } 2 170 kg
58	• % carburant disp. p/r à la masse max. de carb.	[46,0 %]	[43,4 %]
59	RAYON D'ACTION DE L'APPAREIL	-	-
60	• Rayon d'action avec le max. de passagers (PAX)	1 611 km (48PAX)	1 537 km (66 PAX)
61	• Capacité de l'appareil en termes de sièges-km	[77 328 sièges-km]	[101 442 sièges-km]
62	• Rayon d'action avec le max. de charge payante	870 km (5 450 kg)	790 km (7 250 kg)
63	• Capacité en termes de charge pay et kilométrage	[4 741,5 tonnes-km]	[5 727,5 tonnes-km]
64	• Rayon d'action avec le maximum de carburant	3 260 km (5 625 litres)	3 470 km (6 400 litres)
65	• Rayon d'action spécifique de l'appareil avec	[0,58 km/ litre de carb.]	[0,54 km/ litre de carb.]
66	le maximum de carburant dans les réservoirs	[1,72 litres/km]	[1,84 litres/km]
67	LONGUEUR DE PISTE AU DÉCOLLAGE	-	-
68	• Conditions atmosphériques: « BFL, S/L, ISA »	{ 3 865 pi } 1 178 m	{ 4 015 pi } 1 224 m
69	• Distance de décol. p/r à la masse max. au décol.	[63,3 m/ 1 000 kg]	[55,6 m/ 1 000 kg]
70	• Conditions atmosphériques: « 5 000 pi, +20°C »	{ 5 400 pi } 1 646 m	{ 6 560** pi } 2 000 m
71	PERFORMANCE DE L'APPAREIL LORS DE L'ASCENSION	-	-
72	• Taux avec tous les moteurs en fonctionnement	{ 1 900 fpm } 579 m/min	{ 1 430 fpm } 436 m/min
73	• Taux avec un moteur hors d'usage	{ 450 fpm } 137 m/min	{ 375 fpm } 114 m/min
74	• % de la capacité avec un moteur hors d'usage	[23,7 %]	[26,2 %]
75	PLAFOND PRATIQUE	-	-
76	• Plafond avec tous les moteurs en fonctionnement	{ 25 000 pi } 7 620 m	{ 25 000 pi } 7 620 m
77	• Plafond avec un moteur hors d'usage	{ 16 000 pi } 4 877 m	{ 13 450 pi } 4 100 m
78	PERFORMANCE EN VOL DE L'APPAREIL	-	-
79	• Vitesse de croisière élevée (Max. Cruising Speed)	304 kt	280 kt
80	• Consommation à vitesse de croisière élevée	-	740 kg/h [FL 170]
81	• Vit. de croisière optim. (Long Range Cruising Sp.)	254 kt	252 kt
82	• Consommation à vitesse de croisière optimale	-	465 kg/h [FL 250]
83	• Vitesse TAS (True Airspeed)	300 kt	276 kt
84	• Consommation horaire de carburant	{ 1 397 lb/h } 634 kg/h	{ 1 242 lb/h } 563 kg/h
85	• Niveau de vol (FL: Flight Level)	FL 250	FL 250
86	PRODUCTIVITÉ DE L'APPAREIL EN MISSION	-	-
87	MISSION DE 150 SM Étapes/carburant	5	5
88	Nombre de passagers	48	66
89	Temps total des moteurs	8,53 h	8,89 h
90	Quantité totale de carburant	11 483 lb	12 188 lb
91	Quantité de carburant/ heure	[1 346,2 lb/h]	[1 371 lb/h]
92	Nombre de voyages	13	13
93	Sièges-milles parcourus	93 600 sièges-milles	128 700 sièges-milles
94	Sièges-milles parcourus/ heure	10 970 sièges-milles/h	14 484 sièges-milles/h
95	Sièges-milles/ livre de carburant	8,15 sièges-milles/lb	10,56 sièges-milles/lb

Tableau C.5 (suite) Caractéristiques des appareils ATR 42-500 et ATR 72-210A.

