

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université A. Mira de Béjaïa  
Faculté des Sciences Exactes  
Département de Recherche Opérationnelle



*Mémoire de Master*  
*en*  
*Recherche Opérationnelle*

Option : Modélisation Mathématique et Techniques de Décision

*Thème*

---

*Politiques Commerciales Stratégiques*  
*sur le marché Aéronautique*  
*Cas Airbus/ Boeing*  
*Approche par la Théorie des Jeux*

---

présenté par :

NAIT SAADA Hamza

devant le jury composé de :

Président	M <sup>r</sup> B. BRAHMI	M. C. B	U. A/Mira Béjaïa.
Promoteur	M <sup>r</sup> M.S. RADJEF	Professeur	U. A/Mira Béjaïa.
Co-Promoteur	M <sup>lle</sup> R. SAIT	M. A. B	U. A/Mira Béjaïa.
Examinatrices	M <sup>me</sup> K. ARABI	M. C. A	U. A/Mira Béjaïa.
	M <sup>me</sup> S. KARA	M. A. B	U. A/Mira Béjaïa.

Béjaïa 2012.

# Remerciements

Je tiens à exprimer ici toutes mes gratitude à Monsieur A.H. HAMMOUDI de m'avoir proposé ce thème.

Je suis très reconnaissant envers Monsieur M.S RADJEF, pour l'honneur qu'il m'a fait, et la confiance qu'il m'a témoignée, en assurant la direction du présent mémoire.

Je tiens à remercier également *M<sup>elle</sup>* R. SAIT, pour sa disponibilité et pour ses précieux conseils et orientations,...

Je suis heureux de pouvoir remercier Monsieur B. BRAHMI, pour avoir accepté de présider le jury de soutenance.

Je remercie profondément Madame K. ARABI et Madame S. KARA, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Je n'oublierai pas de remercier ma famille, qui m'a toujours encouragé et soutenu.

Enfin, je remercie, de tout coeur, *M<sup>elle</sup>* Madi Anissa et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Je dédie ce modeste travail  
A ma famille.  
A tous mes meilleurs amis. . .

# Table des matières

<b>Table des Figures</b>	<b>6</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>7</b>
<b>Introduction Générale</b>	<b>8</b>
<b>1 Le contentieux Euro-Américain</b>	<b>12</b>
1.1 Le marché mondial de l'aviation civile : naissance d'un duopole . . . . .	12
1.1.1 Boeing, l'avionneur américain . . . . .	13
1.1.2 Airbus, l'avionneur européen . . . . .	14
1.1.3 Le face à face commercial . . . . .	15
1.2 Le conflit Airbus-Boeing . . . . .	16
1.3 Définitions . . . . .	17
1.4 Le secteur de l'aéronautique et la politique commerciale stratégique . . . .	20
<b>2 Généralités sur la Théorie des Jeux et l'Organisation Industrielle</b>	<b>23</b>
2.1 Introduction . . . . .	23
2.2 Définition d'un jeu . . . . .	24
2.3 Les différents types de jeux . . . . .	25
2.3.1 Processus de dominance successive . . . . .	28
2.3.2 Équilibre de Nash . . . . .	28
2.4 Conclusion . . . . .	36

<b>3</b>	<b>La Politique Commerciale Stratégique et la Théorie des Jeux</b>	<b>37</b>
3.1	La structure "Théorie des Jeux" de la Politique Commerciale Stratégique .	38
3.1.1	Hypothèses . . . . .	38
3.1.2	Illustration avec des données arbitraires . . . . .	38
3.1.3	Résolution des matrices . . . . .	40
3.1.4	Le pouvoir explicatif du raisonnement à l'aide de la théorie des jeux	40
3.2	Le dilemme du prisonnier appliqué à la politique commerciale et le risque de la course à la subvention . . . . .	41
3.2.1	Le duopole et la politique commerciale stratégique . . . . .	41
3.2.2	Le cas Airbus/Boeing . . . . .	42
3.3	Conclusions : . . . . .	45
3.4	Le défaut des subventions . . . . .	46
3.4.1	Risques d'erreurs . . . . .	46
<b>4</b>	<b>État de l'art sur la Poltique Commerciale Stratégique (PCS) dans le marché Aéronautique</b>	<b>48</b>
4.1	introduction . . . . .	48
4.2	Les modèles de référence : Brander et Spencer . . . . .	48
4.2.1	Rappel sur le modèle de base de Cournot . . . . .	48
4.2.2	Deux concurrents oligopolistiques s'affrontent sur un marché tiers, la fonction stratégique des exportations (Brander et Spencer) : . .	49
4.2.3	La stucture du modèle de Brander-Spencer . . . . .	49
4.3	Le marché des avions de 30 à 40 places, comme prototype du modèle de transfert de rente de Brander et Spencer. . . . .	54
4.3.1	La structure du modèle Richard Baldwin et Harry Flam . . . . .	54
4.3.2	Une extention du modèle de Brander et Spencer : le cas d'un duopole de Bertrand . . . . .	58
4.3.3	Modèle où deux firmes s'affrontent sur les deux marchés nationaux (Brander et Spencer (1984)) . . . . .	59
4.4	Le secteur de l'aéronautique civil : l'apport du modèle de Neven et Sea- bright (1995) . . . . .	60
4.4.1	Quelques modèles antérieurs . . . . .	60
4.4.2	Les caractéristiques essentielles du modèle de Neven et Seabright (1995) . . . . .	62

4.4.3	La structure du modèle de Seabright et Neven . . . . .	63
4.4.4	Résolution du modèle : . . . . .	64
4.4.5	Les conclusions du modèle de Seabright et Neven . . . . .	67
4.5	Conclusion . . . . .	69
4.5.1	Contexte économique . . . . .	73
4.5.2	Description de la démarche . . . . .	75
4.5.3	Mise en oeuvre de la démarche . . . . .	75
4.5.4	Description de la démarche . . . . .	79
4.5.5	Mise en oeuvre de la démarche . . . . .	80
4.5.6	Interprétation des résultats . . . . .	90
4.6	Conclusion . . . . .	91
	<b>Conclusion Générale</b>	<b>92</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>96</b>

# Table des figures

2.1	Arbre de Kuhn, pour le jeu d'entrée sur un marché . . . . .	25
2.2	Jeu du dilemme du prisonnier . . . . .	28
2.3	Le jeu sous forme extensive . . . . .	31
2.4	Equilibre de Cournot. . . . .	35
4.1	Variations de la date $m$ en fonction de $s_1$ . . . . .	90

# Liste des tableaux

3.1	Sous-jeu n°1 . . . . .	39
3.2	Sous-jeu n°2 . . . . .	39
3.3	Source : Généreux,J.[21] . . . . .	42
3.4	Source : Krugman & Obstfeld[27] . . . . .	43
3.5	Source : Krugman & Obstfeld[27] . . . . .	44
3.6	Source : Krugman & Obstfeld[27] . . . . .	46
3.7	Source : Krugman & Obstfeld[27] . . . . .	47
4.1	Source : <b>Baldwin</b> (1988)[2] . . . . .	60



# Introduction Générale

Le débat économique concernant le commerce international voit s'affronter deux points de vues tranchés : les tenants du libre-échange d'une part, et les partisans d'une intervention publique d'autre part. La thèse qui sert de référence et officiellement supposée constituer le principe directeur de l'action des principales puissances industrielles depuis la seconde guerre mondiale est celle du libre-échange [30]. C'est notamment la position qui inspire l'action de certaines organisations internationales telles que le GATT<sup>1</sup> puis l'OMC (Organisation Mondiale du Commerce).

En contradiction apparente avec cette thèse (libre-échange), les états des pays les plus avancés se sont engagés à partir des années 80 dans des politiques commerciales stratégiques, visant à protéger les secteurs en panne et à stimuler les secteurs en pointe. En bonne logique libre-échangiste, de telles pratiques sont à proscrire .

Dans un univers parfaitement concurrentiel, la thèse du libre échange démontre en effet que l'élimination des droits de douane, les subventions et de l'ensemble des obstacles aux échanges conduit chaque pays à se spécialiser dans les activités où il est comparative-ment le plus efficace. Il en résulte, pour chaque pays comme pour l'ensemble de l'économie mondiale, la meilleure des situations possibles à la fois sur le plan du bien-être et sur le plan de l'efficience productive[12].

Néanmoins, cette thèse est contrariée par la réalité, car presque tous les États subventionnent au moins certains de leurs exportateurs ou cherchent à encourager la création de "champions nationaux" dans certains secteurs, dans les semi-conducteurs par exemple. L'intervention de l'État français dans le secteur nucléaire en France, ou de certains pays européens réunis en consortium pour Airbus en sont deux exemples probants[35].

---

1. General Agreement on Tariffs and Trade. Sigle français : AGETAC : Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce.

A partir des années 70, la prise en compte dans les modélisations de ces limitations du modèle standard et la reconnaissance de la dimension stratégique des relations internationales ont conduit simultanément à une rénovation de la théorie du commerce international et à un renouveau du débat sur les politiques commerciales.

Ce constat des limites dans l'application effective du libre-échange a donné naissance à un courant de pensée, mis en forme initialement par **Barbara Spencer** et **James Brander**[8] de l'Université de British Columbia (Canada), qui apporte de nouvelles justifications aux actions de politique commerciale. De nouveaux modèles qui montrent qu'un gouvernement peut intervenir avec une certaine efficacité.

« Ce courant, la politique commerciale stratégique (PCS), s'efforce de montrer que, dans une situation de concurrence imparfaite où existent des relations stratégiques entre les firmes, les interventions étatiques peuvent être bénéfiques pour la collectivité du pays dans lequel l'État intervient. Le terme "stratégique" doit être compris ici par référence à la théorie des jeux : le revenu de chaque firme dépend des choix stratégiques des autres firmes[35]»

Loin d'être une représentation théorique abstraite, la politique commerciale stratégique, s'inspire directement de certain nombre de situations sectorielles concrètes. La plupart des disciplines ont leur "cas de laboratoire" favori permettant de tester les nouvelles théories. Les sociologues s'intéressent au suicide, les recherches sur l'intelligence artificielle prennent appui sur le jeu d'échecs[12]. De manière similaire, les théoriciens contemporains du commerce international ont choisi la compétition *Airbus/Boeing* comme archétype de la politique commerciale stratégique.

L'objectif de notre travail, est de montrer l'aspect "théorie des jeux" de la politique commerciale stratégique sur le marché aéronautique en prenant comme référence la compétition entre les deux constructeurs d'avions qui partagent le marché mondiale de l'aviation civile à savoir Airbus et Boeing.

Pour cela, nous avons réparti notre travail, comme suit :

Dans le premier chapitre, nous présentons le marché mondial de l'aviation civile et le conflit *Airbus/Boeing* qui est une référence à de nombreux théoriciens contemporains du commerce international pour l'étude de la politique commerciale stratégique, vues les caractéristiques du secteur de l'aéronautique.

La première partie du deuxième chapitre, est consacré à la présentation de quelques notions de base de la théorie des jeux, en particulier les jeux non-coopératifs qui sont avérés extrêmement riches pour l'analyse des comportements oligopolistiques des firmes, quant à la deuxième partie du même chapitre, elle sera consacrée à l'illustrons quelques concepts

de base de l'organisation industrielle, à savoir la notion du marché, la concurrence pure et parfaite et la concurrence imparfaite, et les modèles principaux sur le marché oligopolistique, à savoir, le modèle de Cournot, le modèle de Bertrand et le modèle de Stackelberg.

Dans le troisième chapitre, nous présentons l'aspect "Théorie des jeux" de la politique commerciale stratégique.

Dans le quatrième chapitre, l'accent est mis sur l'état de l'art de la politique commerciale stratégique, où nous avons présenté quelques modèles considérés comme étant des modèles de référence pour l'étude de la politique commerciale stratégique sur le marché aéronautique, à savoir le modèle de Brander et Spencer, qui ont posé les bases méthodologiques de l'analyse de la politique commerciale stratégique, le modèle de Richard Baldwin et Harry Flam, qui ont fait leur étude sur le marché des avions de 30 à 40 places et qui est considéré comme prototype du modèle de transfert de rente de Brander et Spencer. Enfin, le modèle Neven et Seabright (1995) qui se distingue des modèles précédents, car il ne se limite pas à l'étude d'un duopole, mais prend en compte trois constructeurs d'avions (Boeing, Airbus et Mac Donnell Douglas).

Enfin, nous consacrons la dernière partie de notre travail, à une application sur un contexte d'actualité, dans le monde de l'aviation civile, pour montrer qu'il est nécessaire pour un État, qui veut subventionner sa firme domestique dans ce secteur de l'aéronautique qui est un secteur à part, parce que les investissements s'effectuent à long terme et sont risqués, qu'il est intéressant d'estimer non seulement la valeur de la subvention optimale, qu'il est prêt à déboursier pour subventionner sa firme domestique, mais aussi, la date jusqu'à laquelle, il peut résister à la concurrence, une fois, il a lancé son investissement, sachant que son concurrent, a déjà subventionné sa firme domestique, lui aussi.

Pour cela, nous allons considérer deux firmes qui font la concurrence en quantité (duopole de Cournot) : Airbus (Union Européenne) et Boeing (Etats-Unis) sur une période de temps  $T$  qui peut être finie (jeu répété à horizon fini) ou infinie (jeu répété à horizon infini), où nous allons considérer que les Etats-Unis ont déjà subventionné leur firme domestique (Boeing) en investissant dans la recherche et développement, et cette dernière (Boeing) a commencé à bénéficier de cet investissement. De son côté, l'Union Européenne, pour maintenir sa place dans le marché, doit subventionner sa firme domestique (Airbus) en investissant dans la Recherche et Développement (R & D), c'est à dire investir dans une nouvelle technologie. Et pour cela, l'Union Européenne doit savoir d'avance :

- La valeur de la subvention optimale qu'elle est prête à dépenser.
- La durée maximale  $m$ , jusqu'à laquelle elle peut résister à la concurrence, une fois elle a investi, telle que  $m < T$ .

Cette situation, sera modélisée sous forme d'un jeu séquentiel à deux étapes, telle que dans la première étape, l'Union Européenne décide de son niveau de subvention  $s_1$ , qu'elle est prête à déboursier, et la date  $m$  jusqu'à laquelle, elle peut supporter la concurrence, une fois elle a lancé son investissement. Dans la deuxième étape, les deux firmes observent les deux données précédentes et font la concurrence en quantité sur une période de temps  $T$ , qui peut être finie ou infinie. Nous allons résoudre le jeu en utilisant la méthode d'induction en amont.

Une application sur MATLAB sera proposée, afin de montrer la relation entre le niveau de subvention qu'un État est prêt à dépenser et la date jusqu'à laquelle, il peut résister à cette concurrence.

Nous achèverons notre travail, par une conclusion générale, et quelques perspectives.

# Le contentieux Euro-Américain

## Introduction

Aujourd'hui, dans un certain nombre d'industries, la production à l'échelle mondiale est dominée, voire entièrement réalisée, par un petit nombre d'entreprises. C'est le cas, par exemple, de la construction du matériel ferroviaire, des centraux téléphoniques, de la fabrication des moteurs et des cellules d'avions. L'analyse s'applique idéalement à ce dernier secteur, de par les caractéristiques mêmes de cette industrie de haute technologie.

### 1.1 Le marché mondial de l'aviation civile : naissance d'un duopole

Le transport aérien de passagers, à visée commerciale, est assuré par des avions de ligne équipés de plus de 20 places. Ces avions sont classés en fonction de leur autonomie et des routes aériennes empruntées : court-courriers pour les vols intérieurs ou domestiques, les moyens-courriers pour les vols régionaux et les long-courriers pour les longues distances.

Les caractéristiques des avions sont adaptées au type de route et le marché peut ainsi être divisé en plusieurs segments : les avions régionaux de 20 à 110 places, les biréacteurs monocouloirs de 100 à 220 passagers, les gros porteurs de 200 à 350 passagers et les très gros porteurs de 525 à 800 passagers.

Le segment des court-courriers compte un nombre plus important d'intervenants et est actuellement le segment le plus désirable pour les nouveaux entrants, leur permettant de démarrer dans ce secteur à haute technicité. Ce type d'appareils est actuellement proposé par des avionneurs comme ATR (France/Italie), Bombardier (Canada), Embraer (Brésil)

et de nombreux autres projets ont déjà été présentés comme les jets régionaux russes, chinois et japonais.

En 2008, ce segment était partagé entre ATR et Bombardier (55 et 54 avions livrés, respectivement) pour les appareils à turbopropulsion et, dans le secteur des jets régionaux, entre Bombardier et Embraer. Ce dernier, qui a réussi son entrée sur le marché aéronautique commercial il y a juste quelques décennies, a maintenant devancé son concurrent direct Bombardier.

Le marché de l'aviation civile sur les avions moyen et long-courrier a longtemps été dominé par les constructeurs américains (Boeing, Douglas et Lockheed).

Compte tenu de l'importance stratégique de ce secteur industriel, d'autres acteurs ont été également présents dans la seconde moitié du  $XX^{eme}$  siècle comme les avionneurs soviétiques Tupolev, Iliouchine et Antonov et les avionneurs européens Aérospatiale, Fokker, de Havilland, BAe Systems et Dornier. Ces acteurs avaient presque exclusivement une influence régionale auprès de leurs partenaires stratégiques traditionnels.

Les très longs délais de développement des projets aéronautiques, ainsi que les investissements conséquents sans garanties de succès commercial, ont fait progressivement diminuer le nombre des acteurs : fusion de Douglas Aircraft Company avec McDonnell Aircraft Corporation en 1967, naissance d'Airbus en 1970, arrêt de l'activité civile pour Lockheed au bénéfice de l'aviation militaire en 1982 et rachat de McDonnell Douglas par Boeing en 1997.

Depuis 1998 deux acteurs se partagent le marché des avions de plus de 100 places : Boeing et Airbus[18]

### 1.1.1 Boeing, l'avionneur américain

Boeing est un avionneur américain fondé à Seattle, en 1916, par William E. Boeing et George Conrad Westervelt. L'histoire de Boeing se mêle étroitement avec les grands événements militaires qui ont marqué le  $XX^{eme}$  siècle, la première commande de l'entreprise fut d'ailleurs un ensemble de cinquante hydravions pour la Navy lors de l'entrée des Etats-Unis dans le conflit mondial de 1914-18.

À la fin de la guerre, les autorités militaires ne commandant plus d'avions, la société a été contrainte de diversifier ses activités dans les domaines du transport postal et du transport de passagers qui faisaient alors leurs débuts. Ces travaux d'ordre commercial se développeront en même temps que de nouveaux contrats militaires comme la commande

d'avions militaires d'entraînement.

Les commandes militaires comprenant des avions lourds à forte autonomie deviendront un formidable atout pour Boeing, dans le développement et la construction d'avions capables d'effectuer les premiers vols commerciaux et de transport.

Dans les débuts des années 90, Boeing développe d'importants projets militaires et signe avec la NASA en 1995, la conception et fabrication de l'ISS en collaboration avec Boeing Missiles and Space Division, McDonnell Douglas Aerospace et Rocketdyne (division de Rockwell Aerospace).

Les divisions défense et aérospatiale de Rockwell International fusionneront à leur tour avec Boeing en 1996, suivies de McDonnell Douglas l'année suivante et de Hawker de Havilland Australia en 2000. Faisant suite aux fusions et acquisitions successives, Boeing s'assure une place de leader mondial dans le secteur de la défense et de l'aéronautique civile mais, l'arrivée dans le paysage aérien de l'européen Airbus change la donne.

### **1.1.2 Airbus, l'avionneur européen**

Airbus est un consortium de constructeurs aéronautiques européens qui a vu le jour en 1970. Il a fait suite au constat que 80% du marché commercial civil mondial était détenu par les américains. De la réflexion menée par les gouvernements européens, sortait la conclusion que les différents projets poursuivis par chacun des pays séparément, ne généreraient pas suffisamment de ventes pour être viables économiquement, et a donc provoqué la mise en place d'un programme conjoint entre les différents pays de l'Europe.

Depuis le début de son histoire, le projet aéronautique de ce consortium a montré ces ambitions : construire une gamme d'avions couvrant l'ensemble des segments du marché pour conquérir au moins 30% de parts de marché. Pour ce faire, Airbus a développé un niveau technologique élevé dans le but de construire un avantage concurrentiel vis à vis de Boeing.

L'A300 et les avions qui l'ont suivi présentaient des concepts novateurs, comme un nouveau dessin d'aile augmentant la portance et améliorant les performances aérodynamiques de l'avion, l'utilisation de matériaux composites dans la conception et fabrication des avions rendant possible un gain de poids et un meilleur rendement, l'introduction de la transmission électrique et d'une assistance numérique au pilotage ("fly-by-wire"),... , etc.

Les avions intègrent des caractéristiques techniques adaptées aux besoins des compagnies aériennes sur une base commune, notamment au niveau du poste de pilotage,

permettant un gain de temps et des économies considérables dans la formation du personnel navigant, ainsi que la diminution des coûts de maintenance.

Quelques défis restent encore aujourd'hui, à relever pour assurer le succès du projet comme la gestion de la chaîne d'approvisionnement des sites industriels (12 sites en Europe pour la production et le sous-assemblage des pièces), ainsi que l'acheminement des différents composants sur les sites d'assemblage finaux de Hambourg et Toulouse. La complexité logistique est le revers de la médaille du rassemblement des pôles d'excellence techniques et technologiques en Europe.