-	1		2	3
-	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL		ATR	ATR
-	• Modèle / Type		ATR 42-500	ATR 72-210A
96		Vitesse moyenne	198 kt	190 kt
97		Quantité de carburant/ mission	883 lb	938 lb
98		Niveau de vol (Flight Level)	FL 150	FL 150
99	MISSION DE 275 SM	Étapes/carburant	3	3
100		Nombre de passagers	48	66
101		Temps total des moteurs	9,21 h	9,73 h
102		Quantité totale de carburant	12 460 lb	13 310 lb
103		Quantité de carburant/ heure	[1 352,9 lb/h]	[1 367,9 lb/h]
104		Nombre de voyages	9	9
105		Sièges-milles parcourus	118 800 sièges-milles	163 350 sièges-milles
106		Sièges-milles parcourus/ heure	12 901 sièges-milles/h	16 787 sièges-milles/h
107		Sièges-milles/ livre de carburant	9,53 sièges-milles/lb	12,27 sièges-milles/lb
108		Vitesse moyenne	234 kt	221 kt
109		Quantité de carburant/ mission	1 384 lb	1 479 lb
110		Niveau de vol (Flight Level)	FL 200	FL 200
111	MISSION DE 400 SM	Étapes/carburant	2	3
112		Nombre de passagers	48	66
113		Temps total des moteurs	9,92 h	10,02 h
114		Quantité totale de carburant	13 085 lb	12 756 lb
115		Quantité de carburant/ heure	[1 319 lb/h]	[1 273 lb/h]
116		Nombre de voyages	7	7
117		Sièges-milles parcourus	134 400 sièges-milles	184 800 sièges-milles
118		Sièges-milles parcourus/ heure	13 553 sièges-milles/h	18 444 sièges-milles/h
119		Sièges-milles/ livre de carburant	10,27 sièges-milles/lb	14,49 sièges-milles/lb
120		Vitesse moyenne	246 kt	243 kt
121		Quantité de carburant/ mission	1 869 lb	1 822 lb
122		Niveau de vol (Flight Level)	FL 250	FL 250
123	AVIONIQUE (Système d'instrumentation)		Système EFIS	Système EFIS
124	CERTIFICATION DE L'APPAREIL		FAR/JAR 25, 1995	FAR/JAR 25, 1992
125	REMARQUES		-	*Masse limitée à 46 395 lb ** Modèle ATR 72-210

Source : Multiple, dont les manufacturiers des appareils ; les revues Business & Commercial Aviation (May 1997; May 1998) et Flight International (12 - 18 August 1998) ; l'Association Regional Airline Association (RAA. 1998 Annual Report) ; l'ouvrage de références Jane's All the World's Aircraft (1998-99); et l'auteur pour les données [entre parenthèses] et pour la compilation des données.

Tableau C.6 Caractéristiques des appareils Fokker 50 (maintenant discontinué) et CN-235.