En 2001, le consortium européen Airbus devient une société intégrée détenue à 80% par EADS (société issue de la fusion d'Airbus France, Airbus Deutschland et Airbus España) et 20 % par British Aerospace ou BAe. Deux ans plus tard, Airbus prend pour la première fois la place de leader du marché à son rival Boeing avec 305 avions livrés, représentant 52% du marché mondial.

En septembre 2006, EADS acquiert la totalité du capital d'Airbus en achetant les 20 % d'actions détenues par British Aerospace.

Actuellement, EADS est composée de quatre divisions majeures : Airbus et Airbus Military, Eurocopter, EADS Défense et Sécurité, et EADS Astrium. Les résultats de EADS en 2006 laissent apparaître un chiffre d'affaires de plus de 25 milliards d'euros pour la division Airbus (aviation civile) soit 62,6% du chiffre d'affaires global.

### **1.1.3 Le face à face commercial**

Actuellement, le marché aéronautique s'articule autour du duopole formé par Boeing et Airbus. Ces deux acteurs se livrent à une véritable bataille pour la place de leader sur un marché qui représente plus de 3000 milliards de dollars (soit 28600 avions) sur les 20 prochaines années.

Cette "guerre" commerciale, utilise la communication comme une arme : de l'utilisation du fort caractère novateur des avions (A380, A350 XWB, 787 Dreamliner, . . . , etc.) à la manipulation des chiffres de commandes et de livraisons, la dénonciation de risques financiers liés aux variations des taux de change, la génération de rumeurs sur la fiabilité des avions suite à des accidents, . . . , etc. Les différends commerciaux entre Boeing et Airbus ont même eu pour conséquence le dépôt de plaintes à l'OMC concernant les politiques de financement des projets de développement des nouveaux avions.

Bien que Boeing reste le leader mondial, Airbus a gagné chaque année davantage



de parts de marché. Les observateurs mettent ce "revers" sur une stratégie attentiste. Fort des succès de ses B747 et B777, Boeing s'est pendant longtemps reposé sur ses deux best-sellers. Face au dynamisme d'Airbus en termes d'innovations, Boeing a été contraint de réagir et de mettre en place une stratégie d'innovation plus agressive que par le passé.

La demande insistante et les besoins des compagnies aériennes de désengorger les aéroports ont contraint les deux avionneurs à répondre à cette problématique. Face à cet objectif similaire, les deux concurrents ont adopté des stratégies qui divergent.

Airbus fait le pari d'un transport de passagers basé sur des grandes plateformes aéroportuaires internationales et la nécessité de proposer des avions de plus en plus grands (A380), pour assurer ces liaisons dans des couloirs aériens encombrés et faire bénéficier les compagnies aériennes d'économies d'échelle considérables.

De son côté, Boeing concentre ses moyens dans un avenir marqué par des vols directs de ville à ville et investit massivement en recherche et développement afin de créer un avion utilisant des matériaux composites ultralégers.

Avec le développement du B787, Boeing prend le parti de l'amélioration de l'autonomie. L'avionneur espère ainsi un gain d'autonomie de plus de 20%. Cela répond à l'objectif fixé et fait du B787, un succès commercial qui dépasse même les commandes de l'Airbus A380.

En 2008, selon les chiffres de FlightInsight, les parts de marché pour la flotte totale en activité de Boeing et Airbus sont respectivement 57% et 32% sur le segment des gros porteurs et de 64% et 28% sur le segment des monocouloirs. L'arrivée d'un troisième avionneur risque fort de bousculer cette répartition[18]

## 1.2 Le conflit Airbus-Boeing

Les firmes américaines accusent Airbus de concurrence déloyale, du fait de subventions qu'elle reçoit des gouvernements européens. Selon le "livre noir" remis par Boeing au gouvernement américain en 1985, Airbus aurait reçue 9 à 10 milliards de dollars sous forme d'avances remboursables pour la conception et construction des A-300 et A-310.

Le rapport du département du commerce réalisé en 1989, estime à 26 milliards de dollars le montant total du soutien financier dont aurait bénéficié le consortium européen sur la période 1975-1988.

Du point de vue américain, il s'agirait de dongs déguisés. Le rythme de la commercia-

lisation des avions européens étant beaucoup trop lent pour envisager de les rentabiliser en quinze ans et permettre le remboursement.

Airbus, serait donc une création artificielle financée par les contribuables européens. Ces aides lui permettraient de consentir des avantages de prix aux compagnies aériennes acheteuses et de gagner ainsi de façon déloyale des marchés au détriment des constructeurs américains.

Les Européens contestent que leurs aides soient consenties à fonds perdus, puisqu'une partie importante des avances est effectivement remboursée. Et, comme toute bonne défense se fait en attaquant, ils argumentent à l'inverse que Boeing et McDonnell Douglas ont tiré avantage des retombées des programmes d'aide à la recherche financée par le ministère américain de la Défense et par la NASA.

Les firmes américaines auraient également bénéficié d'avantages fiscaux. Boeing n'a pas payé d'impôts entre 1979 et 1984 malgré ses profits et a même reçu un remboursement d'impôts de 285 millions de dollars. Le budget de la Défense a supporté 80 % du développement du Boeing 707 et une notable partie du 747.

En 1985, la NASA a versé 300 millions de dollars pour l'étude du moteur qui devait équiper le Boeing 7J7. Globalement, les firmes américaines auraient indirectement reçu de façon occulte l'équivalent d'une aide de 33 à 40 milliards de dollars entre 1975 et 1990.

Les deux argumentations antagoniques développées par Airbus et Boeing sont exemplaires de la difficulté qu'il y a à dire ce qu'est une saine concurrence dans un secteur où le soutien public est quasiment la règle[12]

## 1.3 Définitions

### Définition 1 [*Spécialisation*][1]

Il y a spécialisation lorsqu'un pays se consacre à une production déterminée tout en s'engageant dans l'échange et l'interdépendance avec d'autres pays.

Les théories traditionnelles du commerce international considèrent que les nations se spécialisent dans les productions pour lesquelles les coûts sont les plus bas. Les avantages

de la spécialisation ont été mis à la fin du siècle par **Adam Smith**<sup>1</sup> : "Un pays a intérêt à se spécialiser dans la production des biens pour lesquels ses coûts de fabrication sont plus faible qu'à l'étranger et à importer ceux pour lesquels ses coûts sont plus élevés." [12]

### Définition 2 [*Le protectionnisme*][1]

Le protectionnisme correspond à toutes les mesures prises pour protéger la production d'un pays contre la concurrence exercée par les entreprises étrangères. Les différentes formes du protectionnisme sont :

- **Le protectionnisme tarifaire** : Il vise, par l'instauration de droits de douanes frappant les produits étrangers, à accroître le prix de vente de ces biens, afin d'en limiter la consommation nationale.
- **Le protectionnisme non tarifaire** : Ce sont les restrictions quantitatives (quotas, contingentements) ; le commerce administré (accords conclus entre deux pays pour limiter " volontairement " les exportations de l'un vers l'autre) ; l'imposition de normes diverses, techniques, sanitaires ou autres (protectionnisme gris ou administratif).
- **Le protectionnisme monétaire et financier** : Il s'agit de manipuler le taux de change pour accroître la compétitivité-prix des entreprises nationales.

### Définition 3 [*La subvention*][1]

Une subvention est une aide financière versée par l'État à un agent économique privé, ménage, association ou entreprise. Cette aide a théoriquement pour vocation d'aider à la réalisation d'activités d'intérêt général.

Parfois aussi, il s'agit de venir en aide à des acteurs des secteurs privés jugés "stratégiques", politiquement sensibles (sauver l'emploi, sauver l'agriculture) ou dont la défaillance engendrerait des effets de domino ("too big to fail").

### Exemple 1 :

*On imagine mal le gouvernement américain laisser tomber Ford ou General Motors en cas de menace de faillite (il n'avait pas laissé tomber Chrysler). De même, l'Italie cherche à sauver Fiat, la Corée du Sud ses Chaebols, ..., etc.*

---

1. Auteur classique anglais (1723-1790), il fonde son analyse sur les avantages absolus de coût qu'un pays peut posséder sur un autre pays.

Une subvention correspond donc, le plus souvent, à une dépense publique de la part de l'État, et se posent alors les questions classiques du financement, de l'éventuel remboursement de l'aide, de l'utilité sociale de l'opération, de l'évaluation. Cette dernière est souvent délicate à opérer car les finalités des subventions ne sont pas entièrement économiques.

**Définition 4** [*L'apprentissage*][12]

Il y a effet d'apprentissage lorsque les coûts unitaires de production diminuent à mesure que la production cumulée augmente.

**Définition 5** [*La courbe d'apprentissage*][12]

Courbe représentative de l'évolution (baisse) du coût unitaire en fonction de la production cumulée.

**Définition 6** [*Les économies d'échelle*][34]

Il y a économie d'échelle lorsque les coûts moyens diminuent à mesure que la production augmente et on distingue deux types des économies d'échelle :

- **Les économies d'échelle statiques** : C'est le processus par lequel les coûts de production sont abaissés en fonction du volume de la production courante.
- **Les économies d'échelle dynamiques** : C'est le processus par lequel les coûts de production sont abaissés, non pas en fonction du volume de la production courante, mais en raison du volume de la production cumulée de l'entreprise. Ce processus est lié au phénomène d'apprentissage (expérience cumulée dans une activité)

**Définition 7** [*Politique commerciale stratégique (PCS)*][12]

La politique commerciale stratégique est le terme employé pour décrire les mesures pouvant être prises pour faire évoluer, au profit de la nation protectionniste, l'équilibre généré par la situation imparfaite du marché (oligopoles, voire monopoles).

Sur ces marchés imparfaits, les nations et les firmes se concurrencent pour accroître leurs parts de marché et donc de profit. L'objectif principal d'une politique commerciale stratégique est de capturer une plus grande part de profit que celle que l'on pourrait obtenir sans intervenir.

### Définition 8 [*Un avantage comparatif*][22]

L'avantage comparatif désigne l'aptitude d'un agent économique (individu, entreprise, pays) à créer un produit ou un service pour un coût d'opportunité inférieur au coût d'opportunité supporté par les autres agents économiques. Ce principe peut s'exposer de la manière suivante :

- Chaque pays tire un gain à l'échange en exportant les biens pour lesquels il dispose du plus grand avantage comparatif en termes de coût de production (ou de productivité), et en important ceux pour lesquels il dispose de l'avantage comparatif le plus faible.
- Ou bien, les pays ont intérêt à se spécialiser dans la fabrication de produits pour lesquels ils sont les plus avantagés ou les moins désavantagés.
- Ou encore, lorsque les coûts de production diffèrent d'un pays à l'autre, chaque pays gagne à l'échange international en se spécialisant dans la production du bien où sa productivité du travail est la plus forte.

### Définition 9 [*Rendements et économies d'échelle*][22]

Il y a présence d'économies d'échelle, lorsque l'augmentation des ressources impliquées dans la production (inputs) fait augmenter le bien produit (l'output) de façon plus que proportionnelle, alors lorsque :

- **Le rendement est constant** : on dit il n'y a pas d'économies d'échelle.
- **Le rendement est croissant** : on dit il y a économies d'échelle.

## 1.4 Le secteur de l'aéronautique et la politique commerciale stratégique

A la suite des travaux de B.Spencer et J.Branders [36], la version la plus explicite de la théorie de la politique commerciale stratégique a été popularisée par Paul Krugman [26] (1987). Il prend comme illustration l'affrontement entre Boeing et Airbus.

## Pourquoi le laboratoire de l'aéronautique ? [12]

Le cas de l'aéronautique peut être considéré comme l'un des plus intéressants pour étudier la Politique Commerciale Stratégique, aux vues de ses caractéristiques :

- Le coût financier de l'entrée sur le marché est très élevé, en raison notamment du coût des équipements hautement spécialisés, des coûts de structure correspondant aux réseaux commerciaux et de service après vente et surtout de l'importance des programmes de recherche et de développement préalables à toute production. En outre, le délai de gestation de ces programmes de *R&D* est long (sept à dix ans).

En revanche, les modifications des modèles existants sont beaucoup moins coûteuses. L'industrie présente donc des économies d'envergure : il est moins coûteux de produire dans la même entreprise un nombre déterminé d'unités d'avions de différents modèles que de produire le même nombre de chacun de ces modèles dans des entreprises différentes.

Cela conduit logiquement chacun des constructeurs à couvrir le maximum de créneaux en lançant plusieurs modèles et en en faisant dériver de multiples versions (différentes par capacité, rayon d'action).

- Du fait notamment de l'importance des coûts fixes, l'industrie aéronautique est également caractérisée par d'importantes économies d'échelles qui incitent les constructeurs à s'efforcer d'allonger les séries et, pour cela, à tenter d'accroître leur part du marché mondial. Par exemple, les dépenses de développement de l'A 380 ne seront pas couvertes avant le 250<sup>ème</sup> avion vendu.
- Il existe également d'importants effets d'apprentissage qui incite à accroître les lignes de production et peuvent justifier l'aide des pouvoirs publics. Du fait de l'effet d'apprentissage, un soutien public même temporaire peut assurer une compétitivité à long terme.
- Cependant, la taille du marché mondial ne permet pas de développer une production en grande série (Airbus ne produit guère plus de 140 avions par ans). Les débouchés ne peuvent donc se limiter à un pays, ils sont d'emblée planétaires. Ce marché est structurellement oligopolistique : car sur un marché à la fois relativement étroit quantitativement, très pointu techniquement et large géographiquement, il n'y a place que pour un tout petit nombre de producteurs, voire pour un seul.
- Présence d'économies d'envergure<sup>2</sup>, plusieurs modèles produits par une même en-

---

2. En anglais : economy of scope.

treprise coûtent moins chers, que ces mêmes modèles produits par des entreprises différentes ;

## **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté dans un premier temps les différents acteurs qui partagent le marché mondial de l'aviation civile à savoir, le constructeur américain (Boeing) et le constructeur européen (Airbus). Par la suite, nous avons défini les différentes notions économiques liées au secteur de l'aéronautique et, en troisième lieu, et vue l'importance de ce secteur de haute technologie, nous avons cité les différentes caractéristiques qui rendent ce dernier un laboratoire pour l'étude de la politique commerciale stratégique.

# Généralités sur la Théorie des Jeux et l'Organisation Industrielle

## 2.1 Introduction

La théorie des jeux est la discipline mathématique qui étudie les situations où le sort (l'objectif, le gain, ..., etc.) de chaque participant dépend non seulement des décisions qu'il prend, mais également des décisions prises par d'autres participants. En conséquence, le choix optimal pour un participant dépend généralement de ce que font les autres. Parce que chacun n'est pas totalement maître de son sort, on dit que les participants se trouvent en **situation d'interaction stratégique**.

En effet, dans la vie de tous les jours, des preneurs de décisions (hommes politiques, consommateurs, producteurs, comités d'entreprise, traders, citoyens) ont à faire un choix parmi plusieurs actions possibles. Dans un grand nombre de problèmes décisionnels, au moins les deux premiers des aspects suivants sont présents :

- Il y a au moins deux preneurs de décision ;
- Il y a une interaction entre les décisions dans le sens où l'issue finale pour un des preneurs de décision dépend non seulement de l'action qu'il a choisie, mais aussi des actions choisies par d'autres décideurs ;
- Il y a un ou plusieurs éléments d'incertitude.

Un des buts de la théorie des jeux est d'abord de créer des modèles mathématiques de base. Ces modèles essaient de synthétiser tous les éléments essentiels pour décrire l'interaction, puis d'introduire des concepts de solution pour décrire les issues possibles d'un jeu, et enfin, d'appliquer ces outils pour mieux comprendre les phénomènes sociaux mais aussi pour prédire les conséquences d'une interaction stratégique.



## 2.2 Définition d'un jeu

Un jeu est une situation où des individus sont conduits à faire des choix, parmi un certain nombre d'actions possibles, et dans un cadre défini à l'avance (les règles du jeu). Les résultats de ces choix constituent une issue du jeu à laquelle est associé un gain pour chacun des participants. Ces résultats ne dépendent pas de la décision d'un seul joueur et ne dépendent pas non plus uniquement du hasard, bien que celui-ci puisse intervenir.

La théorie des jeux s'attache aux situations marquées par une divergence d'intérêts où les agents sont supposés prendre en compte ce qu'ils savent du comportement des autres avant de faire leur choix. Il devient ainsi possible de saisir les situations où un individu, par son comportement, influence le bien-être d'un autre qui, lui même, en retour, influence le bien être du premier ; on dit alors qu'il y a interdépendance des comportements, auquel cas les décisions des agents sont dites stratégiques.

**Exemples :** Il est facile de citer plusieurs exemples en sciences sociales caractérisés par les aspects présentés ci-dessus et utilisant naturellement la théorie des jeux comme outil de modélisation et d'analyse.

- **Droit :**

- La compétition entre le défendeur et la partie adverse : comment construire son dossier, à quels moments faut-il révéler un argument, quels sont les faits qu'il faut cacher et ceux qu'il faut dévoiler, comment induire l'autre partie en erreur et comment utiliser l'argument de l'autre contre lui, mais aussi faire attention à ne pas utiliser un argument qui risque de se retourner contre soi, ..., etc.

- **Science Politique et Relations Internationales :**

- La compétition entre les partis politiques pour gagner les élections ;

- **Economie :**

- Dans un marché : le prix d'un bien dépend des décisions de tous les intervenants (pouvoirs public, producteurs, consommateurs) ;
- La compétition entre les constructeurs d'avions sur la conquête du marché mondial pour un modèle d'avion donné.

## 2.3 Les différents types de jeux

On peut classer les jeux selon plusieurs critères :

★ Selon l'ordre dans lequel, les joueurs annoncent leurs stratégies, on peut représenter un jeu sous forme normale ou sous forme extensive :

### Définition 10 [*Jeu sous forme extensive*][37]

Un jeu en forme extensive (on dit aussi développée) est défini par un arbre qui décrit comment le jeu est joué. Plus précisément, chaque sommet de l'arbre spécifie le (ou les) joueur(s) qui doit (doivent) choisir une action à ce moment du jeu ainsi que l'information dont chaque joueur dispose lors de la prise de décision ; les gains que chaque joueur peut réaliser après avoir suivi un des chemins possibles au sein de l'arbre sont donnés aux sommets terminaux.

### Exemple 2 [*Le jeu d'entrée sur un marché*]

Considérons une entreprise notée (E), qui envisage d'entrer sur un marché, tel que ce dernier est initialement accaparé par une autre entreprise notée (I). Donc, l'entreprise (I) a deux choix possibles : soit elle partage le marché avec (E), et elle aura un profit (3), ou bien elle décide de casser les prix pour désuader son concurrent, et elle aura un profit (1). D'autre part, si, l'entreprise (E) a choisi d'entrer sur le marché, elle aura un profit (2), si l'entreprise (I), a décidé de partager le marché avec elle, ou bien un profit (-1), si l'entreprise (I), a décidé de casser les prix. Si elle choisit de ne pas entrer, elle aura un gain égal à (0).

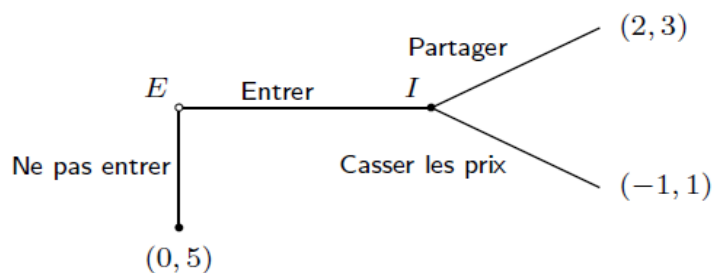


FIGURE 2.1: Arbre de Kuhn, pour le jeu d'entrée sur un marché

**Définition 11** [*Jeu sous forme normale*][20, 31]

La forme normale (stratégique) est une façon pratique de présenter les gains (utilités) et les stratégies de chaque joueur.

Formellement, un jeu sous forme normale peut être représenté par :

$$J_N = \langle \mathcal{N}, \{X_i\}_{i \in \mathcal{N}}, \{f_i\}_{i \in \mathcal{N}} \rangle \quad (2.1)$$

où :

1.  $\mathcal{N} = \{1, 2, \dots, N\}$ ,  $N \in \mathbb{N}$ ,  $N \geq 2$  est l'ensemble des protagonistes appelés joueurs. Un joueur quelconque est désigné par l'indice  $i$ ;  $i \in \mathcal{N}$
2.  $X_i \subset \mathbb{R}^{n_i}$ ,  $i \in \mathcal{N}$  : désigne l'ensemble de stratégies du  $i^{\text{ème}}$  joueur.
3. On note par  $x = (x_i, x_{-i}) \in X = \prod_{i \in \mathcal{N}} X_i$  une issue, situation, état ou profil du jeu, où :  
 $x_i$  : est la stratégie du joueur  $i$  et  $x_{-i} = x_{\mathcal{N} \setminus \{i\}} = (x_1, x_2, \dots, x_{i-1}, x_{i+1}, \dots, x_N)$  : une situation du jeu qui contient les stratégies de tous les joueurs sauf celle du  $i^{\text{ème}}$ .
4.  $f_i : X = X_1 \times \dots \times X_N \longrightarrow \mathbb{R}$ ,  $\forall i \in \mathcal{N}$ , est la fonction gain du  $i^{\text{ème}}$  joueur.
5. Chaque joueur connaît les ensembles de stratégies et les fonctions de gain de tous les autres joueurs (information complète).