-	1	2	3
1	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	Fokker Aircraft BV	AIRTECH (CASA / IPTN)
2	• Modèle / Type	Fokker 50*	CN-235
3	COÛT D'ACQUISITION ESTIMÉ PAR B/CA avec	12 980 000 $US	14 500 000 $US
4	équipements de base	-	-
5	• Coût d'acquisition par siège de passagers offert	[259 600 $US/ siège]	[329 545 $US/ siège]
6	• par siège-kilomètre offert	[126,4 $US/ siège-km]	[205,9$ US/ siège-km]
7	• par kilogramme de charge payante	[2 135,6 $US/ kg]	[3 372,1 $US/ kg]
8	• par tonne-kilomètre de charge payante	[1 047,5 $US/ tonne-km]	[2 800 $US/ tonne-km]
9	CARACTÉRISTIQUES DE BASE DE L'APPAREIL	-	-
10	• Nombre de sièges en configuration standard	3 + 50	3 + 44
11	• Pas de siège (Seat Pitch)	{ 32,0 po } 81,3 cm	{ 30,0 po } 76,2 cm
12	• Nombre de sièges par rangée	4	4
13	• Type d'ailes (ailes hautes versus ailes basses)	Ailes hautes	Ailes hautes
14	• Niveaux de bruit au décollage // à l'approche	81,0 // 96,7 EPNdB	84,0 // 87,0 EPNdB
15	DIMENSIONS EXTÉRIEURES	-	-
16	• Longueur hors tout	{ 82,8 pi } 25,24 m	{ 70,0 pi } 21,34 m
17	• Hauteur hors tout	{ 27,3 pi } 8,32 m	{ 26,9 pi } 8,20 m
18	• Envergure (Span)	{ 95,2 pi } 29,02 m	{ 84,7 pi } 25,82 m
19	• Surface ailaire nette	{ 753,5 pi^2 } 70 m^2	{ 636,17 pi^2 } 59,10 m^2
20	• Coefficient « Wing Loading » (surf. ailaire nette)	[297,43 kg/m^2]	[267,34 kg/m^2]
21	• Rayon de braquage (Turn Radius)	{ 59,3 pi } 18,07 m	{ 62,2 pi } 18,96 m
22	DIMENSIONS INTÉRIEURES	-	-
23	• Longueur de la cabine, excluant poste de pilotage	{ 52,4 pi } 15,97 m	{ 32,7 pi } 9,97 m
24	• Largeur de la cabine, au niveau de l'axe	{ 8,2 pi } 2,50 m	{ 8,9 pi } 2,71 m
25	• Ratio longueur/largeur de la cabine de passagers	[6,4 : 1]	[3,67 : 1]
26	• Superficie approxim. par passager (p/r à l'axe)	[{ 8,60 pi^2 } 0,798 m^2]	[{ 6,61 pi^2 } 0,614 m^2]
27	• Hauteur libre maximale dans la cabine	{ 6,4 pi } 1,95 m	{ 6,2 pi } 1,89 m
28	• Volume de bagages par passager	{ 7,5 pi^3 } 0,212 m^3	{ 5,7 pi^3 } 0,161 m^3
29	CAPACITÉ DE L'APPAREIL EN MATIÈRE DE CARGO OU DE FRET	-	-
30	• Superficie de plancher dans la soute à bagages	{ 44 pi^2 } 4,087 m^2	{ 246 pi^2 } 22,85 m^2
31	• Volume disponible dans la soute à bagages	{ 261 pi^3 } 7,391 m^3	{ 189 pi^3 } 5,352 m^3
32	• Masse maximale de fret ou de cargo	{ 4 230 lb } 1 919 kg	{ 1,984 lb } 900 kg
33	• Capacité résiduelle de cargo lorsque le taux	-	-
34	d'occupation de l'appareil est à : 100 %	{ 2 980 lb } 1 352 kg	{ 884 lb } 401 kg
35	80 %	{ 3 230 lb } 1 465 kg	{ 1 104 lb } 455 kg
36	60 %	{ 3 480 lb } 1 578 kg	{ 1 324 lb } 600 kg
37	40 %	{ 3 730 lb } 1 692 kg	{ 1 544 lb } 700 kg
38	PROPULSION DE L'APPAREIL	-	-
39	• Nombre et type de moteur	2 Turbopropulseurs	2 Turbopropulseurs
40	• Manufacturier du moteur / Modèle	P&WC / PW-125B	GE / CT7-9C
41	• Puissance par moteur	2 500 shp	1 750 shp
42	• Coefficient « Power Loading »	[9,18 lb/shp]	[9,95 lb/shp]
43	PRESSURISATION DE L'APPAREIL (différentiel de pression)	5,47 psi	3,6 psi
44	CARACTÉRISTIQUES CONCERNANT LA MASSE DE L'APPAREIL	-	-
45	• Masse maximale sur l'aire de trafic ou la rampe	{ 45 900 lb } 20 820 kg	{ 34 943 lb } 15 850 kg
46	• Masse maximale au décollage (MTOW)	{ 45 900 lb } 20 820 kg	{ 34 833 lb } 15 800 kg
47	• Masse maximale à l'atterissage (MLW)	{ 43 500 lb } 19 732 kg	{ 34 392 lb } 15 600 kg
48	• Masse maximale sans carburant (ZFW)	{ 41 000 lb } 18 598 kg	{ 31 085 lb } 14 100 kg
49	• Masse à vide en ordre d'exploitation (OEW)	{ 27 600 lb } 12 520 kg	{ 21 605 lb } 9 800 kg

Tableau C.6 (suite) Caractéristiques des appareils Fokker 50 (maintenant discontinué) et CN-235.