★ Avant de répartir les jeux selon le nombre de stratégies, il est intéressant de donner les deux définitions suivantes :

**Définition 12** [*Une stratégie pure*][32]

Une stratégie **pure** du joueur  $i \in \mathcal{N}$  dans le jeu (2.1) est une action, ou un plan d'actions, qui est choisie par chaque joueur avec certitude.

**Définition 13** [*Une stratégie mixte*][32]

Une stratégie **mixte** du joueur  $i \in \mathcal{N}$  est une distribution de probabilité sur l'ensemble des stratégies pures. Autrement dit, une stratégie mixte pour le joueur  $i$  dans dans le jeu (2.1) est un élément du simplexe défini par :

$$\Delta_i = \left\{ \alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{m_i}) \in \mathbb{R}^{m_i}, \sum_{j=1}^{m_i} \alpha_j = 1, \alpha_j \geq 0 \forall j = 1, \dots, m_i \right\}$$

Où  $m_i = |X_i|$ .

**Définition 14 [Jeu fini à deux joueurs à somme nulle]**

Le jeu sous forme normale défini par la relation (2.1) est dit fini à deux joueurs, si l'ensemble de stratégies  $\{X_i\}_{i \in N}$  est fini et l'ensemble de joueurs  $\mathcal{N} = \{1, 2\}$ . Et si la somme des gains des deux joueurs est nulle en toute situation du jeu ( $f_1(x) + f_2(x) = 0, \forall x \in X$ ), on dit que le jeu est un jeu fini à 2 joueurs à somme nulle. Il sera noté par :

$$\langle \mathcal{N}, X_1, X_2, f \rangle \quad (2.2)$$

où :  $f = f_1 = -f_2$  est la fonction que le joueur 1 veut maximiser et que le joueur 2 veut minimiser.

Sinon le jeu est un jeu fini à 2 joueurs à somme non nulle.

**Définition 15 [Jeu matriciel][31]**

Le jeu fini à deux joueurs à somme nulle(2.2) peut être entièrement caractérisé par la matrice des gains  $A$ , qui est définie par :

$$J_{mat} = \langle \mathcal{N}, X_1, X_2, A \rangle \quad (2.3)$$

où :

- $A = (a_{ij})_{1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n}$  et  $a_{ij} = a(x_i, y_j)$  est le gain du joueur 1 s'il choisit sa stratégie  $x_i \in X_1$  et que le joueur 2 choisit sa stratégie  $y_j \in X_2$ ,
- $X_1 = \{x_1, \dots, x_m\}$  est l'ensemble des  $m$  stratégies pures du joueur 1.
- $X_2 = \{y_1, \dots, y_n\}$  est l'ensemble des  $n$  stratégies pures du joueur 2.

**Exemple 3 [Le dilemme du prisonnier]**

On suppose que deux suspects sont interrogés séparément par la police pour une action délictueuse grave. La police ne dispose pas d'éléments de preuve suffisants pour obtenir la condamnation des prévenus pour l'acte dont ils sont accusés. L'aveu d'au moins l'un des deux est donc indispensable. La police propose à chaque accusé d'avouer, dans quel cas il sera relâché. S'il n'avoue pas mais que l'autre le fait, il écope d'une peine de prison de 15 ans. Si les deux avouent, ils peuvent espérer bénéficier de circonstances atténuantes et recevoir une peine de 8 ans chacun. Enfin, si aucun des deux n'avoue, ils seront condamnés pour des délits mineurs à 1 an de prison.

La matrice des gains a donc la forme suivante :

	Avoue	N'avoue pas
Avoue	(-8;-8)	(0;-15)
N'avoue pas	(-15;0)	(-1;-1)

FIGURE 2.2: Jeu du dilemme du prisonnier

### 2.3.1 Processus de dominance successive

**Définition 16** [32] Une stratégie  $x_i \in X_i$  est dominante, si et seulement si, elle domine toutes les autres stratégies  $y_i \in X_i$ . Formellement, Une stratégie  $x_i \in X_i$  est dite dominante, si pour toute autre stratégie  $y_i \in X_i$ , on a :

$$f_i(x_i, z_{-i}) \geq f_i(y_i, z_{-i}), \quad \forall z_{-i} \in X_{-i} \quad (2.4)$$

**Proposition 1** [32] Si une stratégie  $x_i \in X_i$  est strictement dominante, alors elle est unique.

#### Procédure d'élimination itérée des stratégies dominées

Étape 1 :  $X_i^0 = X_i$ .

Étape 2 :  $X_i^1 = \{\text{stratégies non dominées}\}$ .

⋮

Étape  $k + 1$  :  $X_i^{k+1} = \{x_i \in X_i^k : \nexists y_i \in X_i, \forall x_i \in X_i : f_i(y_i, x_{-i}) > f_i(x_i, x_{-i})\}$ .

Étape  $\infty$  :  $X_i^\infty = \bigcap_k X_i^k$ .

**Définition 17** [32] Le jeu est résoluble par une stratégie dominée, si :  $\forall i \in N, X_i^\infty$  est singleton.

### 2.3.2 Équilibre de Nash

Le processus de dominance successive ne conduit pas nécessairement à un résultat clair. Il apparaît donc nécessaire de disposer d'une solution dont les conditions d'existence soient plus faibles.

**Définition 18** [39]

Une issue  $x^* = (x_1^*, \dots, x_n^*)$  ( $x_i^* \in X_i^*, i = \overline{1, n}$ ) est dite **équilibre de Nash** du jeu (2.1), si aucun joueur n'a intérêt à dévier unilatéralement de sa stratégie  $x_i^*$  quand les autres joueurs continuent à jouer  $x_{-i}^*$ . Par conséquent nous devons avoir :

$$f_i(x_i^*, x_{-i}^*) \geq f_i(x_i, x_{-i}^*) \quad \forall x_i \in X_i, \text{ et } \forall i = 1, \dots, n. \quad (2.5)$$

$x^*$  est un **équilibre de Nash strict** si  $f_i(x_i^*, x_{-i}^*) > f_i(x_i, x_{-i}^*) \quad \forall x_i \in X_i, \text{ et } \forall i = 1, \dots, n$ .

★ On se basant sur l'information dont dispose un joueur à chaque moment, où il doit prendre une décision (jouer son coup), on peut citer les deux oppositions suivantes :

**Définition 19 (Jeu à information parfaite ou imparfaite) [39]**

Un jeu est à information **parfaite**, si chacun des joueurs, au moment de choisir sa stratégie, a une connaissance parfaite de l'ensemble des décisions prises antérieurement par les autres joueurs. Un jeu est à **information imparfaite**, si au moins un des joueurs ne connaît pas, à un moment du déroulement du jeu, ce qu'a joué un des autres joueurs.

**Définition 20 [Jeu à information complète ou incomplète][20, 19]**

Un jeu est dit à information complète, si chacun des joueurs connaît la structure du jeu, c'est à dire : l'ensemble des joueurs, les préférences des joueurs, les règles du jeu et le type d'information à chaque moment du jeu, chaque joueur possède sur les actions entreprises par les autres joueurs au cours des phases précédentes. Si, au moins, un des joueurs ne connaît pas entièrement la structure du jeu, le jeu est dit à **information incomplète**.

★ En s'intéressant au déroulement du jeu, on peut trouver deux types de jeux, à savoir les jeux statiques et les jeux dynamiques.

**Définition 21 [Jeux statiques][37]**

On dit qu'un jeu est statique<sup>1</sup> lorsque les joueurs choisissent simultanément leurs actions et reçoivent ensuite leurs gains respectifs. Chaque joueur, choisit son plan d'action complet au début du jeu et au moment de faire son choix, il n'est pas informé des choix des autres joueurs.

**Définition 22 [Jeux dynamiques][37]**

Les jeux dynamiques sont des jeux dans lesquels l'ordre des coups a une importance : les joueurs peuvent par exemple jouer les uns après les autres. De tels jeux peuvent être à un horizon fini (où le nombre de coups est fini) ou non. Le jeu d'échec par exemple, est un jeu dynamique à horizon fini.

Les jeux dynamiques permettent de traiter deux aspects fondamentaux présents dans la réalité économique :

1. certains joueurs ont le pouvoir d'affecter directement les gains des autres joueurs de manière irréversible parce qu'ils interviennent à des étapes antérieures du jeu ;
2. le temps est une composante essentielle dans la plupart des processus de décision et les étapes du jeu en sont souvent l'expression formelle.

---

1. One-shot game en anglais.

### Définition 23 (Jeu répété) [23]

Etant donné  $T$ , un nombre entier fini ou infini appelé l'horizon du jeu, et  $\delta$ , un réel dans l'intervalle  $[0; 1]$ , appelé facteur d'escompte (actualisation).

Un jeu répété est la répétition de  $T$  (fini ou infini) fois, d'un jeu sous forme normale défini par (2.1).

- Dans le cas où  $T$  est fini, alors on dit qu'il s'agit d'un jeu répété à horizon fini ;
- Lorsque  $T$  est infini, le jeu est appelé jeu répété à horizon infini.

#### • Les gains actualisés d'un joueur pendant $T$ périodes

Si on représente le gain instantané d'un joueur  $i$  à une seule période  $t$  après avoir joué sa stratégie  $x(t)$ , par  $\pi_i(x(t))$ , alors son gain actualisé durant  $T$ , sera donné par l'expression suivante :

$$G_i(T) = \begin{cases} \sum_{t=1}^T \delta^t \pi_i(x(t)), & \text{si } T \text{ est fini ;} \\ \lim_{s \rightarrow \infty} (1 - \delta) \sum_{t=1}^{t=s} \delta^t \pi_i(x(t)), & \text{si } T \text{ est infini.} \end{cases}$$

### **Induction vers l'amont**

Le principe de cette technique de résolution consiste à raisonner au sens contraire de la manière dont le jeu va effectivement se dérouler. On va illustrer le déroulement de cette technique par l'exemple suivant :

**Exemple 4** *Le jeu est décrit sous forme extensive illustré par la figure (2.3). Pour le joueur 1, une stratégie consiste à choisir une action,  $H$  ou  $B$ . Pour le joueur 2, qui joue après 1, une stratégie est une fonction :  $MR_2(\cdot) = [MR_2(H), MR_2(B)]$  définie sur l'ensemble des stratégies de 1.*

*Le joueur 1 se dit : "si je joue  $H$ , alors 2 va jouer  $B$  de sorte que mon gain sera égal à 2; si je joue  $B$ , alors 2 joue  $H$  et mon gain est de 1". Dès lors, si 1 suppose que 2 choisit sa meilleure réponse à la seconde étape, il choisit  $H$  à la première.*

*Pour ce qui est de 2, sa stratégie est effectivement sa meilleure réponse, à savoir  $[MR_2(H) = B, MR_2(B) = H]$ . En conséquence,  $(H, MR_2(H) = B)$ , et  $(B, MR_2(B) = H)$  sont des équilibres de Nash car aucune déviation unilatérale n'est payante pour un joueur.*

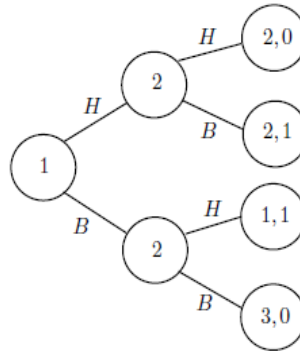


FIGURE 2.3: Le jeu sous forme extensive

On admet que lorsque c'est le tour du joueur 2 de jouer, il choisit la meilleure action pour lui-même, à savoir  $MR_2(H) = B$  et  $MR_2(B) = H$ . En conséquence, sachant que le joueur 2 se comporte de manière optimale à la seconde étape, le joueur 1 intègre cette information dans son comportement et choisit une action optimale conditionnellement au comportement optimal de 2.

★ Selon le comportement des joueurs, on peut classer les jeux en ces deux catégories suivantes :

**Définition 24 [Jeux coopératifs]**

Un jeu est dit coopératif si les joueurs peuvent passer entre eux des accords qui les lient de manière contraignante où leur stratégie est décidée en commun, afin d'améliorer le gain de tous les joueurs coalisés[29].

**Définition 25 [Jeux non-coopératifs]**

On appelle jeu non coopératif, un jeu, où les joueurs ne peuvent pas former de coalition. Par contre, ils peuvent communiquer entre eux et changer des informations, se mettre d'accord sur telle ou telle issue sans jamais contracter d'accord contraignant.

Une attention toute particulière est portée à la façon dont les firmes se font concurrence. L'étude moderne de ce sujet repose presque exclusivement sur la théorie des jeux pour analyser les interactions stratégiques sur un marché, alors il est important de bien



comprendre les éléments de base de ce dernier, à savoir l'offre et la demande, la concurrence pure et parfaite et la concurrence imparfaite.

**Définition 26** [*L'offre*][38]

L'offre d'un bien est exprimée par les firmes. C'est la quantité d'un certain produit offerte par ces firmes.

**Définition 27** [*La demande*][28]

La demande d'un bien est exprimée par les consommateurs. C'est une fonction qui relie la quantité demandée du bien au prix de celui-ci

**Définition 28** [*Le marché*][28]

Un marché est groupe d'acheteurs et de vendeurs d'un bien ou d'un service. L'ensemble des acheteurs détermine la demande du marché, tandis que l'ensemble des vendeurs détermine l'offre. On peut distinguer deux type de marchés :

1. le marché amont : constitué des fournisseurs de l'entreprise.
2. le marché aval : englobe les distributeurs et les clients.

**Définition 29** [*La concurrence pure et parfaite*][28]

Un marché est dit parfaitement concurrentiel, lorsqu'il possède les quatre caractéristiques suivantes :

1. Le nombre de vendeurs et d'acheteurs sur le marché est très élevé. Ainsi, aucun d'eux n'est en mesure de d'influer sur le du marché. Parce que vendeurs et acheteurs sur un marché parfaitement concurrentiel doivent accepter le prix tel qu'il est déterminé par le marché, on dit qu'ils sont preneurs de prix.
2. Il n'y a aucune barrière à l'entrée sur le marché pour tout candidat à l'achat ou à la vente. Ainsi, le nombre d'acteurs peut augmenter aussi longtemps qu'un acheteur ou un vendeur trouve avantage à entrer. La libre entrée favorise la concurrence.
3. L'échange concerne un bien homogène, autrement dit tous les biens échangés sont identiques. Par conséquent, tous les échanges sur le marché se réalisent en même prix.
4. Tous les acteurs du marché disposent d'une information parfaite sur la distribution des prix pratiqués. Ainsi, la coexistence de plusieurs prix différents est impossible. Si tous les prix n'étaient pas égaux, l'information parfaite conduirait tous les acheteurs à s'adresser au vendeur pratiquant le prix le plus faible. Les concurrents seraient

alors contraints à aligner leur prix sur celui-ci.

Mais de nombreux marchés échappent à cette définition. Il suffit que l'une des caractéristiques ne soit pas respectée, on se retrouve face aux marchés de concurrence imparfaite. L'analyse économique nous permet de définir certaines structures de ces derniers types de marchés, tels que :

**Définition 30 [Le monopole][23]**

Il y a une situation de monopole quand existe sur le marché une seule entreprise vendant un produit sans substitut proche. Un monopole pur est une entreprise produisant un bien qui n'a pas de substitut.

**Exemple 5 :**

*Electricité/Gaz, télécommunications constituent deux exemples de monopoles naturels, et les secteurs d'hydrocarbure, nucléaire et l'armement constituent des exemples de monopoles stratégiques.*

**Définition 31 [L'oligopole][23]**

L'oligopole est une situation de marché de concurrence imparfaite dans laquelle un petit nombre d'offres (de vendeurs) se trouvent face à une multitude de demandeurs (d'acheteurs). Un marché peut être qualifié d'oligopole quand le nombre de firmes dans une branche est si faible que chacune doit prendre en considération les réactions de ses rivales pour former sa politique de prix.

**Exemple 6 :**

*Le marché de la construction aéronautique, et marché de la téléphonie mobile sont deux exemples des marchés oligopolistiques.*

Il existe plusieurs façons de modéliser un marché oligopolistique et ces différentes formalisations ne conduisent pas aux mêmes résultats. On distingue, notamment, les modèles où la concurrence est en prix à la Bertrand et les modèles où la concurrence est en quantités à la Cournot. Les résultats dépendent aussi de l'ordre des choix des firmes. On peut supposer que les firmes choisissent leurs actions simultanément ou séquentiellement. Lorsque les choix sont séquentiels, on parle de modèles de Stackelberg.

**Définition 32 [Le duopole de Cournot][33]**

Ce premier modèle a été construit par Antoine-Augustin Cournot, un mathématicien français qui s'intéressa notamment à la formalisation des théories économiques, en 1838. Il s'agit d'un duopole, (un oligopole à deux entreprises).

L'analyse de Cournot se situe dans le cas de deux biens homogènes, c'est-à-dire considérés comme équivalents du point de vue du consommateur (des fonctions de demande). Des biens homogènes ne peuvent être vendus qu'au même prix. Plus précisément, l'équilibre de Cournot est un équilibre de Nash en quantités, où chaque vendeur s'engage à fournir une quantité donnée au prix qui s'établira sur le marché.

Le jeu peut être décrit de la manière suivante :

1. Il y a deux joueurs, indicés par :  $i \in \{1, 2\}$ .
2. Les stratégies des joueurs sont les quantités qu'ils amènent sur le marché, elle sont notées  $q_i \in X_i = \mathbb{R}^+$ .
3. Les règles du jeu sont les suivantes :
  - Le prix est déterminé par les quantités selon la fonction de demande inverse :  $p = a - b(q_1 + q_2)$ .
  - Les coûts unitaires de production des entreprises sont constants, égaux à :  $c_i > 0$ .
  - Les entreprises appliquent leurs décisions de production en même temps.
4. Les entreprises maximisent leur profit.

Sous ces hypothèses, le profit du producteur  $i$  est donc donné par :

$$\pi_i = (a - b(q_i + q_{-i}) - c_i)q_i, \quad i = 1, 2.$$

La condition du premier ordre de maximisation du profit pour ce producteur est donc donnée par :

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = a - c_i - 2bq_i - bq_{-i} = 0; \quad (2.6)$$

La condition de deuxième ordre est vérifiée :

$$\frac{\partial^2 \pi_i}{\partial q_i^2} = -2b < 0;$$

La relation (2.6) permet donc d'étudier le comportement du producteur  $i$  en fonction de celui de son concurrent. On obtient facilement :

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial q_1}(q_1) = 0 \Leftrightarrow q_1 = \frac{a - c_1 - bq_2}{2b}; \quad (2.7)$$

La relation (2.7) définit la fonction de meilleure réponse ou fonction de réaction du premier producteur, on la note :

$$r_1(q_2) = \max\left\{0, \frac{a - c_1 - bq_2}{2b}\right\}$$

Par un calcul analogue, la fonction de meilleure réponse du second producteur est donnée par :

$$\frac{\partial \pi_2}{\partial q_2}(q_2) = 0 \Leftrightarrow r_2(q_1) = \max\left\{0, \frac{a - c_2 - bq_1}{2b}\right\};$$

L'équilibre de Nash de ce jeu en quantités, noté  $(q_1^*, q_2^*)$ , est obtenu quand les fonctions de meilleure réponse sont compatibles entre elles, c'est-à-dire quand :

$$q_1^* = r_1(q_2^*) \quad \text{et} \quad q_2^* = r_2(q_1^*)$$

Le point ainsi défini est bien un équilibre car il implique que les deux entreprises ne pourront pas augmenter leurs profits en offrant d'autres quantités que  $(q_1^*, q_2^*)$ , et le point d'équilibre sera :

$$q_1^* = \frac{a - 2c_1 + c_2}{3b} \quad \text{et} \quad q_2^* = \frac{a + c_1 - 2c_2}{3b}$$

Les fonctions de meilleure réponse sont représentées sur la figure (2.4) ; on trouve l'équilibre de Cournot à l'intersection de ces deux courbes.

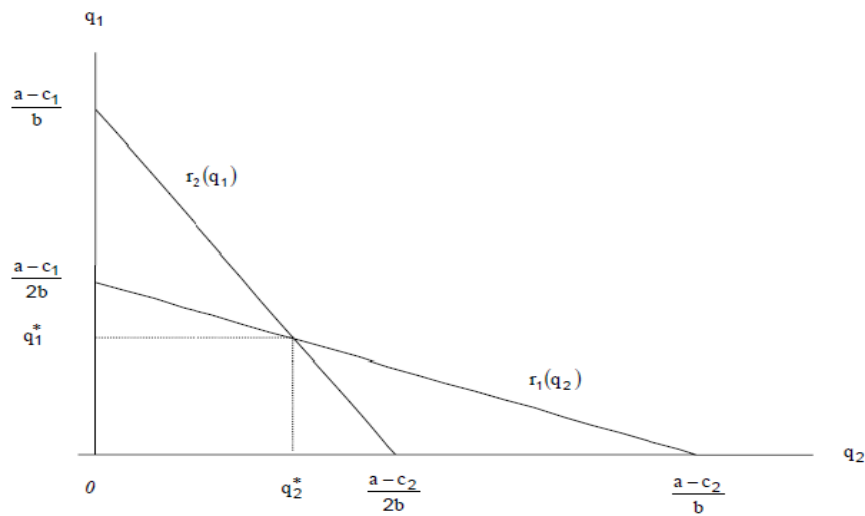


FIGURE 2.4: Equilibre de Cournot.

**Définition 33** [*Le duopole de Bertrand*][15]

Une autre formulation des interactions stratégiques entre firmes sur un marché oligopolistique que celle de Cournot a été proposée par Joseph Bertrand en 1883. Elle consiste à envisager les prix comme variables stratégiques et non plus les quantités.