-	1	2	3
-	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	Fokker Aircraft BV	AIRTECH (CASA / IPTN)
-	• Modèle / Type	Fokker 50*	CN-235
50	• Charge payante maximale (Maximum Payload)	{ 13 400 lb } 6 078 kg	{ 9 480 lb } 4 300 kg
51	• % charge pay. max. p/r masse max. au décollage	[29,2 %]	[27,2 %]
52	• Masse maximale de carburant	{ 9 090 lb } 4 123 kg	{ 9 323 lb } 4 229 kg
53	• % masse max. de carb. p/r masse max. au décol.	[19,8 %]	[26,7 %]
54	• Capacité des réservoirs standards de carburant	5 136 litres	5 267 litres
55	• Charge payante disponible avec le max. de carb.	{ 9 210 lb } 4 178 kg	{ 4 015 lb } 1 821 kg
56	• % charge payante disp. p/r à la charge pay. max.	[68,7 %]	[42,35 %]
57	• Carburant disponible avec la charge payante max.	{ 4 900 lb } 2 223 kg	{ 3 858 lb } 1 750 kg
58	• % carburant disp. p/r à la masse max. de carb.	[54,0 %]	[41,38 %]
59	RAYON D'ACTION DE L'APPAREIL	-	-
60	• Rayon d'action avec le max. de passagers (PAX)	2 054 km (50 PAX)	1 600* km (44 PAX)
61	• Capacité de l'appareil en termes de sièges-km	[102 700 sièges-km]	[70 400 sièges-km]
62	• Rayon d'action avec le max. de charge payante	2 038 km (6 080 kg)	1 295 km (4 000 kg)
63	• Capacité en termes de charge pay et kilométrage	[12 391 tonnes-km]	[5 180 tonnes-km]
64	• Rayon d'action avec le maximum de carburant	4 017 km (5 136 litres)	4 070 km (5 230 litres)
65	• Rayon d'action spécifique de l'appareil avec	[0,78 km/ litre de carb.]	[0,78 km/ litre de carb.]
66	le maximum de carburant dans les réservoirs	[1,28 litres/km]	[1,28 litres/km]
67	LONGUEUR DE PISTE AU DÉCOLLAGE	-	-
68	• Conditions atmosphériques: « BFL, S/L, ISA »	{ 4 430 pi } 1 350 m	{ 4 172 pi } 1 272 m
69	• Distance de décol. p/r à la masse max. au décol.	[64,8 m/ 1 000 kg]	[80,5 m/ 1 000 kg]
70	• Conditions atmosphériques: « 5 000 pi, +20°C »	{ 7 220*** pi } 2 200 m	{ 7 398 pi } 2 255 m
71	PERFORMANCE DE L'APPAREIL LORS DE L'ASCENSION	-	-
72	• Taux avec tous les moteurs en fonctionnement	{ 1 100 fpm } 335 m/min	{ 1 527 fpm } 465 m/min
73	• Taux avec un moteur hors d'usage	N/A	{ 494 fpm } 150 m/min
74	• % de la capacité avec un moteur hors d'usage	-	[32,3 %]
75	PLAFOND PRATIQUE	-	-
76	• Plafond avec tous les moteurs en fonctionnement	{ 25 000 pi } 7 620 m	{ 25 000 pi } 7 620 m
77	• Plafond avec un moteur hors d'usage	{ 12 000 pi } 3 658 m	{ 15 300 pi } 4 663 m
78	PERFORMANCE EN VOL DE L'APPAREIL	-	-
79	• Vitesse de croisière élevée (Max. Cruising Speed)	284 kt	246 kt
80	• Consommation à vitesse de croisière élevée	695 kg/h [FL 180]	- [FL 150]
81	• Vit. de croisière optim. (Long Range Cruising Sp.)	239 kt	200 kt
82	• Consommation à vitesse de croisière optimale	430 kg/h [FL 250]	- [FL 180]
83	• Vitesse TAS (True Airspeed)	276 kt	248 kt
84	• Consommation horaire de carburant	{ 1 273 lb/h } 577 kg/h	{ 1 033 lb/h } 468 kg/h
85	• Niveau de vol (FL: Flight Level)	FL 210	FL 180
86	PRODUCTIVITÉ DE L'APPAREIL EN MISSION	-	-
87	MISSION DE 150 SM — Étapes/carburant	5	4
88	Nombre de passagers	50	44
89	Temps total des moteurs	8,77 h	9,44 h
90	Quantité totale de carburant	10 878 lb	8 608 lb
91	Quantité de carburant/ heure	[1 240,4 lb/h]	[911,8 lb/h]
92	Nombre de voyages	12	12
93	Sièges-milles parcourus	90 000 sièges-milles	79 200 sièges-milles
94	Sièges-milles parcourus/ heure	10 261 sièges-milles/h	8 391 sièges-milles/h
95	Sièges-milles/ livre de carburant	8,27 sièges-milles/lb	9,20 sièges-milles/lb