**Définition 34** [*Le duopole de Stackelberg*][15]

L'analyse de Cournot suppose que les entreprises prennent leurs décisions de production en même temps. Ceci suppose que l'on se trouve dans la situation particulière où les producteurs sont entrés sur le marché à la même date ou prennent leurs décisions de production en même temps. En effet, dans cette situation, aucun producteur ne peut imposer sa production à un concurrent. Il en va autrement quand une entreprise peut prendre sa décision en premier. De plus, ce type de représentation est plus réaliste dans le cas suivant : un producteur est déjà installé sur le marché et réalise un profit de monopole ; ce profit élevé ne manque pas d'attirer un concurrent, puisque les marchés concurrentiels procurent moins de bénéfices que les marchés concentrés. Il nous faut donc analyser la situation où l'entrée des entreprises est séquentielle. Une première entreprise entre sur le marché, puis une deuxième etc.. Ce problème a été étudié à l'origine par Heinrich von Stackelberg (1905-1946) dans son ouvrage de 1934. Pour résoudre ce problème, il nous faut utiliser la récurrence vers l'amont.

## 2.4 Conclusion

Dans la première partie de ce chapitre, nous avons rappelé certaines notions élémentaires et quelques résultats fondamentaux de la théorie des jeux, dont certains feront l'objet d'étude dans les prochains chapitres, quant à la deuxième partie de ce chapitre, elle est consacrée à la présentation des concepts de base et des notions fondamentales de l'organisation industrielle, avant de présenter les modèles mathématiques d'application dans le marché aéronautique et pour cela, nous avons introduit la notion du marché, la concurrence pure et parfaite. Ce qui est plus important dans ce chapitre est la présentation des modèles d'oligopole de base de la concurrence imparfaite à savoir le modèle de Cournot, le modèle de Bertrand et le modèle de Stackelberg qui sont considérés comme une référence incontournable pour nombreux économistes et théoriciens des jeux concernant l'application des modèles de jeux dans l'organisation industrielle.

# La Politique Commerciale Stratégique et la Théorie des Jeux

## Introduction

L'étude des Politiques Commerciales Stratégiques fait partie d'un programme de recherche plus large qui a commencé au début des années 80. Pendant cette période les économistes ont cherché à intégrer l'étude des oligopoles et des autres formes de concurrence imparfaite dans l'analyse formelle du Commerce International. L'analyse économique traditionnelle, fondée sur les théories de **Smith**<sup>1</sup>, de **Ricardo**<sup>2</sup>, **Heckscher**<sup>3</sup>, **Ohlin**<sup>4</sup>, et **Samuelson**<sup>5</sup>, étant incapable d'expliquer des phénomènes tels que le commerce intra-firme ou les volumes énormes échangés entre les pays similaires.

En outre, ces modèles se révélaient incapables d'incorporer des éléments aussi importants que les rendements d'échelle croissants internes aux firmes, le phénomène d'apprentissage, l'effet de la recherche et développement, ou encore des interactions stratégiques entre firmes. D'où le fort contenu de la Politique Commerciale Stratégique en terme de théories des jeux, comme le rappelle notamment **Bhagwati**[5] en 1991, en tant qu'intervention d'une autorité pour modifier les interactions stratégiques entre des firmes oligopolistiques. Le but de l'autorité domestique étant, dans ce cadre d'aider ses firmes domestiques à capter une rente supérieure à celle que lui offrirait "naturellement" le jeu

1. Auteur classique anglais (1723-1790)

2. Economiste classique anglais (1772-1823), il complète la théorie de A.Smith.

3. En prenant l'initiale des noms de ces trois auteurs Heckscher, Ohlin, et Samuelson, on parle du théorème de HOS.

4. B.Ohlin (1899-1979), économiste suédois, fut avec son maître Eli Hecksher(1879-1952) à l'origine d'une théorie qui montre l'efficacité du libre échange dans le cadre de la théorie néoclassique.

5. L'économiste américain, P.Samuelson a prolongé le raisonnement de B.Ohlin

du marché. Cette conception ne devant pas être confondue avec la notion de "secteurs stratégiques", c'est-à-dire important ou décisif d'un point de vue économique ou politique.

## **3.1 La structure "Théorie des Jeux" de la Politique Commerciale Stratégique**

Dans les années 80, l'utilisation des méthodes de la théorie des jeux a permis, entre autres, un renouveau de l'analyse des stratégies dynamiques des firmes qui évoluent sur des marchés internationaux imparfaits. L'introduction de la théorie des jeux, tout comme l'apport des analyses micro-économiques qui s'attachent à modéliser le comportement des firmes dans des marchés à concurrence imparfaite, a facilité à cette époque le rapprochement nécessaire entre l'économie industrielle, et l'économie internationale.

### **3.1.1 Hypothèses**

- Puisque les actions de chaque agent (joueur) influencent la situation (gain ou perte) des autres participants, les Politiques Commerciales Stratégiques peuvent être formalisées grâce à la théorie des jeux.
- Cependant, ce sont des jeux non-coopératifs, c'est-à-dire que les agents peuvent résilier leurs engagements (mentir).
- Chaque agent (joueur) adopte sa stratégie en essayant d'anticiper la stratégie des autres agents, tout en sachant que les autres agents font de même : symétrie de l'information.
- Un Equilibre de Nash apparaît lorsque chaque "joueur" décide de la stratégie qui maximise ses gains, connaissant la stratégie des autres joueurs. Ainsi, dès lors que les autres participants ne modifient pas leurs stratégies, en situation d'équilibre de Nash, aucun joueur n'a intérêt de modifier sa stratégie.

### **3.1.2 Illustration avec des données arbitraires**

Imaginons un jeu à trois "joueurs"[35] :

- Deux compagnies : une firme domestique  $x$ , une firme étrangère  $y$ , et un gouvernement.
- Les gains du gouvernement sont supposés être équivalents au bien-être domestique.

- Le gouvernement peut décider d'intervenir, autrement dit subventionner x ou imposer un tarif douanier à la firme y, ou non.
- Le gouvernement prend cette décision avant que les firmes ne définissent leurs propres stratégies.
- Dans les deux cas, la firme x choisit entre deux stratégies, soit  $X_1$ , ou  $X_2$ .
- La firme y, choisit elle aussi entre ses deux stratégies qui sont  $Y_1$ , et  $Y_2$ .
- Dans chaque cellule des matrices suivantes, on trouve les gains des différents acteurs. Le premier chiffre représente les gains de la firme x, le second chiffre ceux de la firme y, et le troisième ceux de l'État.

Résolution :

- Si le gouvernement intervient, la matrice des gains (des compagnies et de l'État) qui suit, dépendra des stratégies définies par les entreprises.

**Sous-jeu n°1**[35] : L'État intervient :  
 La firme x est favorisée,  
 La firme y est pénalisée.

		Firme y	
		$Y_1$	$Y_2$
Firme x	$X_1$	2 , 0 ; -1	0 , 2 ; -1
	$X_2$	3 , 0 ; 2 *	1 , -1 ; 0

TABLE 3.1: Sous-jeu n°1

- Si le gouvernement n'intervient pas, la matrice des gains (des compagnies et de l'État) qui suit, dépendra des stratégies définies par les entreprises.

**Sous-jeu n°2**[35] : L'État n'intervient pas (Jeu normal du marché).

		Firme y	
		$Y_1$	$Y_2$
Firme x	$X_1$	1 , 1 ; 0	0 , 2 ; 0 *
	$X_2$	2 , 0 ; 3	-2 , 1 ; 1

TABLE 3.2: Sous-jeu n°2



### 3.1.3 Résolution des matrices

Prenons la matrice(3.2) (celle où l'État n'intervient pas, ne favorisant pas la firme x) :  
- On constate que quelle que soit la stratégie de la firme x, la firme y préférera la stratégie  $Y_2$ . On dit que la stratégie  $Y_2$  domine  $Y_1$ . Donc, la firme x doit maximiser ses gains sous cette contrainte.

-La firme x choisira la stratégie qui minimise ses pertes, c'est-à-dire la stratégie  $X_1$ .

De manière symétrique, dans le cas où l'État intervient et favorise la firme x (la matrice (3.1)), on constate que c'est la stratégie  $X_2$  qui domine la stratégie  $X_1$ .

-La firme y ne peut choisir que la stratégie  $Y_1$ , donc, la stratégie  $Y_1$  domine la stratégie  $Y_2$ .

### 3.1.4 Le pouvoir explicatif du raisonnement à l'aide de la théorie des jeux

Nous pouvons remarquer plusieurs choses à l'aide de cette illustration[35] :

Premièrement, le plus intéressant est le pouvoir explicatif et la possibilité de généraliser ce type de raisonnement. Ainsi, ce jeu ressemble à la matrice de **Krugman**[14] créée pour mettre en évidence le raisonnement qui sous-tend les subventions stratégiques aux exportations dans le marché des avions civils. Il montre qu'une intervention des gouvernements européens pourrait permettre, sous certaines conditions, de s'accaparer tout le marché, en gommant l'avantage concurrentiel acquis de Boeing.

En outre, cette approche n'exclut aucun instrument de politique commerciale, on pourrait prendre en considération aussi bien un droit de douane, un quota, une restriction volontaire d'exportation, des subventions pour la R&D, ou n'importe quel autre instrument qui pourrait modifier ou distordre les gains des firmes oligopolistiques.

Deuxièmement, dans le cas présent, nous constatons, que lorsque l'État intervient, le bien-être domestique est toujours inférieur aux gains correspondant dans l'autre matrice. Cependant, les conseils ou les conclusions en terme de Politique Commerciale Stratégique dépendent précisément de la structure du modèle, c'est-à-dire de la manière dont le phénomène réel étudié est traduit ou formalisé en terme théorique. **Eaton** et **Grossman**,[17] 1986).Par exemple, on suppose ici que le gouvernement joue de manière coopérative, c'est-à-dire qu'il ne revient pas sur ses engagements. S'il n'est pas crédible, par exemple s'il est rationnel pour le gouvernement de revenir sur ses engagements, donc de ne plus soutenir la firme x pour maximiser son propre gain (le bien-être collectif). Les firmes rationnelles anticiperont cet équilibre et se placeront en situation d'équilibre dans

le sous-jeu 2. C'est pour cette raison que le gouvernement intervient en premier.

En résumé, et sans approfondir plus cette remarque, les préconisations des modèles dépendent de trois facteurs :

- du comportement des firmes ;
- de l'ordre dans lequel les agents jouent ;
- de l'absence (ou du type) de représailles des autorités étrangères.

## **3.2 Le dilemme du prisonnier appliqué à la politique commerciale et le risque de la course à la subvention**

### **3.2.1 Le duopole et la politique commerciale stratégique**

Contrairement à la concurrence pure et parfaite ou à un monopole, le revenu d'un duopoliste ne dépend pas seulement de sa production mais aussi de la production de son rival. Selon le travail de l'économiste français Antoine Augustin Cournot (1801-1877), un duopole de Cournot définit deux entreprises qui réagissent au niveau de la production de l'autre jusqu'à ce qu'elles atteignent un équilibre, duquel ni l'une ni l'autre ne souhaite partir. D'après ce modèle, les deux producteurs occuperont finalement des parts de marché égales. Sur le long terme, ils n'assurent que des profits normaux.

#### **Exemple**

Deux firmes A et B, constituent un duopole sur un marché et proposent des biens totalement homogènes. Ces firmes ne peuvent pas communiquer entre elles dans la fixation de leurs productions. Elles choisissent indépendamment entre des productions fortes et des productions faibles. Cette situation de concurrence duopolistique peut être représentée par la matrice (3.3) suivante où :

- L'ensemble des joueurs est  $N = \{\text{firme A, firme B}\}$
- L'ensemble des stratégies de chaque firme  $i \in N$  est :  
 $X_i = \{\text{production faible ; production forte}\}.$

Donc, la matrice des gains associée est donnée par :

		Firme(A)	
		forte production	faible production
Firme(B)	forte production	B=5 ; A=5	B=10 ; A=0
	faible production	B=0 ; A=10	B=7 ; A=7

TABLE 3.3: Source : Généreux,J.[21]

Le résultat du duopole illustré dans cet exemple peut être expliqué selon le dilemme du prisonnier, illustré dans le tableau (3.3), si on interprète le fait d'Avouer comme étant la décision de pratiquer une production forte et le fait de Nier comme étant la décision de pratiquer une production faible.

Donc :

- En absence de coopération (comme une entente), les deux producteurs A et B choisiraient une production forte et obtiendraient des profits de 5.
- On qualifie la stratégie d'une entreprise comme optimale si elle est indépendante de la stratégie rivale. Dans ce cas, le marché du duopole se trouve en équilibre de Nash, selon le mathématicien John Nash, qui a conditionné la théorie des jeux.

Le modèle du duopole part des hypothèses de la concurrence pure et parfaite, car il y a seulement deux entreprises, qui peuvent obtenir des rentes excessives. Afin d'assurer ces rentes supplémentaires, des gouvernements ont souvent intérêt à fournir des subventions à leurs producteurs domestiques. Ce type de "profit shifting" au détriment des producteurs étrangers est particulièrement intéressant s'il s'agit d'une industrie stratégique.

### 3.2.2 Le cas Airbus/Boeing

Une des plus intéressantes déclinaisons de l'approche précédente concerne le conflit entre les Etats-Unis et l'Europe dans le domaine de la construction aéronautique et la question des aides publiques accordées par les européens au programme Airbus.

Une présentation de **Krugman**[26] de 1987 qui entraine dans l'argumentaire développé par l'administration américaine illustre le caractère potentiellement dissuasif d'une aide publique dans un marché duopolistique avec de forts rendements croissants.

Dans cette approche, on considère que :

- La construction aéronautique est une activité dans laquelle les effets d'échelles et d'expérience sont tels que l'existence de deux offreurs conduit à des pertes.

- La situation la plus intéressante pour l'une des entreprises est bien entendu celle où elle entre sur le marché alors que l'autre firme y a renoncé, elle se retrouve dans une situation de monopole qui génère un profit important.
- Si aucune entreprise n'entre sur le marché, les firmes n'enregistrent ni gain ni perte.
- Sans aide publique, on peut penser que les firmes hésiteront à entrer sur le marché.

### Cas1 : Pas de subvention

L'analyse de Paul Krugman [27] suppose que boeing et Airbus sont en compétition pour la conquête du marché des porteurs à moyen rayon d'action (150 sièges). Compte tenu des débouchés mondiaux, il n'y a place sur ce marché que pour un seul des deux constructeurs.

#### Un raisonnement en terme de jeu stratégique

Chaque firme a le choix entre deux décisions :

- Entrer sur le marché (produire).
- Ne pas entrer sur le marché (ne pas produire).

Les résultats associés à ce couple de stratégies sont les suivants :

		Airbus(A)	
		produit	Ne produit pas
Boeing (B)	produit	B=-5 ; A=-5	B=100 ; A=0
	Ne produit pas	B=0 ; A=100.	B=0 ; A=0

TABLE 3.4: Source : Krugman & Obstfeld[27]

Dans chaque case de la matrice, le premier chiffre représente le profit réalisé par Boeing, et le second chiffre représente le profit d'Airbus.

- Le tableau (3.4) montre l'hypothèse selon laquelle chaque entreprise à elle seule pourrait faire des profits sur la production de l'avion, et elle peut potentiellement réaliser un profit de 100, à condition qu'elle réussisse à conquérir l'intégralité du marché mondiale, c'est à dire à condition de dissuader le concurrent d'entrer sur le marché, et par conséquent, elle s'accapare de la totalité de la rente (surprofit) de monopole (cadrans nord-est et sud-ouest).

- Cependant, en cas où les deux firmes entrent dans la production, elles subissent l'une et l'autre des pertes égales à 5 (cadran nord-ouest), et dans le cas où les deux firmes n'entrent pas sur le marché, elle n'enregistrent ni gains ni pertes (cadran sud-est).
- Sans aide publique, on peut penser que les firmes hésiteront à entrer sur le marché. et donc que la situation d'équilibre se situe dans le cadran (Sud-Est).

Pour parvenir à dissuader le concurrent, il suffit que l'un des compétiteurs parvienne à persuader l'autre de sa volonté de produire quoi qu'il arrive. L'autre se trouvant alors "mis devant le fait accompli" ne peut rationnellement que renoncer. Mais là réside la difficulté car ce jeu parfaitement symétrique n'admet pas de solution évidente. Mais pour aider à cerner l'issue du jeu, on suppose que :

- Boeing dispose d'une longueur d'avance dans les études de conception et de développement. La firme a donc technologiquement le moyen de lancer la première la fabrication. Cet avantage est décisif car il dissuade Airbus d'entrer sur le marché. Donc, la solution du jeu représenté par la matrice précédente est la case Nord-Est (NE).

## Cas 2 : Subvention de 25 à Airbus

L'apport principal de Brander et Spencer [7], est de montrer que les gouvernements européens peuvent renverser cette situation à leur avantage, alors la suite de l'argumentation montre le caractère " efficace " de l'aide publique européenne accordée à Airbus.

En supposant que les gouvernements Européens décident de promouvoir la construction de cet avion, en accordant à Airbus un subside de 25, conditionné au lancement de la production. Plusieurs conséquences majeures résultent de cette décision.

La matrice des gains devient :

		Airbus(A)	
		produit	Ne produit pas
Boeing (B)	produit	B=-5 ; A=20	B=100 ; A=0
	Ne produit pas	B=0 ; A=125.	B=0 ; A=0

TABLE 3.5: Source : Krugman & Obstfeld[27]

L'issue du jeu :

- Une subvention de 25 rendrait Airbus capable de démarrer sa production.

- Désormais, pour airbus, la stratégie "produire" domine la stratégie "Ne pas produire", car elle lui procure un résultat supérieur quoi que fasse Boeing.
- Boeing, sait dorénavant que même s'il s'engage à lancer la production, ce qu'il est techniquement en mesure de faire, Airbus entrerait sur le marché puisque (20 est supérieur à 0). Donc, dans ce cas, Boeing ferait une perte de 5.
- Il existe donc une situation d'équilibre dans laquelle Airbus se retrouve à terme en situation de monopole (cadran sud-ouest), avec un surplus lui permettant de rembourser facilement l'aide publique reçue.
- Si elle ne peut obtenir un subside similaire, la firme américaine est dissuadée d'entrer sur le marché, en dépit de son avance technique.
- L'issue du jeu est clairement la case Sud-Ouest (SO).

### 3.3 Conclusions :

- En quel sens le soutien Européen est-il stratégique ?

Cet exemple montre que la stratégie d'une entreprise est cruciale afin de maximiser ses profits, car la subvention européenne a eu pour effet de gommer l'avantage dont disposait Boeing (la capacité technique d'être le premier entrant), et a conféré à Airbus un avantage analogue : celui de la crédibilité, celui de pouvoir dissuader l'entreprise concurrente. C'est en ce sens que cette politique peut être qualifiée de "stratégique", non pas en raison de l'importance vitale du secteur auquel elle s'applique.

- Analyse de la situation par rapport au principe "How to beggar your neighbour" ?

Du point de vue Européen, l'opération paraît très intéressante puisqu'une subvention égale à 25 fait passer le surprofit d'Airbus de 0 à 125, dont 100 représentent un transfert de surprofit des Etats-Unis vers l'Europe. Cette dernière bénéficie donc d'un accroissement de richesse au détriment des Américains.

- Analyse de la situation par rapport à la protection au service du bien être mondial ?

Cette promotion stratégique pourrait même être bénéfique à l'échelle mondiale. Dans l'exemple décrit par la matrice (3.4), si aucune des entreprises concurrentes n'est aidée, elles pourraient toutes deux choisir de ne pas produire (case SE), par crainte de s'exposer à des pertes (case NO). Cette issue qui correspond à la solution de prudence, sans subvention et en l'absence d'avance technologique d'une entreprise, est la pire qui soit envisageable à l'échelle mondiale, aussi bien en termes d'emploi que du point de vue de

l'ensemble des consommateurs.

## 3.4 Le défaut des subventions

Concrètement, pour qu'une politique commerciale stratégique puisse être efficacement mise en application, il est nécessaire que les pouvoirs publics disposent d'une information exhaustive et de bonne qualité. Il faut pouvoir chiffrer la matrice des résultats pour toutes les éventualités avec une précision qui dépasse celle usuellement disponible. Or des erreurs d'évaluation, même minimales peuvent être coûteuses.

### 3.4.1 Risques d'erreurs

Supposons en effet que les gains effectifs diffèrent faiblement de ceux indiqués par la matrice (3.4). Soit :

		Airbus(A)	
		produit	Ne produit pas
Boeing (B)	produit	B=5 ; A=-20	B=125 ; A=0
	Ne produit pas	B=0 ; A=100.	B=0 ; A=0

TABLE 3.6: Source : Krugman & Obstfeld[27]

Supposons que Boeing dispose d'un avantage, par exemple une nouvelle technologie, dont le gouvernement européen n'a pas connaissance. Il est logique d'admettre que le jeu n'est pas rigoureusement symétrique. Du fait de cet avantage technologique, Boeing ne ferait pas de perte, même si Airbus décide de lancer la production. Boeing produira quoi qu'il arrive, puisqu'il est plus avantageux de le faire que d'y renoncer, quel que soit le choix d'Airbus (la première stratégie domine la deuxième).

- Donc, en absence d'une aide Airbus ne produirait pas et Boeing ferait des profits de 125 (tableau (3.6), côté supérieur droit).

La solution du jeu est nécessairement NE (cadran nord-est où Boeing dispose du monopole).

- Dans le cas où Airbus reçoit une subvention de 25, le consortium entre sur le marché puisque pour lui également, la stratégie "Produire" domine la stratégie "Ne pas produire".

		Airbus(A)	
		produit	Ne produit pas
Boeing (B)	produit	B=5 ; A=5	B=125 ; A=0
	Ne produit pas	B=0 ; A=125.	B=0 ; A=0

TABLE 3.7: Source : Krugman & Obstfeld[27]

En effet :

- Le subside reçu par Airbus ne dissuade pas Boeing de produire, car il fera quand même un bénéfice : la politique de soutien à Airbus ne permet donc pas, de renverser complètement l’avantage stratégique initial de Boeing ;
  - Par suite, le soutien public ne procure pas à Airbus un supplément de gain au-delà du montant de l’aide qui lui est attribuée.
  - Airbus est donc, incapable de rembourser l’avance reçue. Il y’a gaspillage de fonds publics, même d’un point de vue exclusivement Européen.
- Un autre péril que pose une subvention, est le risque de l’auto-aggravation. Dans un équilibre de Nash non-coopératif, les deux gouvernements seraient incités à payer des subventions à leurs producteurs, car le fait qu’un pays ne paye pas de subvention n’empêcherait pas l’autre pays d’en accorder une. L’hypothèse où un gouvernement s’abstiendrait d’attribuer une aide est ainsi moins favorable pour lui-même que s’il joue le ”subsidy game”.

## Conclusion

Cette présentation du marché de la construction aéronautique, a toutefois le mérite de poser la question du caractère potentiellement ”efficace”, d’une aide publique (même remboursable) dans un contexte de concurrence internationale imparfaite. L’analyse peut en particulier, être élargie au cas des aides publiques vers des activités génératrices d’externalités de consommations, comme les industries de réseau. Cette situation, explique en particulier, pourquoi l’Organisation Mondiale du Commerce (OMC) porte une attention particulière aux conséquences des aides des Etats sur la concurrence internationale.



# État de l'art sur la Politique Commerciale Stratégique (PCS) dans le marché Aéronautique

## 4.1 introduction

Dans ce chapitre, nous allons exposer quelques modèles de la littérature théorique sur la politique commerciale stratégique dans le marché aéronautique, où la théorie des jeux non-coopératifs, trouve sa place pour être appliquée, comme étant l'outil fondamental pour la résolution des problèmes d'interaction.

## 4.2 Les modèles de référence : Brander et Spencer

Les modèles de Brander et Spencer (1985[8], et 1984[7]) ont posé les bases méthodologiques de l'analyse de la Politique Commerciale Stratégique qui a dominé jusqu'en 1995 (modèle de Neven et Seabright)[30].

### 4.2.1 Rappel sur le modèle de base de Cournot

Brander et Spencer ont abordé les transferts ou les détournements de rente entre les oligopoles en s'inspirant de la méthode de Cournot, telle qu'il l'a exposé en 1838, dans ses " Recherches sur les principes mathématiques de la Théorie de la Richesse "[11]. Nous supposons, donc, ici des firmes qui produisent des produits homogènes et qui cherchent à produire la quantité de bien qui maximise leurs profits, en prenant pour données les

quantités produites par l'autre firme.

Le profit de la firme représentative  $F$  dépend de son niveau de production, et de la production agrégée de ses concurrents. Si on regarde les dérivées première et seconde de la fonction de profit de la firme représentative  $F$ , le modèle de Cournot aboutit à un équilibre de manière aussi prévisible que dans un équilibre de Nash.

Dans ce modèle, en situation de libre-échange, donc sans intervention de l'État, il y a, de facto, un équilibre de duopole entre les deux firmes qui génère un profit positif pour chacune d'elles.

**Remarque 1** *La variable stratégique est la quantité de produits mise sur le marché par chaque firme (conjecture de Cournot), c'est-à-dire que les firmes ne se font pas directement concurrence sur les prix.*

#### **4.2.2 Deux concurrents oligopolistiques s'affrontent sur un marché tiers, la fonction stratégique des exportations (Brander et Spencer) :**

##### **Les particularités de ce modèle**

Le modèle de Brander et Spencer (1985)[8] incorpore un duopole international de Cournot dans un marché tiers. Cela signifie que les deux firmes s'affrontent sur un marché étranger pour elles-deux. Elles ne produisent que pour l'exportation. Ils supposent une collusion parfaite entre la firme domestique et son Etat.

L'État, dont dépend la firme domestique, ne peut entraver directement la firme concurrente. Cela permet d'étudier des Politiques Commerciales Stratégiques de formes pures pratiquées par des gouvernements qui souhaitent aider leurs firmes domestiques. Mais, ces gouvernements ne peuvent le faire qu'à l'aide de subventions aux exportations.

#### **4.2.3 La structure du modèle de Brander-Spencer**

Le comportement des firmes est modélisé comme un simple duopole de Cournot avec une firme domestique subventionnée par l'Etat et une firme étrangère non subventionnée. Ces deux firmes s'affrontent sur un marché tiers.

### Les hypothèses du modèle de Brander-Spencer :

- Les deux firmes produisent un produit homogène pour un marché tiers (sans consommation interne).
- Le gouvernement comprend la structure du marché et il est prêt à donner son aval (subvention) à sa firme domestique avant que les deux firmes concurrentes prennent leurs décisions sur les quantités à produire.
- La firme domestique produit une quantité  $x$ .
- La firme étrangère produit une quantité  $y$ .
- Les deux firmes font la concurrence en quantité et chacune d'elle essaye de maximiser son profit.
- Le profit de la firme ne dépend pas seulement de son niveau de production, mais aussi du niveau de production de la firme rivale.

### La construction du modèle de Brander-Spencer :

Les deux firmes se trouvent dans une situation d'interaction stratégique, telle que chacune d'elles, essaye de maximiser son profit.

### Les fonctions de profit :

La fonction de profit pour la firme domestique s'écrit :

$$\pi(x, y; s) = xp(x + y) - c(x) + sx, \quad (4.1)$$

où :

- $p(x+y)$  est la fonction inverse de la demande, qui est supposée strictement décroissante.
- $c(x)$  est la fonction du coût de production, qui est supposée strictement convexe.
- $s$  représente la subvention par unité dont bénéficie la firme domestique.

La fonction de profit de la firme étrangère s'écrit :

$$\pi^*(x, y) = yp(x + y) - c^*(y), \quad (4.2)$$

où :

- $c^*(x)$  est la fonction du coût de production de la firme étrangère, qui est supposée strictement convexe.

La condition de 1<sup>er</sup> ordre décrivant le choix optimal de production de la firme domestique est :

$$\begin{aligned}\pi_x &= \frac{\partial \pi(x, y; s)}{\partial x} \\ &= xp_x + p - c_x + s = 0.\end{aligned}\tag{4.3}$$

La condition de 1<sup>er</sup> ordre décrivant le choix optimal de production de la firme étrangère est :

$$\begin{aligned}\pi_y^* &= \frac{\partial \pi^*(x, y)}{\partial y} \\ &= yp_y + p - c_y^* = 0,\end{aligned}\tag{4.4}$$

La condition de 2<sup>nd</sup> ordre décrivant le choix optimal de production de la firme domestique est :

$$\begin{aligned}\pi_{xx} &= \frac{\partial^2 \pi(x, y; s)}{\partial x^2} \\ &= 2p_x + xp_{xx} - c_{xx} < 0,\end{aligned}\tag{4.5}$$

La condition de 2<sup>nd</sup> ordre décrivant le choix optimal de production de la firme étrangère est :

$$\begin{aligned}\pi_{yy}^* &= \frac{\partial^2 \pi^*(x, y)}{\partial y^2} \\ &= 2p_y + yp_{yy} - c_{yy}^* < 0.\end{aligned}\tag{4.6}$$

On utilise aussi les conditions suivantes (substituabilité) :

$$\begin{aligned}\pi_{xy} &= \frac{\partial \pi_x}{\partial y} \\ &= p_y + xp_{xy} < 0.\end{aligned}\tag{4.7}$$

-Et

$$\begin{aligned}\pi_{yx}^* &= \frac{\partial \pi_y^*}{\partial x} \\ &= p_x + yp_{yx} < 0.\end{aligned}\tag{4.8}$$

-Et :

$$\pi_{xx} < \pi_{xy} \quad \pi_{yy}^* < \pi_{yx}^*\tag{4.9}$$

- Les deux premières conditions (4.7) et (4.8) signifient que le revenu marginal d'une firme diminue avec l'augmentation de la quantité produite par l'autre firme (firme rivale).
- La condition (4.9) signifie que les effets de production sur le profit marginal dominent les autres effets (les effets croisés<sup>1</sup>).

Les trois conditions (4.7), (4.8) et (4.9) impliquent :

$$D \equiv \pi_{xx}\pi_{yy}^* - \pi_{xy}\pi_{yx}^* > 0.\tag{4.10}$$

### L'effet de la subvention :

Pour montrer l'effet de la subvention, on procède comme suit :

La différentiation totale des conditions de 1<sup>er</sup> ordre (4.3) et (4.4) nous donne :

$$\pi_{xx}dx + \pi_{xy}dy + \pi_{xs}ds = 0,\tag{4.11}$$

$$\pi_{yx}^*dx + \pi_{yy}^*dy + \pi_{ys}^*ds = 0,\tag{4.12}$$

Comme  $\pi_{xs} = 1$  (firme subventionnée) et  $\pi_{ys}^* = 0$  (firme non subventionnée), les deux équations peuvent être écrites sous forme matricielle et peuvent être résolues en utilisant la règle de Cramer, et on aura :

$$\begin{bmatrix} \pi_{xx} & \pi_{xy} \\ \pi_{yx}^* & \pi_{yy}^* \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x_s \\ y_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$x_s \equiv dx/ds = -\pi_{yy}^*/D > 0,\tag{4.13}$$

$$y_s \equiv dy/ds = \pi_{yx}^*/D < 0,\tag{4.14}$$

---

1. cross effects

où  $D$  est définie par (4.10).

### Interprétation des résultats :

- Naturellement, l'augmentation des subventions, s, engendre une augmentation des exportations de la firme domestique, comme il est illustré par (4.13), (en utilisant (4.5) et (4.10)).
- De manière similaire, de (4.7), (4.8) et (4.10), l'exportation de la firme domestique réduit les rendements (profits) de la firme étrangère.

### Les conclusions du modèle de Brander et Spencer (1985)[8] :

- Premièrement, et de manière naturelle, introduire ou augmenter des subventions à l'exportation d'une firme domestique permet d'augmenter le niveau de production de cette firme, et réduit celle de la rivale. En effet, l'augmentation des subventions réduit les coûts réellement supportés par la firme domestique, et incite la firme aidée à exporter plus que sa rivale. Mais, comme les biens subventionnés sont de bons substituts aux produits de la firme rivale, cette dernière doit baisser son niveau de production d'équilibre.
- Deuxièmement, puisque les prix du marché baissent lorsque les quantités totales disponibles augmentent, les profits de la rivale vont décroître en fonction de l'augmentation des subventions. Mais, les profits de la firme aidée vont continuer à progresser, c'est le détournement de la rente<sup>2</sup>.
- Troisièmement, cette baisse des prix est bénéficiaire pour les consommateurs du pays tiers.
- Enfin, et surtout, contrairement aux modèles classiques du libre-échange, cette subvention permet d'améliorer le bien-être du pays qui subventionne. Ainsi, un pays devra d'autant plus aider une firme nationale qu'elle est compétitive, car le profit brut de la firme subventionnée sera d'autant plus supérieur au niveau de la subvention, aboutissant à un gain net au niveau de l'économie subventionnant.
- Il convient de rappeler, également, la contribution importante de Krugman, en 1984[25], dans laquelle il montrait que la taxation des importations peut agir comme une forme de promotion des exportations, si l'industrie en question est sujete à

---

2. En anglais : profit shifting, profit stealing

un fort phénomène d'apprentissage<sup>3</sup> ou à d'autres formes d'économie dynamique, comme dans le secteur des semi-conducteurs, de l'automobile ou de l'aéronautique.

### 4.3 Le marché des avions de 30 à 40 places, comme prototype du modèle de transfert de rente de Brander et Spencer.

Baldwin et Flam (1989) affirment que le marché des avions de 30/40 sièges semble avoir toutes les caractéristiques pour être un exemple presque parfait du modèle de transfert de rente de Brander et Spencer, à cause de la présence de forts rendements d'échelle et d'envergure, à la fois statiques et dynamiques.

#### 4.3.1 La structure du modèle Richard Baldwin et Harry Flam

Richard Baldwin et Harry Flam[3] dans leur étude effectuée sur le marché des avions de 30/40 sièges, ont considéré en premier lieu le côté de la demande du marché c'est-à-dire la demande des compagnies aériennes pour les avions (le marché aval), ensuite ils ont considéré le côté du pouvoir du marché (le marché amont).

##### Les hypothèses du modèle :

- Considérons d'abord le côté de la demande du marché (le marché aval) :

- Il y'a trois constructeurs d'avions, un constructeur Suédois (S), un constructeur Canadien (C) et un constructeur Brésilien (B) qui font la concurrence sur le marché.
- Les trois constructeurs produisent des modèles d'avions substituables (ils appartiennent à un même segment).
- Pour la simplicité, les auteurs ont considéré que les avions étudiés ont une durée de vie infinie et un coût de maintenance fixe.
- Le plan de production de chaque firme est de 20 ans.
- Le prix d'un avion est donné par  $p^i$ .
- Les compagnies aériennes sont supposées acheter une quantité  $x$  avions chaque année et cela durant 20 ans, et qu'elles gardent leurs avions définitivement.
- A l'année  $i$  ( $i = 1, \dots, 20$ ), la compagnie aérienne utilise ses avions avec  $(i * x)$  pour procurer à ses clients un service avec une quantité  $s = s(i * x)$ .

---

3. En anglais : learning by doing

- La quantité de service procuré par les compagnies aériennes à leurs clients est estimée à un prix  $w$  par unité de service.

**La construction du modèle :**

Chaque compagnie aérienne essaye de maximiser ses gains actualisés.

La fonction de profit de chaque compagnie aérienne s'écrit :

$$\max_x \Pi = \sum_{i=1}^{20} \rho^{i-1} ws(i \cdot x) + \sum_{i=21}^{\infty} \rho^{i-1} ws(20 \cdot x) - \sum_{i=1}^{20} \rho^{i-1} p^i x, \quad (4.15)$$

où :  $\rho = 1/(1+r)$  est le taux d'actualisation et  $r$  est le taux d'intérêt.

La condition du premier ordre est donnée par :

$$p^j(x) = \sum_{i=j}^{20} \rho^{i-j} ws'(i \cdot x) + \sum_{i=21}^{\infty} \rho^{i-j} ws'(20 \cdot x), \quad j = 1, \dots, 20. \quad (4.16)$$

- En supposant que les compagnies aériennes sont identiques, cette expression représente la fonction inverse de la demande des avions.
- En considérant que le revenu marginal  $qs'(i \cdot x)$  a une élasticité constante et prend la forme simple suivante :

$$ws'(i \cdot x) = \alpha(i \cdot x)^{-e},$$

Où  $e$  : est l'élasticité et  $\alpha$  une constante.

Donc (4.16) (la fonction inverse de la demande), peut être écrite sous la forme suivante :

$$p^j = \sum_{i=j}^{20} \rho^{i-j} \alpha(i \cdot x)^{-e} + \sum_{i=21}^{\infty} \rho^{i-j} \alpha(i \cdot x)^{-e}, \quad j = 1, \dots, 20. \quad (4.17)$$

- Donc, le prix du présent est vu comme une fonction de quantité de service assurée, plus la longévité de l'avion.

- Considérons maintenant le côté du pouvoir du marché (le marché amont) :

La technologie de production des avions a deux importantes caractéristiques qui doivent être prises en considération lors de la modélisation :



- Premièrement, le développement d'un nouveau modèle d'avion nécessite un investissement large en Recherche et Développement (coûts fixes assez importants).
  - Deuxièmement, la production des avions est caractérisée par de larges réductions des coûts de production grâce au phénomène d'apprentissage.
- Alors :
- Le coût total actualisé pour chacune des firmes (les constructeurs  $j = S, B, C$ ) durant les 20 années de la période de production est donné par l'expression suivante :

$$C_j = F_j + \sum_{i=1}^{20} \rho^{i-1} [\beta_j (i \cdot x_j)^{-\gamma}] x_j + \sum_{i=1}^{20} \rho^{i-1} z \cdot x_j \quad (4.18)$$

- où :

- $F_j$  est le terme qui correspond aux coûts fixes.
- $\beta_j (i \cdot x_j)^{-\gamma}$  est une fonction de réduction des coûts de main d'œuvre par unité de production cumulée ( $i \cdot x_j$ ), tel que  $\beta_j$  est le sommet de la courbe d'apprentissage (le coût pour la première unité) et  $\gamma$  correspond au taux de déclinaison.
- Le  $z$  représente une unité constante des coûts autres que les coûts de main d'œuvre (coûts des importations des inputs).
- Et l'expression du coût marginal actualisé est donnée par :

$$\frac{\partial C_j}{\partial x_j} = (1 - \gamma) \beta_j x_j^{-\gamma} \sum_{i=1}^{20} \rho^{i-1} i^{-\gamma} + z \sum_{i=1}^{20} \rho^{i-1}, \quad (4.19)$$

- Pour formuler la fonction de profit des firmes, Richard Baldwin et Harry Flam ont supposé les hypothèses suivantes :

- Chaque firme est supposée choisir sa propre constante capacité, en prenant en considération la demande mondiale et les capacités constantes des firmes rivales ainsi que sa propre capacité technologique.
- En d'autres termes, les firmes font la concurrence en quantité en prenant comme données les capacités des firmes rivales.
- Grâce à la réduction des coûts réalisée par la production cumulée, chaque firme essaye de produire le maximum pour pouvoir bénéficier de cet avantage dans un minimum de temps.
- Vu que le changement de capacité d'une firme engendre des coûts fixes importants, aucune des firmes n'envisage de changer sa capacité qui est donc supposée constante (après avoir pris de décision).

- La capacité d’une firme est supposée être utilisée au maximum.

Comme chaque firme choisit sa capacité (égale à la production annuelle) pour maximiser son profit, alors la fonction de profit de chaque firme est donnée par l’expression suivante :

$$\max_{x_j} \Pi_j = \sum_{i=1}^{20} \rho^{i-1} p^i(x) x_j - C_j, \quad j = s, c, b, \quad (4.20)$$

Et la condition du premier ordre est donnée par :

$$\sum_{i=1}^{20} \rho^{i-1} p^i(x) [1 - (x_j/x)/e] = \frac{\partial C_j}{\partial x_j}, \quad j = s, c, b, \quad (4.21)$$

### Calibration et résolution du modèle :

Les auteurs ont simulé les effets des politiques commerciales stratégiques au marché mondiale d’avion à 30/40 places dans un cadre qui est le pendant le plus proche du monde actuel au modèle du "profit-shifting" de Brander-Spencer[8] et qui est caractérisé par de grandes économies d’échelle statiques et dynamiques et de la durabilité extrême du produit rendant les politiques puissantes.

Dans leur étude, les auteurs ont suivi la démarche suivante :

- Vu que le Canada a été soupçonné qu’il a réservé son marché à sa firme domestique "Havilland" au détriment des autres firmes à savoir le constructeur Suédois "Saab" et le constructeur Brésilien "Brisilias", en instaurant des restriction d’accès au marché<sup>4</sup>, les auteurs ont simulé les résultats (profits) sur le marché dans le cas d’absence des restriction d’accès au marché.
- Vu que le gouvernement Brésilien a été soupçonné qu’il a subventionné sa firme nationale "Brasilias" à vendre ses avions à bas prix à une compagnie aérienne américaine "Texas Air", les auteurs ont simulé les résultats sur le marché dans le cas d’absence de cette subvention.
- Les deux auteurs ont également simulé les résultats sur le marché en l’absence à la fois de la subvention Brésilienne et des restriction d’accès au marché Canadien.
- A la fin, les deux auteurs ont comparé tous résultats obtenus dans les cas précédents avec les donnée réelles, c’est à dire les livraisons des différents constructeurs concernés sur le marché et cela à partir de 1984 jusqu’à 1988.

---

4. En anglais : MAR Market Access restriction

Dans cette étude, les auteurs se sont intéressés aux critères suivants :

- Les profits des trois constructeurs.
- Le surplus des consommateurs.
- Le prix des avions.
- Les ventes des trois constructeurs.

**Les principaux résultats du modèle Richard Baldwin et Harry Flam[3] :**

Les auteurs ont tiré les conclusions suivantes :

- En fermant ses marchés à la concurrence brésilienne et suédoise, le Canada peut transférer les profits à ses producteurs sans diminuer le surplus des consommateurs.
- Les subventions de l'exportation brésilienne bénéficient aux consommateurs du monde et aux entreprises brésiliennes.
- La conséquence commune de ces deux politiques est l'augmentation du surplus des consommateurs qui est plus grande que la réduction des profits totaux.

### **4.3.2 Une extension du modèle de Brander et Spencer : le cas d'un duopole de Bertrand**

Eaton et Grossman ont repris, en 1986 [17], ce modèle de Brander et Spencer en modifiant une seule hypothèse :

les firmes se font concurrence par les prix, selon l'hypothèse de Bertrand, qui est une hypothèse plus réaliste.