Tableau C.6 (suite) Caractéristiques des appareils Fokker 50 (maintenant discontinué) et CN-235.

-	1		2	3
-	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL		Fokker Aircraft BV	AIRTECH (CASA / IPTN)
-	• Modèle / Type		Fokker 50*	CN-235
96		Vitesse moyenne	178 kt	165 kt
97		Quantité de carburant/ mission	906 lb	717 lb
98		Niveau de vol (Flight Level)	FL 180	FL 180
99	MISSION DE 275 SM	Étapes/carburant	4	2
100		Nombre de passagers	50	44
101		Temps total des moteurs	10,28 h	9,86 h
102		Quantité totale de carburant	12 543 lb	9 368 lb
103		Quantité de carburant/ heure	[1 220,1 lb/h]	[950,1 lb/h]
104		Nombre de voyages	9	8
105		Sièges-milles parcourus	123 750 sièges-milles	96 800 sièges-milles
106		Sièges-milles parcourus/ heure	12 041 sièges-milles/h	9 813 sièges-milles/h
107		Sièges-milles/ livre de carburant	9,87 sièges-milles/lb	10,33 sièges-milles/lb
108		Vitesse moyenne	209 kt	194 kt
109		Quantité de carburant/ mission	1 394 lb	1 171 lb
110		Niveau de vol (Flight Level)	FL 220	FL 180
111	MISSION DE 400 SM	Étapes/carburant	3	2
112		Nombre de passagers	50	44
113		Temps total des moteurs	10,78 h	10,11 h
114		Quantité totale de carburant	13 398 lb	9 779 lb
115		Quantité de carburant/ heure	[1 242,8 lb/h]	[967,3 lb/h]
116		Nombre de voyages	7	6
117		Sièges-milles parcourus	140 000 sièges-milles	105 600 sièges-milles
118		Sièges-milles parcourus/ heure	12 982 sièges-milles/h	10 444 sièges-milles/h
119		Sièges-milles/ livre de carburant	10,45 sièges-milles/lb	10,80 sièges-milles/lb
120		Vitesse moyenne	226 kt	207 kt
121		Quantité de carburant/ mission	1 914 lb	1 630 lb
122		Niveau de vol (Flight Level)	FL 210	FL 180
123	AVIONIQUE (Système d'instrumentation)		Honeywell EDZ-806	-
124	CERTIFICATION DE L'APPAREIL		JAR/FAR 25, 1987	FAR 25, 1986
125	REMARQUES		* Avec la procédure « High Speed » **B/CA (May, 1996) *** Masse limitée à 42 100 lb	• Flight Int'l (May '96)

Source : Multiple, dont les manufacturiers des appareils ; les revues Business & Commercial Aviation (May 1996 ; May 1997; May 1998) et Flight International (12 - 18 August 1998) ; l'Association Regional Airline Association (RAA. 1998 Annual Report) ; l'ouvrage de références Jane's All the World's Aircraft (1998-99); et l'auteur pour les données [entre parenthèses] et pour la compilation des données.

Tableau C.7 Caractéristiques du CRJ-700 de Canadair et du jet régional RJ70 d'Avro.

-	1	2	3
1	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	Bombardier - Canadair	Avro Int'l Aerospace (BAe)
2	• Modèle / Type	CRJ-700	RJ70*
3	COÛT D'ACQUISITION ESTIMÉ PAR B/CA avec	23 000 000* $ US	21 000 000 $US
4	équipements de base	-	-
5	• Coût d'acquisition par siège de passagers offert	[328 571 $US/ siège]	[300 000 $US/ siège]
6	• par siège-kilomètre offert	[104,2 $US/ siège-km]	[114,5 $US/ siège-km]
7	• par kilogramme de charge payante	[2 697,3 $US/ kg]	[2 048,2 $US/ kg]
8	• par tonne-kilomètre de charge payante	[1 640,1 $US/ tonne-km]	[781,7 $US/ tonne-km]
9	CARACTÉRISTIQUES DE BASE DE L'APPAREIL	-	-
10	• Nombre de sièges en configuration standard	3 + 70	5 + 70
11	• Pas de siège (Seat Pitch)	{ 31,0 po } 78,7 cm	{ 31,0 po } 78,7 cm
12	• Nombre de sièges par rangée	4	5
13	• Type d'ailes (ailes hautes versus ailes basses)	Ailes basses	Ailes hautes
14	• Niveaux de bruit au décollage // à l'approche	-	81,8 // 93,1 EPNdB
15	DIMENSIONS EXTÉRIEURES	-	-
16	• Longueur hors tout	{ 106,3 pi } 32,41 m	{ 85,8 pi } 26,15 m
17	• Hauteur hors tout	{ 23,9 pi } 7,30 m	{ 28,3 pi } 8,63 m
18	• Envergure (Span)	{ 75,5 pi } 23,01 m	{ 86,4 pi } 26,33 m
19	• Surface ailaire nette	{ 738,75 pi^2 } 68,63 m^2	{ 832,07 pi^2 } 77,3 m^2
20	• Coefficient « Wing Loading » (surf. ailaire nette)	[479,1 kg/m^2]	[557,5 kg/m^2]
21	• Rayon de braquage (Turn Radius)	{ 74,1 pi } 22,60 m	{ 37,8 pi } 11,52 m
22	DIMENSIONS INTÉRIEURES	-	-
23	• Longueur de la cabine, excluant poste de pilotage	{ 68,2 pi } 20,78 m	{ 50,6 pi } 15,42 m
24	• Largeur de la cabine, au niveau de l'axe	{ 8,4 pi } 2,57 m	{ 11,2 pi } 3,41 m
25	• Ratio longueur/largeur de la cabine de passagers	[8,08 : 1]	[4,52 : 1]
26	• Superficie approxim. par passager (p/r à l'axe)	[{ 8,21 pi^2 } 0,763 m^2]	[{ 8,1 pi^2 } 0,751 m^2]
27	• Hauteur libre maximale dans la cabine	{ 6,17 pi } 1,88 m	{ 6,7 pi } 2,04 m
28	• Volume de bagages par passager	-	{ 8,7 pi^3 } 0,246 m^3
29	CAPACITÉ DE L'APPAREIL EN MATIÈRE DE CARGO OU DE FRET	-	-
30	• Superficie de plancher dans la soute à bagages	-	{ 200 pi^2 } 18,58 m^2
31	• Volume disponible dans la soute à bagages	-	{ 479 pi^3 } 13,56 m^3
32	• Masse maximale de fret ou de cargo	-	{ 5 000 lb } 2 268 kg
33	• Capacité résiduelle de cargo lorsque le taux	-	-
34	d'occupation de l'appareil est à : 100 %	-	{ 3 250 lb } 1 474 kg
35	80 %	-	{ 3 600 lb } 1 633 kg
36	60 %	-	{ 3 950 lb } 1 792 kg
37	40 %	-	{ 4 300 lb } 1 950 kg
38	PROPULSION DE L'APPAREIL	-	-
39	• Nombre et type de moteur	2 Turboréacteurs	4 Turboréacteurs
40	• Manufacturier du moteur / Modèle	GE / CF34-8C1	ASE / LF507-1F
41	• Puissance par moteur	13 790** lb de poussée	7 000 lb de poussée
42	• Coefficient « Power Loading »	[2,63 lb/ lb de poussée]	[3,39 lb/ lb de poussée]
43	PRESSURISATION DE L'APPAREIL (différentiel de pression)	-	6,5 psi
44	CARACTÉRISTIQUES CONCERNANT LA MASSE DE L'APPAREIL	-	-
45	• Masse maximale sur l'aire de trafic ou la rampe	{ 72 750 lb } 32 999 kg	{ 95 500 lb } 43 319 kg
46	• Masse maximale au décollage (MTOW)	{ 72 500 lb } 32 885 kg	{ 95 000 lb } 43 092 kg
47	• Masse maximale à l'atterissage (MLW)	{ 67 000 lb } 30 385 kg	{ 83 500 lb } 37 876 kg
48	• Masse maximale sans carburant (ZFW)	{ 62 000 lb } 28 118 kg	{ 74 500 lb } 33 793 kg
49	• Masse à vide en ordre d'exploitation (OEW)	{ 43 200 lb } 19 596 kg	{ 52267 lb } 23 708 kg