Ils aboutissent à une conclusion contre-intuitive : la Politique Commerciale Stratégique optimale consiste, alors, à taxer les exportations domestiques afin d'accroître le prix de vente à l'étranger, et réduire les quantités vendues pour accroître le profit de la firme.

Cette conclusion va dans le sens d'une intervention de l'État, mais nous rappelle que les modalités de la Politique Commerciale Stratégique sont très sensibles à toutes les hypothèses du modèle considéré.

### **4.3.3 Modèle où deux firmes s'affrontent sur les deux marchés nationaux (Brander et Spencer (1984))**

La structure de base du modèle [8] à marché réciproque, abordée ici, a été établie par Brander en 1981[6].

#### **Segmentation et modèle à marché réciproque**

Nous considérons deux pays, avec des conditions de demandes et de coûts similaires mais pas nécessairement. L'un est le pays domestique, l'autre, le pays étranger.

Dans chacun de ces pays, deux ou plusieurs biens sont consommés. Au moins, un de ces biens est produit dans des conditions oligopolistiques, la demande est satisfaite en partie par l'étranger et l'intérieur.

Le point important ici est que les marchés sont considérés segmentés (Brander et Spencer,1984)[9], cela signifie que les oligopoles prennent des décisions séparées pour chacun des marchés (intérieur ou étranger).

Dans ces conditions, les oligopoles définissent des niveaux de productions différents pour chaque marché, plutôt que de considérer un marché mondial intégré qui répartirait de lui-même les produits en fonction des marchés. Les prix sur chacun des marchés sont donc des variables indépendantes.

#### **Le captage de rente dans le modèle à marchés réciproques avec une situation oligopolistique de type Cournot : le dilemme du prisonnier [35]**

Brander et Spencer (1984)[7] utilisent un duopole de Cournot. Nous avons des firmes domestiques et étrangères et deux gouvernements, l'un domestique, l'autre étranger.

Dans un premier temps les gouvernements fixent, simultanément, les droits de douane, puis les firmes décident de leurs niveaux de production. Chaque État souhaite avoir l'action qui maximisera son bien-être national, qui est composé du profit de sa firme domestique, du surplus de ses consommateurs et des revenus nets du gouvernement (Dixit)[16][13].

Sous ces conditions, la situation d'équilibre qui prévaut ici est un équilibre de Nash où les deux firmes ont intérêt à utiliser le droit de douane. Cet équilibre non-coopératif est normalement sous-optimal en matière de bien-être, s'il est comparé à un régime de libre-échange, donc sans droit de douane.

L'incitation de subventionner les ventes sur le marché extérieur existe toujours lorsqu'un gouvernement est confronté à un marché oligopolistique. Il est intéressant de noter avec **Dixit** (1984, 1988)[16][13] qu'un État est toujours incité à mener une Politique Commerciale Stratégique active, même lorsque l'on prend en compte les représailles (par exemple, des droits de douane qui contre-carrent une subvention aux exportations). En voici, la matrice pouvant illustrer ce dilemme du prisonnier :

		PAYS A	
		Libre-échangiste	PCS
PAYS B	Libre-échangiste	$400^{BS}, 400^A$	$500^B, 50^A$
	PCS	$50^B, 500^A$	$100^B, 100^A$

TABLE 4.1: Source : **Baldwin**(1988)[2]

Cependant, **Dixit** (1988)[13] conclut aussi qu'en cas de dumping de la part de la firme étrangère, un droit de douane compensateur n'est pas justifié, puisque l'oligopole ne capte qu'un profit limité.

En outre, même lorsque l'oligopole étranger est subventionné, Collie (1991)[10] n'aboutit pas à la même conclusion que **Dixit** (1988)[13] en termes de Politique Commerciale Stratégique active. Pour lui, l'intérêt de la Politique Commerciale Stratégique est, finalement, neutralisé par les représailles des deux économies.

Des conclusions de ces deux modèles, on peut déduire que l'intervention des puissances publiques n'est pas toujours systématiquement utile.

## 4.4 Le secteur de l'aéronautique civil : l'apport du modèle de Neven et Seabright (1995)

Nous rappelons que le marché aéronautique civil se prête bien à une analyse de la Politique Commerciale Stratégique.

### 4.4.1 Quelques modèles antérieurs

Les modèles antérieurs à celui de Neven et Seabright[30] ont consisté à modéliser la concurrence entre Airbus et Boeing comme un duopole. Airbus étant la firme qui défie le monopole de Boeing. Leurs conclusions logiques est qu'une Politique Commerciale Stratégique au profit de l'un se fait au détriment de l'autre. Pour présenter de manière synthétique les conclusions de ces modèles, les grands gagnants sont, à la fois les gouvernements européens grâce aux gains de Airbus, et les consommateurs. Les grands

perdants étant, les Etats-Unis (Boeing).

Baldwin et Krugman (1988) [4] ont également développé un modèle de concurrence entre Airbus Industrie et Boeing et simulé le comportement du marché des A 300 et B 767 (moyens porteurs à rayon d'action moyen) avec et sans Airbus Industrie. Ils concluent que Airbus avait eu un impact positif sur les prix pratiqués aux consommateurs, mais avait entraîné de fortes pertes pour Boeing et des pertes substantielles pour les contribuables européens.

L'impact négatif de l'entrée d'Airbus sur Boeing s'expliquant par la présence d'importantes économies d'apprentissage (réduction du coût marginal de production à mesure que la production augmente) qui ont été diluées par l'entrée d'Airbus.

Klepper (1990)[24] a étendu cette analyse en modélisant la concurrence entre ces deux producteurs, mais sur trois segments de marché : petit porteur à petit champs d'action (exemple : A 320, B 737), moyen porteur/moyen courrier (exemple : A300, A310, B757, B767, long courrier/gros porteur (exemple : B747).

Klepper confirme les conclusions de Baldwin et Krugman[4] : le bénéfice en terme de surplus de consommateur ne réussit pas à compenser les pertes liées aux économies d'apprentissage, conclusion aggravée par la présence d'économies d'envergures (économie liées à la possibilité de produire pour plusieurs marchés différents grâce aux transferts de méthodes par exemple).

Klepper (1994) montre que le principal effet de subventions à la production consiste à transférer des économies d'apprentissage, des parts de marché et de bénéfices de Boeing vers Airbus, sans avantager outre mesure les consommateurs.

### **La particularité du modèle de Neven et Seabright (1995) :**

Ce modèle[30] se distingue des modèles précédents, car il ne se limite pas à l'étude d'un duopole mais prend en compte trois constructeurs Boeing (constructeur Américain), Airbus (constructeur Européen), et un autre constructeur Américain qui est Mac Donnell Douglas. Ce qui complexifie l'analyse.

Ils partent, d'un duopole entre Boeing et Mac Donnell Douglas, qui voit entrer un troisième concurrent, Airbus. Ainsi,

- Premièrement, l'impact qualitatif et quantitatif d'un troisième producteur n'est pas celle d'un second.
- Deuxièmement, ils se sont attachés à modéliser les décisions de développement des nouveaux produits, plutôt que de considérer les gammes de produits comme données.

Cette démarche permet, selon ces auteurs, de se demander si Airbus a eu un impact sur la qualité et les types des produits de ses rivaux, ainsi que sur les prix et les quantités de produits donnés.

#### **4.4.2 Les caractéristiques essentielles du modèle de Neven et Seabright (1995)**

- Premièrement, ce modèle étudie une séquence de décisions de production se déroulant sur une période de quarante ans, qui lie six étapes de la concurrence industrielle correspondant à l'introduction de nouveaux modèles en termes de taille ou au remplacement de modèles existants.
- Deuxièmement, ils cherchent à rendre compte des décisions d'entrée par Boeing, Airbus, et Mac Donnell Douglas à chacune des étapes de la concurrence. Ils modélisent les décisions relatives aux développements de nouveaux modèles et aux dépenses de R&D, à chaque étape, pour voir si Airbus a eu un impact sur le type ou les caractéristiques techniques des avions produits, aussi bien sur les prix que sur quantités.
- Troisièmement, ce modèle explicite et étudie l'imparfaite substituabilité d'avions de tailles différentes.
- Quatrièmement, ce modèle rend compte de l'existence d'économies d'échelle à l'intérieur des firmes.
- Cinquièmement, les firmes décident simultanément et définitivement, pour chaque période, et avant chaque période, leur niveau de production. Il n'y a pas d'économie d'apprentissage à l'intérieur de chaque période.
- Sixièmement, les firmes s'engagent fermement sur les prix sur la période donnée, ceux-ci ne varieront pas au sein d'une période.

### 4.4.3 La structure du modèle de Seabright et Neven

#### Définitions et hypothèses

- On suppose qu'il y a quatre segments de marchés, indicés par  $i = 1, 2, 3, 4$
- 1. Petit porteur, court courrier<sup>5</sup> : (A320, B737, MD - 80)
- 2. Moyen porteur, moyen courrier<sup>6</sup> : (A300/310, B757, B767)
- 3. Grand porteur, moyen courrier<sup>7</sup> : (A330/340, B777, MD - 11)
- 4. Grand porteur long courrier<sup>8</sup> : (B747)
- Les producteurs sont : Airbus, Boeing et McDonnell-Douglas, indicés par  $j = 1, 2, 3$ .
- La demande est supposée linéaire.
- Il y'a substitution entre les produits appartenants au même segment et entre ceux qui appartiennent à deux segments voisins.

La fonction de la demande est donnée par l'expression suivante :

$$K_{ij} + m_{ij} = a_i + b_i q_i + c_i (q_{i+1} + q_{i-1}). \quad (4.22)$$

où :

- $K_{ij}$  : représente le coût capital annuel dû au fonctionnement de l'avion de type  $i$  produit par un constructeur  $j$ .
  - $m_{ij}$  : représente les autres coûts (en général les coûts de maintenance et le fuel), pour un avion de type  $i$ , produit par un constructeur  $j$ .
  - $q_i$  : la quantité totale produite dans le segment  $i$ .
  - Pour les segments 1 et 4 un des deux segments voisins a une demande égale à 0.
- En supposant que :  $K_{ij}$  constitue la fonction du prix de l'avion, tel que :

$$K_{ij} = p_{ij}(r + D); \quad (4.23)$$

où :

- $p_{ij}$  : est le prix de l'avion.
- $r$  : le taux d'intérêt.
- $D$  : le coût d'amortissement.

Donc, à partir de (4.22) et (4.23), on aura :

$$p_{ij} = [a_i + b_i q_i + c_i (q_{i+1} + q_{i-1}) - m_{ij}] / (D + r). \quad (4.24)$$

---

5. En anglais : Short-range, narrow bodied

6. Medium range, medium bodied

7. Long-range, medium bodied

8. Long-range wide bodied



Les coûts sont également donnés par l'expression suivante :

$$\begin{aligned}
C_j &= F_j + (\alpha_{1j} - \Gamma(Q_{2j} + q_{2j}))q_{1j} + (\beta_1 - \delta Q_{1j})(q_{1j})^2 \\
&+ (\alpha_{2j} - \Gamma(Q_{1j} + q_{1j} + Q_{3j} + q_{3j}))q_{2j} + (\beta_2 - \delta Q_{2j})(q_{2j})^2 \\
&+ (\alpha_{3j} - \Gamma(Q_{2j} + q_{2j} + Q_{4j} + q_{4j}))q_{3j} + (\beta_3 - \delta Q_{3j})(q_{3j})^2 \\
&+ (\alpha_{4j} - \Gamma(Q_{3j} + q_{3j}))q_{4j} + (\beta_4 - \delta Q_{4j})(q_{4j})^2
\end{aligned} \tag{4.25}$$

où :

- $C_j$  : est le coût total de production par le producteur  $j$ .
- $F_j$  : les coûts fixes.
- $\alpha_{ij}$  : Paramètre du coût spécifique pour le modèle de type  $i$ , produit par le constructeur  $j$ .
- $Q_{ij}$  : représente la production cumulée dans le segment  $i$  par le producteur  $j$  (pour capturer l'effet d'apprentissage).
- $\Gamma$  et  $\delta$  : représente respectivement les paramètres d'envergure et de l'apprentissage.

#### 4.4.4 Résolution du modèle :

On peut utiliser les équations (4.24) et (4.25) pour formuler la fonction de profit, laquelle, par la suite sera dérivée par rapport à la quantité de production. En principe, comme la quantité produite dans un segment affecte les prix et, par conséquent, les profits dans les segments voisins, alors on doit dériver la fonction du profit global pour tous les segments considérés en commun.

En pratique, pour simplifier la notation, on peut définir la fonction du profit pour le producteur  $j$  dans le segment  $i$  et ces composants de profit dans les segments  $i - 1$ ,  $i$  et  $i + 1$  considérés à la fois affectés par la quantité produite dans le segment  $i$ .

Donc, l'expression de profit pour le producteur  $j$  dans le segment  $i$  est donnée par :

$$\begin{aligned}
\pi_{ij} &= q_{ij}[a_i + b_i q_i + c_i(q_{i+1} + q_{i-1}) - m_{ij}]/(r + D) \\
&+ q_{i-1j}[a_{i-1} + b_{i-1} q_{i-1} + c_{i-1}(q_i + q_{i-2}) - m_{i-1j}]/(r + D) \\
&+ q_{i+1j}[a_{i+1} + b_{i+1} q_{i+1} + c_{i+1}(q_{i+2} + q_i) - m_{i+1j}]/(r + D) \\
&- F_{ij} - (\alpha_{ij} - \Gamma(Q_{i-1,j} + q_{i+1,j} + Q_{i+1,j} + q_{i+1,j}))q_{i,j} + (\beta_i - \delta Q_{ij})(q_{ij})^2 \\
&- (\alpha_{i-1,j} - \Gamma(Q_{i-2,j} + q_{i+2,j} + Q_{ij} + q_{ij}))q_{i-1,j} \\
&- (\alpha_{i+1,j} - \Gamma(Q_{i+2,j} + q_{i+2,j} + Q_{ij} + q_{ij}))q_{i+1,j};
\end{aligned}$$

où  $F_{ij}$  représente les coûts fixes supplémentaires associés à l'entrée du producteur  $j$  dans le segment  $i$ .

En dérivant la fonction de profit précédente par rapport à la quantité  $q_{ij}$  produite par le producteur  $j$  dans le segment  $i$ , on aura :

$$\begin{aligned}
\partial\pi_{ij}/\partial q_{ij} &= [a_i + b_i q_i + c_i(q_{i+1} + q_{i-1}) - m_{ij}]/(r + D) \\
&+ [b_i q_{ij} + c_{i-1} q_{i-1,j} + c_{i+1} q_{i+1,j}]/(r + D) \\
&- \alpha_{ij} - \Gamma(Q_{i-1,j} + q_{i-1,j} + Q_{i+1,j} + q_{i+1,j}) \\
&- 2q_{i,j}(\beta_i - \delta Q_{ij}) + \Gamma(q_{i-1,j} + q_{i+1,j})
\end{aligned} \tag{4.26}$$

- L'égalisation de l'équation (1.27) à zéro, pour  $j = 1, 2, 3$ ,
- et le remplacement suivant :

$$q_i = q_{i1} + q_{i2} + q_{i3}$$

donne un système d'équations à trois variables  $q_{i1}, q_{i2}, et q_{i3}$ .

Ce système a été résolu en utilisant le logiciel Mathematica et les résultats sont les suivants :

1. Cas à Trois joueurs (constructeurs) :

$$q_{i3} = (-((b_i * A_2 - b_i * A_3) * (b_i^2 - 2 * b_i * B_1)) + C_2 * (b_i * A_1 - 2 * A_3 * B_1))/E_2$$

$$q_{i2} = (-((b_i * A_1 - b_i * A_2) * (b_i^2 - 2 * b_i * B_3)) + C_1 * (b_i * A_3 - 2 * A_2 * B_3))/E_1$$

$$q_{i1} = (-((b_i * A_3 - b_i * A_1) * (b_i^2 - 2 * b_i * B_2)) + C_3 * (b_i * A_2 - 2 * A_1 * B_2))/E_3$$

$$\begin{aligned}
A_j &= -a_i + m_{ij} - c_i * q_{i-1} - c_{i-1} * q_{i-1,j} \\
&- c_i * q_{i+1} - c_{i+1} * q_{i+1,j} \\
&+ \alpha_{ij} * (r + D) - 2 * \Gamma * q_{i-1,j} * (r + D) \\
&- \Gamma * Q_{i-1,j} * (r + D) - 2 * \Gamma * q_{i+1,j} * (r + D) - \Gamma * Q_{i+1,j} * (r + D)
\end{aligned}$$

$$B_j = b_i - \beta_i * (r + D) + \delta * Q_{ij} * (r + D).$$

$$C_j = b_i^2 - 2 * \beta_i * b_i * (r + D) + 2 * b_i * \delta * Q_{ij} * (r + D).$$

$$\begin{aligned}
E_j &= (-((b_{i2} - 2 * b_i * B_{j-1}) * (b_{i2} - 2 * b_i * B_{j+1})) \\
&+ C_j * (b_{i2} - 4 * B_{j-1} * B_{j+1}));
\end{aligned}$$

où :

$$B_0 = B_3 \text{ et } B_4 = B_1.$$

2. Cas à deux joueurs (constructeurs) :

$$q_{i2} = (b_i A_1 - 2 * A_2 B_1) / (b_{i2} - 4 * B_1 B_2);$$

$$q_{i1} = (b_i A_2 - 2 * A_1 B_2) / (b_{i2} - 4 * B_1 B_2);$$

où :

$$\begin{aligned} A_j &= (-a_i + m_{ij} - c_i * q_{i-1} * c_{i-1} * q_{i-1,j} \\ &\quad - c_i * q_{i+1} - c_{i+1} * q_{i+1,j} \\ &\quad + \alpha_{ij} * (r + D) - 2 * \Gamma * q_{i-1,j} * (r + D) \\ &\quad - \Gamma * Q_{i-1,j} * (r + D)) \end{aligned}$$

$$B_j = (b_i - \beta_i * (r + D) + \delta * Q_{ij} * (r + D))$$

3. Cas à un seul joueur (constructeur) :

$$q_{ij} = A * (B + C)$$

$$A_j = [(2b_i) / (r + D) - 2 * (\beta_i - \delta * Q_{ij})]^{-1}$$

$$\begin{aligned} B_j &= (-a_i + m_{ij} - c_i * (q_{i+1} + q_{i-1}) \\ &\quad - c_{i-1} q_{i-1,j} - c_{i+1} q_{i+1,j}) / (r + D) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_j &= \alpha_{ij} - \Gamma * (Q_{i+1,j} + 2q_{i+1,j} \\ &\quad + 2q_{i+1,j} + Q_{i-1,j}) \end{aligned}$$

Essentiellement, cette solution technique implique la supposition que dans tous les segments, la quantité à produire est prise simultanément par les trois producteurs et que chaque producteur prend en considération son propre passé (historique) et les quantités futures à produire dans les autres segments ainsi que les quantités de production de ses concurrents dans tous les segments.

Il y'a six étapes du modèle qui correspondent à un registre sur l'historique du marché de l'aviation civile à partir de la mi-1960 jusqu'à la fin de 1990.

A chaque étape les producteurs choisissent une seule fois pour toute leurs niveaux de production durant les 25 années (la durée de vie du modèle d'avion produit.)

Les étapes du modèle sont les suivantes :

1. étape 01 : (Début 1960), Les constructeurs décident d'entrer sur le segment 1 [ça correspond à la décision de Boeing de produire 727 737 et à la décision de MDD de produire le *DC - 9* ]
2. étape 02 : (Fin 1960), segment 4 [Boeing 747, MDD DC-10]
3. étape 03 : (1970), segment 2 [Airbus 303 et 310, Boeing 757 et 767]
4. étape 04 : (Début1980), segment 1 [Airbus 320, Boeing 737 et MDD *DC - 80*]
5. étape 05 : (Fin1980), segment 3 [Airbus 330 et 340, Boeing 777 et MDD *DC - 11*]
6. étape 06 : (Fin1990), segment 4 [ Boeing remplacement pour le 747]

Ce modèle est résolu suivant le raisonnement de la technique à rebours (retour en amont) :

- Premièrement, l'étape 06 est résolue en prenant en considération les valeurs (historiquement données) des quantités produites dans les autres segments.
- Ensuite, l'étape 05 est résolue en prenant comme données les valeurs historiques des quantités produites de l'étapes 01 jusqu'à l'étape 04 et la valeur de la quantité d'équilibre produite à l'étape 06.
- Après on vérifie si, à une étape donnée, la valeur de la quantité d'équilibre produite par un producteur donné, serait différente si à l'étape qui la précède un producteur *X* a choisi de ne pas entrer sur ce segment.
- Ce raisonnement sera répété sur toutes les étapes, et à chaque fois on compare les quantités produites à l'équilibre dans les deux cas.

#### 4.4.5 Les conclusions du modèle de Seabright et Neven

##### **Airbus n'a eu qu'un impact modéré sur les prix des avions commerciaux**

Bien que Airbus soit en concurrence avec Boeing, MDD est moins incité à concurrencer Boeing ; et l'introduction d'airbus réduit les parts de marché de Boeing ce qui l'empêche de bénéficier d'économie d'échelle et d'envergure, donc ne fait pas baisser ses coûts.

Malgré cela, Airbus est un concurrent plus efficace que MDD, un duopole Airbus/Boeing coûterait 2% moins chère aux consommateurs qu'un duopole MDD/Boeing. L'important est que si, Boeing était en situation de monopole, les prix du marché seraient 15% supérieurs.