Tableau C.7 (suite) Caractéristiques du CRJ-700 de Canadair et du jet régional RJ70 d'Avro.

-	1	2	3
-	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL	Bombardier - Canadair	Avro Int'l Aerospace (BAe)
-	• Modèle / Type	CRJ-700	
50	• Charge payante maximale (Maximum Payload)	{ 18 800 lb } 8 527 kg	{ 22 233 lb } 10 085 kg
51	• % charge pay. max. p/r masse max. au décollage	[25,9 %]	[23,4 %]
52	• Masse maximale de carburant	{ 20 420 l lb } 9 263 kg	{ 22 706 lb } 10 300 kg
53	• % masse max. de carb. p/r masse max. au décol.	[28,1 %]	[23,9 %]
54	• Capacité des réservoirs standards de carburant	11 435 litres	11 728 litres
55	• Charge payante disponible avec le max. de carb.	{ 9 130 lb } 4 140 kg	{ 20 527 lb } 9 311 kg
56	• % charge payante disp. p/r à la charge pay. max.	[48,5 %]	[92,3 %]
57	• Carburant disponible avec la charge payante max.	-	{ 21 000 lb } 9 526 kg
58	• % carburant disp. p/r à la masse max. de carb.	-	[92,5 %]
59	RAYON D'ACTION DE L'APPAREIL	-	-
60	• Rayon d'action avec le max. de passagers (PAX)	3 152 km (70 PAX)	2 620 km** (70 PAX)
61	• Capacité de l'appareil en termes de sièges-km	[220 640 sièges-km]	[183 400 sièges-km]
62	• Rayon d'action avec le max. de charge payante	1 672 km (8 387 kg)	2 620 km (10 253 kg)
63	• Capacité en termes de charge pay et kilométrage	[14 023 tonnes-km]	[26 862,8 tonnes-km]
64	• Rayon d'action avec le maximum de carburant	3 152 km (11 435 litres)	2 623 km (11 728 litres)
65	• Rayon d'action spécifique de l'appareil avec	[0,27 km/ litre de carb.]	[0,22 km/ litre de carb.]
66	le maximum de carburant dans les réservoirs	[3,63 litres/km]	[4,47 litres/km]
67	LONGUEUR DE PISTE AU DÉCOLLAGE	-	-
68	• Conditions atmosphériques: « BFL, S/L, ISA »	{ 5 135 pi } 1 565 m	{ 6 070 pi } 1 850 m
69	• Distance de décol. p/r à la masse max. au décol.	[47,6 m/ 1 000 kg]	[43,0 m/ 1 000 kg]
70	• Conditions atmosphériques: « 5 000 pi, +20°C »	-	{ 8 626 pi } 2 630 m
71	PERFORMANCE DE L'APPAREIL LORS DE L'ASCENSION	-	-
72	• Taux avec tous les moteurs en fonctionnement	-	N/A
73	• Taux avec un moteur hors d'usage	-	N/A
74	• % de la capacité avec un moteur hors d'usage	-	-
75	PLAFOND PRATIQUE	-	-
76	• Plafond avec tous les moteurs en fonctionnement	{ 41 000 pi } 12 496 m	{ 35 000 pi } 10 668 m
77	• Plafond avec un moteur hors d'usage	-	{ 24 000 pi } 7 315 m
78	PERFORMANCE EN VOL DE L'APPAREIL	-	-
79	• Vitesse de croisière élevée (Max. Cruising Speed)	470 kt	430 kt
80	• Consommation à vitesse de croisière élevée	- [FL 410]	2 154 kg/h [FL 330]
81	• Vit. de croisière optim. (Long Range Cruising Sp.)	436 kt	364 kt
82	• Consommation à vitesse de croisière optimale	1 680 kg/h [FL 350]	1 446 kg/h [FL 330]
83	• Vitesse TAS (True Airspeed)	-	408 kt
84	• Consommation horaire de carburant	-	{ 3 884 lb/h } 1 762 kg/h
85	• Niveau de vol (FL: Flight Level)	-	FL 330
86	PRODUCTIVITÉ DE L'APPAREIL EN MISSION	-	-
87	MISSION DE 275 SM Étapes/carburant	-	4
88	Nombre de passagers	-	70
89	Temps total des moteurs	-	9,11 h
90	Quantité totale de carburant	-	37 687 lb
91	Quantité de carburant/ heure	-	[4 136,9 lb/h]
92	Nombre de voyages	-	11
93	Sièges-milles parcourus	-	211 750 sièges-milles
94	Sièges-milles parcourus/ heure	-	23 243 sièges-milles/h
95	Sièges-milles/ livre de carburant	-	5,62 sièges-milles/lb

Tableau C.7 (suite) Caractéristiques du CRJ-700 de Canadair et du jet régional RJ70 d'Avro.

-	1		2	3
-	MANUFACTURIER DE L'APPAREIL		Bombardier - Canadair	Avro Int'l Aerospace (BAe)
-	• Modèle / Type		CRJ-700	RJ70*
96		Vitesse moyenne	-	289 kt
97		Quantité de carburant/ mission	-	3 426 lb
98		Niveau de vol (Flight Level)	-	FL 310
99	MISSION DE 400 SM	Étapes/carburant	-	4
100		Nombre de passagers	-	70
101		Temps total des moteurs	-	10,97 h
102		Quantité totale de carburant	-	44 485 lb
103		Quantité de carburant/ heure	-	[4 055,1 lb/h]
104		Nombre de voyages	-	10
105		Sièges-milles parcourus	-	280 000 sièges-milles
106		Sièges-milles parcourus/ heure	-	25 534 sièges-milles/h
107		Sièges-milles/ livre de carburant	-	6,29 sièges-milles/lb
108		Vitesse moyenne	-	317 kt
109		Quantité de carburant/ mission	-	4 449 lb
110		Niveau de vol (Flight Level)	-	FL 330
111	MISSION DE 800 SM	Étapes/carburant	-	2
112		Nombre de passagers	-	70
113		Temps total des moteurs	-	9,92 h
114		Quantité totale de carburant	-	39 187 lb
115		Quantité de carburant/ heure	-	[3 950,3 lb/h]
116		Nombre de voyages	-	5
117		Sièges-milles parcourus	-	280 000 sièges-milles
118		Sièges-milles parcourus/ heure	-	28 223 sièges-milles/h
119		Sièges-milles/ livre de carburant	-	7,15 sièges-milles/lb
120		Vitesse moyenne	-	350 kt
121		Quantité de carburant/ mission	-	7 837 lb
122		Niveau de vol (Flight Level)	-	FL 350
123	AVIONIQUE (Système d'instrumentation)		-	-
124	CERTIFICATION DE L'APPAREIL		-	JAR/FAR 25, 1993
125	REMARQUES		*Estimation de AW&ST (June 22, 1998) ** Avec réserve auxiliaire de puissance (APR)	*B/CA (May '96) **Estimé, version HGW

Source : Multiple, dont les manufacturiers des appareils ; les revues Business & Commercial Aviation (May 1996 ; May 1997; May 1998) et Flight International (12 - 18 August 1998) ; l'Association Regional Airline Association (RAA. 1998 Annual Report) ; l'ouvrage de références Jane's All the World's Aircraft (1998-99); et l'auteur pour les données [entre parenthèses] et pour la compilation des données.