## **Airbus a eu un impact négatif en terme d'innovation technologique de ses concurrents**

Les dépenses en R&D ont globalement augmenté dans le secteur, mais il y'a, beaucoup de dépenses redondantes. Ensuite, l'entrée d'Airbus a réduit les anticipations de rendement de la production, ce qui a réduit les investissements en terme de recherche sur l'amélioration de la consommation en carburant et de maintenance.

## **La présence d'Airbus réduit considérablement les profits de Boeing et Mac Donnell Douglas**

Si on donne le même poids au profit et au surplus du consommateur, alors Airbus a eu un impact globalement négatif sur le bien-être mondial, mais des conséquences largement positives sur le bien-être européen.

### **Starfish effect**

La perte en terme d'économies d'échelle et d'envergure par Boeing, suite à l'entrée d'Airbus, a considérablement augmenté les coûts de production éventuels d'un 777.

De ce fait, l'entrée de MDD sur le marché des longs courriers/moyens porteurs est plus soutenable. Et ce, même si l'entrée d'Airbus décourage l'entrée de MDD sur le marché des moyens courriers/moyens porteurs.

Autrement dit, l'entrée d'Airbus peut renforcer MDD en fragilisant son principal concurrent.

C'est l'intensification de concurrence et la réduction des taux de profit de tous les agents, par l'entrée d'Airbus sur le marché, qui fragilise Boeing (le leader du marché), et renforce MDD. L'impact de Airbus est asymétrique sur ses concurrents.

L'effet-concurrence surpasse l'effet-coût dans le cas des moyens courriers, c'est-à-dire que MDD est découragé à produire des moyens porteurs/moyens courriers, alors que c'est l'inverse pour les longs courriers (MDD serait encouragé à produire des moyens porteurs/longs courriers).

## 4.5 Conclusion

Ce chapitre est consacré à la description de quelques modèles considérés comme étant des modèles de référence pour l'étude de la politique commerciale stratégique (PCS) sur le marché aéronautique, à savoir le modèle de Brander et Spencer qui ont posé les bases méthodologiques de l'analyse de la politique commerciale stratégique, le modèle de Richard Baldwin et Harry Flam sur le marché des avions de 30 à 40 places qui est considéré comme prototype du modèle de transfert de rente de Brander et de Spencer, et ensuite le modèle de Neven et Seabright (1995) qui se distingue des modèles précédents, car il ne se limite pas à l'étude d'un duopole mais prend en compte trois constructeurs (Boeing, Airbus, et Mac Donnell Douglas), ce qui rend son étude beaucoup plus proche de la réalité du marché aéronautique.

# Application sur un contexte d'actualité

L'industrie aérienne est sous pression, singulièrement depuis qu'ont débuté les négociations post-Kyoto en 2007. Certes, on considère généralement que l'aviation ne contribue que pour 2% au total des émissions de  $CO_2$  dans le monde. Mais, en tenant compte de l'effet des autres émissions et des particularités de ce mode de transport, l'altitude à laquelle ces émissions sont émises, le groupe d'experts des Nations Unies sur le climat (GIEC) évalue l'impact global de l'aviation sur le changement climatique à 5%. C'est déjà plus significatif, et c'est sans tenir compte du doublement prévu du trafic aérien entre 2005 et 2020.

Dans le but de réduire les effets de l'aviation sur l'environnement, l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI), l'agence spécialisée des Nations unies en matière d'aviation, s'est engagée à ce que les émissions de  $CO_2$  de l'aviation internationale soient stabilisées à partir de 2020, que l'efficacité du carburant d'aviation soit améliorée de 2% par an jusqu'en 2050, et qu'une norme sur les émissions de  $CO_2$  des moteurs d'avions soit établie d'ici 2013. Cela s'est passé à Montréal (Canada) , le 8 octobre 2010.

L'industrie aéronautique doit répondre au défi environnemental. Cette bataille, elle la mène sur le front de la recherche d'abord : sur les carburants alternatifs, sur l'allègement des structures, sur l'aérodynamique, sur les moteurs.

Du côté des Américains, il y'a une quinzaine d'années, Boeing s'est lancé dans le développement d'avions dits de nouvelle génération (avions verts), capables d'une part de concurrencer Airbus et ses A319, 320, 321, et d'autre part de satisfaire les exigences économiques et écologiques des compagnies émergentes, notamment les low-cost.

Les compagnies américaines ont augmenté l'efficacité du carburant de 110% entre la fin des années 1970 et 2009, et les émissions de  $CO_2$  de l'aviation commerciale ont diminué de 10% entre 1990 et 2008.

L'industrie a été aidée en cela par des financements gouvernementaux dans des domaines tels que l'achat d'appareils moins voraces en carburant, la reconfiguration des ailettes et l'investissement dans des carburants alternatifs. Il y a un soutien politique fort en faveur des investissements dans les carburants alternatifs, tant pour sauver l'environnement que pour réduire la dépendance des États-Unis par rapport au pétrole étranger.

De leur côté, les Européens ont lancé plusieurs programmes de recherche pour répondre aux exigences de L'OACI et dans le but de satisfaire les demandes des clients. Les objectifs européens ont été fixés par l'ACARE (Advisory Council for Aeronautics Re-



search in Europe) dont le but est de :

- Réduire la consommation de -50%.
- Réduire les émissions Oxydes d'azote de -80%.
- Réduire le bruit des avions : -10%dB.

Et ces objectifs ont été répartis sur les différents composants de l'avion (avion, ATM, moteur) : par exemple pour le(s) moteur(s) : -20% (consommation), -60% pour cent(NOx), -6%dB par point de contrôle (Snecma)et ils sont repris par les différents pays, par exemple pour la Grande-Bretagne par le NATS (National Aerospace Technology Strategy, programmes EFE, IWATVP, SAI,OMEGA)

Mais là, il faut être conscient que les constructeurs sont confrontés à une problématique complexe. D'une part avec cette donnée supplémentaire que sont les contraintes environnementales, elles deviennent prioritaires 80% de la R & D financée par Airbus est déjà liée à des améliorations environnementales, et il faut renforcer les investissements autour de ces questions. Clean Sky est un bon exemple de programme d'investissement.

L'autre élément, encore plus significatif sans doute, est la concurrence qui devient plus active et plus directe. Là où aujourd'hui il y a un duopole entre Airbus et Boeing, au moins sur les gros-porteurs, on voit apparaître progressivement d'autres acteurs, qui ont des stratégies très clairement affichées pour monter en gamme. Les Russes, les Chinois, les Japonais dans une moindre mesure, les Canadiens, les Brésiliens. Il est clair aujourd'hui qu'un troisième acteur majeur finira par émerger, peut être un quatrième.

Dans ce contexte de concurrence plus active, les concurrents doivent pouvoir mettre sur le marché des avions plus innovants, plus performants, avec des empreintes carbone plus faibles. D'où, toute l'énergie dépensée actuellement pour trouver les technologies du futur. Ces efforts doivent se poursuivre. S'ils prennent du retard dans le développement de ces technologies du futur, la compétitivité de leurs industriels sera mise à mal.

Mais, face à cette situation de crise financière et économique, les Etats auront du mal à délier les cordons de la bourse aux constructeurs car l'aéronautique est un secteur à part, où les partenariats publics privés sont fondamentaux. Parce que les investissements s'effectuent à long terme et sont risqués.

- **À long terme** : les technologies sur lesquelles se lancent les travaux aujourd'hui ne seront pas en service avant dix, voire quinze ans.
- **Risqué** : il y a des sommes très importantes à mettre au pot sans qu'il y ait de retour immédiat, sans même qu'il y ait une certitude de retour.

C'est pour cette raison qu'il est intéressant qu'un état qui veut subventionner sa firme domestique afin d'investir dans ce secteur de haute technologie, doit estimer la valeur de la subvention optimale, qu'il est prêt à déboursier pour subventionner sa firme domestique, et doit savoir jusqu'à quel moment il peut résister à la concurrence, une fois, il a lancé son investissement, avant même de lancer ce dernier.

Pour cela, nous avons consacré cette partie afin qu'on puisse proposer une modélisation à ce contexte d'actualité, et cela, en faisant appel à la théorie des jeux.

### Modélisation :

Dans notre modélisation, on s'est inspiré du modèle de Brander-Spencer [8].

#### 4.5.1 Contexte économique

Nous considérons deux firmes qui font la concurrence en quantité (duopole de Cournot) : Airbus (Union Européenne) et Boeing (Etats-Unis) sur une période de temps  $T$  qui peut être finie ou infinie telle que :

- Dans le cas où  $T$  est finie, on suppose qu'après  $T$  une nouvelle technologie va apparaître sur le marché et rend la technologie existante obsolète.
- Les deux firmes produisent un produit homogène (même modèle d'avion ou bien les modèles produits appartiennent au même segment).
- Nous supposons que les Etats-Unis ont déjà subventionné leur firme domestique (Boeing) en investissant dans la recherche et développement, et cette dernière (Boeing) a commencé à bénéficier de cet investissement.
- De son côté, l'Union Européenne, pour maintenir sa place dans le marché, doit subventionner sa firme domestique (Airbus) en investissant dans la Recherche et Développement (R & D) c'est à dire investir dans une nouvelle technologie.
- Et pour cela, l'Union Européenne doit savoir d'avance :
  - La valeur de la subvention optimale qu'elle est prête à dépenser.
  - La durée maximale  $m$ , jusqu'à laquelle elle peut résister à la concurrence, une fois elle a investi, telle que  $m < T$ .
- Nous supposons que :

1. La firme domestique (Airbus) produit une quantité  $x$ .
2. La firme étrangère (Boeing) produit une quantité  $y$ .
3. La fonction inverse de la demande mondiale est donnée par :
 
$$P(Q) = \alpha - \beta(Q) \text{ où } Q = x + y \text{ et } \alpha > 0 \text{ et } \beta > 0.$$
4.  $\alpha$  est une constante, et elle est nulle, lorsque  $Q$  est nulle.
5.  $\beta$  est le taux de substituabilité entre les deux produits.
6. Les coûts unitaires de production des deux firmes sont respectivement :  $c_1$  et  $c_2$ .
7. La subvention par unité dont bénéficie la firme étrangère est  $s_2$ .
8. On suppose qu'il y'a une collusion parfaite entre l'Etat et la firme subventionnée.
9. Le profit instantané (une seule période) de Boeing s'écrit donc :

$$\begin{aligned} \Pi_B(x, y) &= P(x + y)y - c_2y + s_2y \\ &= [\alpha - \beta(x + y)]y - c_2y + s_2y \end{aligned}$$

10. Le profit instantané (une seule période) de Airbus s'écrit selon les cas suivants :

- (a) L'Union Européenne décide de ne pas investir :

$$\begin{aligned} \Pi_A(x, y) &= P(x + y)x - c_1x. \\ &= [\alpha - \beta(x + y)]x - c_1x. \end{aligned}$$

- (b) L'Union Européenne décide d'investir dans une nouvelle technologie :

- Cas  $b_1$  : L'Union Européenne a investi mais les fruits ne sont pas encore avérés sur le terrain ( toutes les périodes avant  $m$ ) :

$$\begin{aligned} \Pi_A(x, y) &= P(x + y)x - c_1x - s_1 \\ &= [\alpha - \beta(x + y)]x - c_1x - s_1. \end{aligned}$$

- Cas  $b_2$  : L'Union Européenne a investi et Airbus a commencé à bénéficier des fruits de cet investissement (toutes les périodes après  $m$ ) :

$$\begin{aligned} \Pi_A(x, y) &= P(x + y)x - c_1x + s_1x \\ &= [\alpha - \beta(x + y)]x - c_1x + s_1x. \end{aligned}$$

- Tel que :  $s_1$  est la subvention par unité dont va bénéficier la firme  $F_1$  (Airbus) en cas de réussite.

✓ Considérons d'abord le Cas (a) :L'Union Européenne décide de ne pas investir :

## 4.5.2 Description de la démarche

Vue l'interaction stratégique entre les deux firmes, on peut modéliser ce problème sous forme d'un jeu à une seule étape, qui sera répété pendant  $T$  :

- Les deux firmes concurrentes font la concurrence en quantités sur une période de temps donnée  $T$  qui peut être finie ou non (infinie).
- Chaque firme essaye de maximiser son profit sur cette période.
- Le comportement de Airbus sera :

$$F_1(x, y) = \sum_{t=1}^T \delta^t \Pi_A(x, y) \rightarrow Max$$

- Le comportement de Boeing sera :

$$F_2(x, y) = \sum_{t=1}^T \delta^t \Pi_B(x, y) \rightarrow Max$$

où  $\delta$  est un facteur d'actualisation (facteur d'escompte), tel que :

$$\delta = 1/(1 + r)$$

où  $r$  est le taux d'intérêt.

## 4.5.3 Mise en oeuvre de la démarche

On résout le jeu non coopératif de chaque période, en procédant comme suit :

Les fonctions de profit :

La fonction de profit  $\pi_B$  pour la firme  $F_2$  (Boeing) s'écrit :

$$\begin{aligned} \Pi_B(x, y) &= P(x + y)y - c_2y + s_2y \\ &= [\alpha - \beta(x + y)]y - c_2y + s_2y \end{aligned}$$

La fonction de profit  $\pi_A$  pour la firme  $F_1$  (Airbus) s'écrit :

$$\begin{aligned}\Pi_A(x, y) &= P(x + y)x - c_1x \\ &= [\alpha - \beta(x + y)]x - c_1x.\end{aligned}$$

La condition de 1<sup>er</sup> ordre décrivant le choix optimal de production de la firme  $F_1$  (Airbus) est :

$$\frac{\partial \pi_A(x, y)}{\partial x} = \alpha - 2\beta x - \beta y - c_1 = 0. \quad (4.27)$$

La condition de 1<sup>er</sup> ordre décrivant le choix optimal de production de la firme  $F_2$  (Boeing) est :

$$\frac{\partial \pi_B(x, y)}{\partial y} = \alpha - \beta x - 2\beta y - c_2 + s_2 = 0. \quad (4.28)$$

La condition de 2<sup>nd</sup> ordre décrivant le choix optimal de production de la firme  $F_1$  (Airbus) est :

$$\frac{\partial^2 \pi_A(x, y)}{\partial x^2} = -2\beta < 0 \quad (4.29)$$

La condition de 2<sup>nd</sup> ordre décrivant le choix optimal de production de la firme  $F_2$  (Boeing) est :

$$\frac{\partial^2 \pi_B(x, y)}{\partial y^2} = -2\beta < 0 \quad (4.30)$$

### Les fonctions de meilleure réponse :

La fonction de la meilleure réponse  $MR_A(y)$  pour la firme  $F_1$  (Airbus) s'écrit :

$$MR_A(y) = (\alpha - \beta y - c_1)/(2\beta). \quad (4.31)$$

La fonction de la meilleure réponse  $MR_B(x)$  pour la firme  $F_2$  (Boeing) s'écrit :

$$MR_B(x) = (\alpha - \beta x - c_2 + s_2)/(2\beta). \quad (4.32)$$

### L'équilibre au niveau de production

A l'équilibre  $(x^1, y^1)$  on a :

$$x^1 = MR_A(y^1). \quad (4.33)$$

$$y^1 = MR_B(x^1). \quad (4.34)$$

En remplaçant (4.32) dans (4.31), l'expression des quantités pour la firme  $F_1$  (Airbus) à l'équilibre s'écrit :

$$x^1 = (1/3)[(\alpha - 2c_1 + c_2 - s_2)/\beta] \quad (4.35)$$

Donc, l'expression de la quantité d'équilibre pour la firme  $F_2$  (Boeing) à l'équilibre s'écrit :

$$y^1 = (1/3)[(\alpha + c_1 - 2c_2 + 2s_2)/\beta] \quad (4.36)$$

Les expressions de profit des deux firmes seront respectivement :

$$\pi_A^1(x^1, y^1) = (1/3)[\alpha - 2c_1 + c_2 - s_2]x^1 \quad (4.37)$$

$$\pi_B^1(x^1, y^1) = (1/3)[\alpha + c_1 - 2c_2 + 2s_2]y^1. \quad (4.38)$$

### Les profits actualisés pendant $T$ périodes :

★ Dans le cas où la date  $T$  est finie :

Le profit actualisé pendant  $T$  périodes pour la firme  $F_2$ (*Boeing*) s'écrit :

$$\begin{aligned} \Pi_B^1(T) &= \sum_{t=1}^T \delta^t \Pi_B^1(x^1, y^1) \\ &= \Pi_B^1(x^1, y^1) \sum_{t=1}^T \delta^t \\ &= ([\Pi_B^1(x^1, y^1)]/r)[1 - (1/(1+r))^T]. \end{aligned}$$

Le profit actualisé pendant  $T$  périodes pour la firme  $F_1$ (*Airbus*) s'écrit :

$$\begin{aligned} \Pi_A^1(T) &= \sum_{t=1}^T \delta^t \Pi_A^1(x^1, y^1) \\ &= \Pi_A^1(x^1, y^1) \sum_{t=1}^T \delta^t \\ &= ([\Pi_A^1(x^1, y^1)]/r)[1 - (1/(1+r))^T]. \end{aligned}$$

★ Dans le cas où la date  $T$  est infinie :

Le profit actualisé pendant  $T$  périodes pour la firme  $F_2(Boeing)$  s'écrit :

$$\begin{aligned}\Pi_B^1(T) &= \sum_{t=1}^{\infty} \delta^t \Pi_B^1(x^1, y^1) \\ &= \Pi_B^1(x^1, y^1) \sum_{t=1}^{\infty} \delta^t \\ &= [\Pi_B^1(x^1, y^1)/r].\end{aligned}$$

Le profit actualisé pendant  $T$  périodes pour la firme  $F_1(Airbus)$  s'écrit :

$$\begin{aligned}\Pi_A^1(T) &= \sum_{t=1}^{\infty} \delta^t \Pi_A^1(x^1, y^1) \\ &= \Pi_A^1(x^1, y^1) \sum_{t=1}^{\infty} \delta^t \\ &= [\Pi_A^1(x^1, y^1)/r].\end{aligned}$$

✓ Considérons maintenant le Cas (b) : L'Union Européenne décide d'investir dans une nouvelle technologie :

#### 4.5.4 Description de la démarche

Vue l'interaction stratégique entre les deux firmes, on peut modéliser ce problème sous forme d'un jeu séquentiel à deux étapes :

★ Etape 01 :

- L'Union Européenne (UE) décide de son niveau de subvention  $s_1$ .
- L'UE doit savoir la date maximale  $m$  jusqu'à laquelle elle peut résister à la concurrence, une fois elle a lancé cet investissement.

★ Etape 02 :

- Les deux firmes concurrentes regardent  $s_1$  et  $m$  et font la concurrence en quantités sur une période de temps donnée  $T$  qui peut être finie ou non (infinie).
- Chaque firme essaye de maximiser son profit sur cette période.
- où :
- Le comportement de Airbus sera :

$$F_1(x, y) = \sum_{t=1}^T \delta^t \Pi_A(x, y) \rightarrow Max$$

- Le comportement de Boeing sera :

$$F_2(x, y) = \sum_{t=1}^T \delta^t \Pi_B(x, y) \rightarrow Max$$

où  $\delta$  est un facteur d'actualisation (facteur d'escompte), tel que :

$$\delta = 1/(1 + r)$$

avec un taux d'intérêt  $r$ .



## 4.5.5 Mise en oeuvre de la démarche

Nous résolvons le jeu en utilisant la méthode d'induction en amont. En partant de la deuxième étape, dans laquelle les deux firmes choisissent leurs niveaux de production  $(x,y)$  séparément en essayant de maximiser leurs profits individuels, après on passe à la première étape où l'Union Européenne doit décider de son niveau de subvention  $s_1$ . Ensuite, on détermine la date maximale  $m$  jusqu'à laquelle elle peut résister à la concurrence, une fois elle a lancé son investissement.

### Équilibre de Cournot-Nash de la deuxième étape

Étant données les décisions de la première étape :

1. La date maximale  $m$  jusqu'à laquelle l'Union Européenne peut résister à la concurrence, une fois elle a lancé son investissement est connue.
2. Le niveau de subvention  $s_1$  de l'Union Européenne pour Airbus est fixé.

• A chaque période  $t = \overline{1, \dots, m}$ , on aura : (l'Union Européenne a investi mais les fruits ne sont pas encore avérés)

### Les fonctions de profit :

La fonction de profit  $\pi_B$  pour la firme  $F_2$  (Boeing) s'écrit :

$$\begin{aligned}\Pi_B(x, y) &= P(x + y)y - c_2y + s_2y \\ &= [\alpha - \beta(x + y)]y - c_2y + s_2y\end{aligned}$$

La fonction de profit  $\pi_A$  pour la firme  $F_1$  (Airbus) s'écrit :

$$\begin{aligned}\Pi_A(x, y) &= P(x + y)x - c_1x - s_1 \\ &= [\alpha - \beta(x + y)]x - c_1x - s_1.\end{aligned}\tag{4.39}$$

La condition de 1<sup>er</sup> ordre décrivant le choix optimal de production de la firme  $F_1$  (Airbus) est :

$$\frac{\partial \pi_A(x, y)}{\partial x} = \alpha - 2\beta x - \beta y - c_1 = 0.\tag{4.40}$$

La condition de 1<sup>er</sup> ordre décrivant le choix optimal de production de la firme  $F_2$  (Boeing) est :

$$\frac{\partial \pi_B(x, y)}{\partial y} = \alpha - \beta x - 2\beta y - c_2 + s_2 = 0. \quad (4.41)$$

La condition de 2<sup>nd</sup> ordre décrivant le choix optimal de production de la firme  $F_1$  (Airbus) est :

$$\frac{\partial^2 \pi_A(x, y)}{\partial x^2} = -2\beta < 0 \quad (4.42)$$

La condition de 2<sup>nd</sup> ordre décrivant le choix optimal de production de la firme  $F_2$  (Boeing) est :

$$\frac{\partial^2 \pi_B(x, y)}{\partial y^2} = -2\beta < 0 \quad (4.43)$$

### Les fonctions de meilleure réponse :

La fonction de la meilleure réponse  $MR_A(y)$  pour la firme  $F_1$  (Airbus) s'écrit :

$$MR_A(y) = (\alpha - \beta y - c_1)/(2\beta). \quad (4.44)$$

La fonction de la meilleure réponse  $MR_B(x)$  pour la firme  $F_2$  (Boeing) s'écrit :

$$MR_B(x) = (\alpha - \beta x - c_2 + s_2)/(2\beta). \quad (4.45)$$

### L'équilibre au niveau de production

A l'équilibre  $(x^2, y^2)$  on a :

$$x^2 = MR_A(y^2). \quad (4.46)$$

$$y^2 = MR_B(x^2). \quad (4.47)$$

En remplaçant (4.45) dans (4.44), l'expression de la quantité d'équilibre pour la firme  $F_1$  (Airbus) à l'équilibre s'écrit :

$$x^2 = (1/3)[(\alpha - 2c_1 + c_2 - s_2)/\beta] \quad (4.48)$$

Donc, l'expression de quantité d'équilibre pour la firme  $F_2$  (Boeing) à l'équilibre s'écrit :

$$y^2 = (1/3)[(\alpha + c_1 - 2c_2 + 2s_2)/\beta] \quad (4.49)$$

Les expressions de profit des deux firmes seront respectivement :

$$\pi_A^2(x^2, y^2) = (1/3)[\alpha - 2c_1 + c_2 - s_2]x^2 - s_1$$

$$\pi_B^2(x^2, y^2) = (1/3)[\alpha + c_1 - 2c_2 + 2s_2]y^2.$$

**Les profits actualisés pendant les  $m$  périodes :**

Le profit actualisé pendant les  $m$  périodes pour la firme  $F_2(Boeing)$  s'écrit :

$$\begin{aligned}\Pi_B^2(m) &= \sum_{t=1}^m \delta^t \Pi_B^2(x^2, y^2) \\ &= \Pi_B^2(x^2, y^2) \sum_{t=1}^m \delta^t \\ &= ([\Pi_B^2(x^2, y^2)]/r)[1 - (1/(1+r))^m].\end{aligned}$$

Le profit actualisé pendant les  $m$  périodes pour la firme  $F_1(Airbus)$  s'écrit :

$$\begin{aligned}\Pi_A^2(m) &= \sum_{t=1}^m \delta^t \Pi_A^2(x^2, y^2) \\ &= \Pi_A^2(x^2, y^2) \sum_{t=1}^m \delta^t \\ &= ([\Pi_A^2(x^2, y^2)]/r)[1 - (1/(1+r))^m].\end{aligned}$$

- A chaque période  $t = \overline{m+1, \dots, T}$ , on aura :

**Les fonctions de profit :**

La fonction de profit  $\pi_B$  pour la firme  $F_2$  (Boeing) s'écrit :

$$\begin{aligned}\Pi_B(x, y) &= P(x+y)y - c_2y + s_2y \\ &= [\alpha - \beta(x+y)]y - c_2y + s_2y\end{aligned}$$

La fonction de profit  $\pi_A$  pour la firme  $F_1$  (Airbus) s'écrit :

$$\begin{aligned}\Pi_A(x, y) &= P(x+y)x - c_1x + s_1x \\ &= [\alpha - \beta * (x+y)]x - c_1x + s_1x.\end{aligned}$$

La condition de 1<sup>er</sup> ordre décrivant le choix optimal de production de la firme  $F_1$  (Airbus) est :

$$\frac{\partial \pi_A(x, y)}{\partial x} = \alpha - 2\beta x - \beta y - c_1 + s_1 = 0.$$

La condition de 1<sup>er</sup> ordre décrivant le choix optimal de production de la firme  $F_2$  (Boeing) est :

$$\frac{\partial \pi_B(x, y)}{\partial y} = \alpha - \beta x - 2\beta y - c_2 + s_2 = 0.$$

La condition de 2<sup>nd</sup> ordre décrivant le choix optimal de production de la firme  $F_1$  (Airbus) est :

$$\frac{\partial^2 \pi_A(x, y)}{\partial x^2} = -2\beta < 0$$

La condition de 2<sup>nd</sup> ordre décrivant le choix optimal de production de la firme  $F_2$  (Boeing) est :

$$\frac{\partial^2 \pi_B(x, y)}{\partial y^2} = -2\beta < 0$$

### Les fonctions de meilleure réponse :

La fonction de la meilleure réponse  $MR_A(y)$  pour la firme  $F_1$  (Airbus) s'écrit :

$$MR_A(y) = (\alpha - \beta y - c_1 + s_1)/(2\beta).$$

La fonction de la meilleure réponse  $MR_B(x)$  pour la firme  $F_2$  (Boeing) s'écrit :

$$MR_B(x) = (\alpha - \beta x - c_2 + s_2)/(2\beta).$$

### L'équilibre au niveau de production

A l'équilibre  $(x^3, y^3)$  on a :

$$x^3 = MR_A(y^3). \tag{4.50}$$

$$y^3 = MR_B(x^3). \tag{4.51}$$

En effectuant les remplacements nécessaires l'expression des quantités pour la firme  $F_1$  (Airbus) à l'équilibre s'écrit :

$$x^3 = (1/3)[(\alpha - 2c_1 + c_2 + 2s_1 - s_2)/\beta] \tag{4.52}$$

Donc, l'expression de quantité à l'équilibre pour la firme  $F_2$  (Boeing) à l'équilibre s'écrit : :

$$y^3 = (1/3)[(\alpha + c_1 - 2c_2 + 2s_2 - s_1)/\beta] \quad (4.53)$$

Les expressions de profit des deux firmes seront respectivement :

$$\pi_A^3(x^3, y^3) = (1/3)[\alpha - 2c_1 + c_2 - s_2 + 2s_1]x^3 \quad (4.54)$$

$$\pi_B^3(x^3, y^3) = (1/3)[\alpha + c_1 - 2c_2 + 2s_2 - s_1]y^3. \quad (4.55)$$

**Les profits actualisés à partir de la période  $m$  jusqu'à la période  $T$  :**

★ Dans le cas où la date  $T$  est finie :

Le profit actualisé à partir de la période  $m$  jusqu'à la période  $T$  pour la firme  $F_2$ (Boeing) s'écrit :

$$\begin{aligned} \Pi_B^3(T - m) &= \sum_{t=m+1}^T \delta^t \pi_B^3(x^3, y^3) \\ &= \pi_B^3(x^3, y^3) \sum_{t=m+1}^T \delta^t \\ &= (\pi_B^3(x^3, y^3)/[r(1+r)^m])[1 - (1/(1+r))^{T-m}]. \end{aligned}$$

Le profit actualisé à partir de la période  $m$  jusqu'à la période  $T$  pour la firme  $F_1$ (Airbus) s'écrit :

$$\begin{aligned} \Pi_A^3(T - m) &= \sum_{t=m+1}^T \delta^t \pi_A^3(x^3, y^3) \\ &= \pi_A^3(x^3, y^3) \sum_{t=m+1}^T \delta^t \\ &= (\pi_A^3(x^3, y^3)/[r(1+r)^m])[1 - (1/(1+r))^{T-m}]. \end{aligned}$$

★ Dans le cas où la date  $T$  est infinie :

Le profit actualisé à partir de la période  $m$  jusqu'à la période  $T$  pour la firme  $F_2(Boeing)$  s'écrit :

$$\begin{aligned}\Pi_B^3(T - m) &= \sum_{t=m+1}^{\infty} \delta^t \Pi_B^3(x^3, y^3) \\ &= \Pi_B^3(x^3, y^3) \sum_{t=m+1}^{\infty} \delta^t \\ &= (\Pi_B^3(x^3, y^3) / [r(1 + r)^m]).\end{aligned}$$

Le profit actualisé à partir de la période  $m$  jusqu'à la période  $T$  pour la firme  $F_1(Airbus)$  s'écrit :

$$\begin{aligned}\Pi_A^3(T - m) &= \sum_{t=m+1}^{\infty} \delta^t \Pi_A^3(x^3, y^3) \\ &= \Pi_A^3(x^3, y^3) \sum_{t=m+1}^{\infty} \delta^t \\ &= (\Pi_A^3(x^3, y^3) / [r(1 + r)^m]).\end{aligned}$$

**Les profits actualisés pendant toute la période  $T$  dans le cas d'investissement :**

Le profit actualisé pendant toute la période  $T$  pour la firme  $F_2(Boeing)$  s'écrit :

$$\Pi_B^3(T) = \sum_{t=1}^m \delta^t \Pi_B^3(x^3, y^3) + \sum_{t=m+1}^T \delta^t \Pi_B^3(x^3, y^3).$$

Le profit actualisé pendant toute la période  $T$  pour la firme  $F_1(Airbus)$  s'écrit :

$$\Pi_A^3(T) = \sum_{t=1}^m \delta^t \Pi_A^3(x^3, y^3) + \sum_{t=m+1}^T \delta^t \Pi_A^3(x^3, y^3).$$

## La subvention optimale de la première étape

Étant donnée l'autre décision de la première étape :

1. La date maximale  $m$  jusqu'à laquelle l'Union Européenne peut résister à la concurrence, une fois elle a lancé son investissement est connue.  
- Le comportement de la firme  $F_1$  (Airbus) est :

$$\begin{aligned}\max \Pi_A^3(T) &= \Pi_A^3(T)(s_1) - s_1 x^3 \\ &= (1/3)[\alpha - 2c_1 + c_2 - s_2 + 2s_1]x^3 - s_1 x^3 \\ &= (1/3)[\alpha - 2c_1 + c_2 - s_2 - s_1]x^3\end{aligned}$$

La condition de 1<sup>er</sup> ordre décrivant le choix optimal de la subvention de la firme  $F_1$  (Airbus) est :

$$\frac{\partial \pi_A(x, y)}{\partial s_1} = \alpha - 3c_1 + c_2 - s_2 - 4s_1 = 0.$$

La condition de 2<sup>nd</sup> ordre décrivant le choix optimal de la subvention de la firme  $F_1$  (Airbus) est :

$$\frac{\partial^2 \pi_A(x, y)}{\partial s_1^2} = -4 < 0$$

Donc l'expression de la subvention optimale  $s_1$  est :

$$s_1^* = (1/4)[\alpha - 3c_1 + c_2 - s_2]$$

**La date maximale  $m^*$  jusqu'à laquelle la firme  $F_1$  (Airbus) peut résister à la concurrence, une fois elle a lancé l'investissement**

- La subvention de l'Union Européenne pour la firme  $F_1$  (Airbus) représente un investissement qui coûte à chaque période  $t$  pendant  $m$  périodes une valeur égale à :

$$\pi_A^1 - \pi_A^2,$$

- une fois cet investissement a eu ses fruits sur le terrain, il rapportera à chaque période  $t$  à partir de la période  $m$  jusqu'à  $T$ , un gain égal à :

$$\pi_A^3 - \pi_A^1,$$

- La firme  $F_1$  (Airbus) est prête à supporter les coûts de cet investissement durant une durée maximale  $m^*$  qui annule la valeur actuelle nette de cet investissement.

-Le coût actualisé pendant  $\overline{1, \dots, m}$  périodes est :

$$\sum_{t=1}^m \delta^t [\pi_A^1 - \pi_A^2]$$

-Le gain actualisé pendant  $\overline{m+1, \dots, T}$  périodes sera égal à :

$$\sum_{t=m+1}^T \delta^t [\pi_A^3 - \pi_A^1],$$

Donc, la durée maximale  $m^*$  jusqu'à laquelle la firme  $F_1$  Airbus est prête à résister aux coûts de cet investissement, sera déduite de l'égalité suivante :

$$\sum_{t=1}^m \delta^t [\pi_A^1 - \pi_A^2] = \sum_{t=m+1}^T \delta^t [\pi_A^3 - \pi_A^1],$$

Si on pose :

$$\delta = 1/(1+r)$$

on aura :

$$\sum_{t=1}^m (1/1+r)^t \underbrace{[\pi_A^1 - \pi_A^2]} = \sum_{t=m+1}^T (1/1+r)^t \underbrace{[\pi_A^3 - \pi_A^1]},$$



En remplaçant les termes soulignés dans l'équation respectivement par à  $K$  et  $K^*$ , on aura :

★ Dans le cas où  $T$  est finie :

• Le premier terme sera égal à :

$$\begin{aligned}\sum_{t=1}^m (1/1+r)^t K &= K \sum_{t=1}^m (1/1+r)^t \\ &= (K/r)[1 - (1/1+r)^m]\end{aligned}$$

• Le deuxième terme sera donné par :

$$\begin{aligned}K^* \sum_{t=m+1}^T (1/1+r)^t &= K^*(1/1+r)^{m+1}[(1 - (1/1+r)^{T-m})/(1 - (1/1+r))] \\ &= K^*(1/1+r)^{m+1}[1 - (1/1+r)^{T-m}][(1+r)/r] \\ &= K^*(1/r)(1/1+r)^m[1 - (1/1+r)^{T-m}] \\ &= (K^*/((r(1+r))^m))[1 - (1/1+r)^{T-m}]\end{aligned}$$

En égalisant les deux termes, on aura la nouvelle forme de l'équation précédente :

$$(K/r)[1 - (1/1+r)^m] = (K^*/(r(1+r)^m))[1 - (1/1+r)^{T-m}]$$

$$K[1 - (1/1+r)^m] = (K^*/(1+r)^m)[1 - (1/1+r)^{T-m}]$$

$$(K/K^*) - (K/K^*)(1/1+r)^m = ((1/1+r)^m) - (1/1+r)^{T-m}$$

$$(K/K^*) - (K/K^*)(1/1+r)^m = (1/1+r) - (1/1+r)^{T-1}$$

$$(K/K^*) + (1/1+r)^{T-1} = (1/1+r)^m [1 + (K/K^*)]$$

$$(1/1+r)^m = ((K/K^*) + (1/1+r)^{T-1})/(1 + (K/K^*))$$

Donc, la durée maximale  $m^*$  jusqu'à laquelle l'Union Européenne (Airbus) peut résister à la concurrence, une fois elle a lancé son investissement, est donnée par l'expression suivante :

$$m^* = (\ln[((K/K^*) + (1/1+r)^{T-1})] - \ln[1 + (K/K^*)]) / [\ln(1/1+r)]$$

- ★ Dans le cas où  $T$  est infinie :
- Le premier terme sera égal à :

$$K \sum_{t=1}^m (1/1+r)^t = (K/r)[1 - (1/1+r)^m]$$

- Le deuxième terme sera donné par :

$$\begin{aligned} \sum_{t=m+1}^{\infty} K^*(1/1+r)^t &= K^* \sum_{t=m+1}^{\infty} (1/1+r)^t \\ &= [(K^*/r)(1/(1+r))^m] \end{aligned}$$

En égalisant les deux termes, on aura la nouvelle forme de l'équation précédente :

$$\begin{aligned} \sum_{t=1}^m (1/1+r)^t K &= \sum_{t=m+1}^{\infty} (1/1+r)^t K^* \\ K \sum_{t=1}^m (1/1+r)^t &= K^* \sum_{t=m+1}^{\infty} (1/1+r)^t \end{aligned}$$

$$(K/r)[1 - (1/1+r)^m] = [(K^*/r)(1/(1+r))^m]$$

D'où la date maximale  $m^*$ , jusqu'à laquelle l'Union Européenne peut résister à la concurrence, une fois elle a lancé son investissement :

$$m^* = (\ln[K^* + K] - \ln K) / (\ln[1+r])$$

Pour avoir une idée sur la relation qui existe entre le niveau de subvention  $s_1$ , que l'Union Européenne est prête à déboursier et la date  $m$ , jusqu'à laquelle elle peut résister à la concurrence, une fois elle a lancé cet investissement, on a fait une application sur le MATLAB, et on a tracé le graphe qui est représenté sur la figure(4.1) :

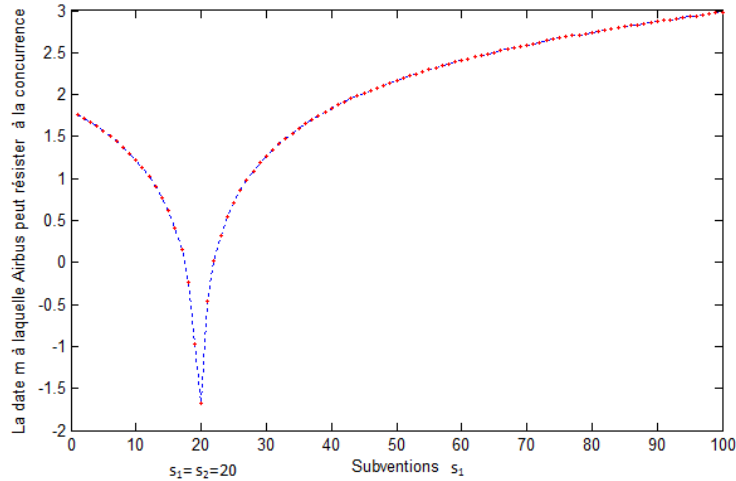


FIGURE 4.1: Variations de la date  $m$  en fonction de  $s_1$

#### 4.5.6 Interprétation des résultats

Le graphe représenté sur la figure(4.1), représente les variations de la date  $m$ , jusqu'à laquelle l'UE, peut résister à la concurrence, une fois elle a lancé son investissement, en fonction de son niveau de subvention  $s_1$ , qu'elle est prête à déboursier.

- Avant d'atteindre le niveau de subvention  $s_2$  de la firme rivale (États Unis), la date  $m$  jusqu'à laquelle, l'Union Européenne peut résister à la concurrence, une fois elle a lancé son investissement, diminue avec l'augmentation de son niveau de subvention  $s_1$ .
- Une fois, le niveau de subvention  $s_1$ , que l'UE est prête à déboursier, est supérieur au niveau de subvention  $s_2$ , de sa firme rivale (États Unis), la date  $m$  jusqu'à laquelle l'UE peut résister à la concurrence, une fois elle a lancé son investissement, augmente avec l'augmentation de son niveau de subvention  $s_1$ .
- Dans les deux cas ( $T$  finie ou infinie), on aura les mêmes résultats et les mêmes interprétations.

Donc, pour que l'UE puisse résister à la concurrence face à sa firme rivale (États Unis), une fois qu'elle a lancé son investissement, elle doit être prête à subventionner sa firme domestique (Airbus), avec un niveau de subvention  $s_1$  qui doit être supérieur au niveau de subvention  $s_2$  de son concurrent (États Unis) pour sa firme domestique (Boeing).

## 4.6 Conclusion

Nous avons consacré cette partie de notre travail, à une application sur un contexte d'actualité, dans le monde de l'aviation civile, pour montrer qu'il est nécessaire pour un État, qui veut subventionner sa firme domestique dans ce secteur de l'aéronautique qui est un secteur de haute technologie, qu'il est intéressant d'estimer non seulement la valeur de la subvention optimale, qu'il est prêt à déboursier pour subventionner sa firme domestique, mais aussi, la date jusqu'à laquelle, il peut résister à la concurrence, une fois, il a lancé son investissement, sachant que son concurrent, a déjà subventionné sa firme domestique, lui aussi.

Pour cela, nous avons considéré deux firmes qui font la concurrence en quantité (duopole de cournot) : Airbus (Union Européenne) et Boeing (Etats-Unis) sur une période de temps  $T$  qui peut être finie ou infinie, où nous avons considéré que les Etats-Unis ont déjà subventionné leur firme domestique (Boeing) en investissant dans la recherche et développement, et cette dernière (Boeing) a commencé à bénéficier de cet investissement. De son côté, l'Union Européenne, pour maintenir sa place dans le marché, doit subventionner sa firme domestique (Airbus) en investissant dans la Recherche et Développement (R & D), c'est à dire investir dans une nouvelle technologie. Et pour cela, l'UE doit savoir d'avance, la valeur de la subvention optimale qu'elle est prête à dépenser. et la durée maximale  $m$ , jusqu'à laquelle elle peut résister à la concurrence, une fois elle a investi, telle que  $m < T$ .

Nous avons modélisé cette situation, sous forme d'un jeu séquentiel à deux étapes, telle que dans la première étape, L'UE décide de son niveau de subvention  $s_1$ , qu'elle est prête à déboursier, et la date  $m$  jusqu'à laquelle, elle peut supporter la concurrence, une fois elle a lancé son investissement. Dans la deuxième étape, les deux firmes observent les deux données précédentes et font la concurrence en quantité sur une période de temps  $T$ , qui peut être finie ou infinie. Nous avons résolu le jeu en utilisant la méthode d'induction en amont.

Nous avons terminé cette dernière partie par une application sur MATLAB, dans le but d'avoir une idée sur la relation entre le niveau de subvention qu'un État est prêt à dépenser et la date jusqu'à laquelle, il peut résister à la concurrence, une fois il a lancé son investissement.

# Conclusion Générale

Après avoir présenté dans le premier chapitre le marché mondiale de l'aviation civile, et le conflit *Airbus/Boeing* qui est une référence pour de nombreux théoriciens contemporains du commerce international, où nous avons introduit les caractéristiques du secteur de l'aéronautique qui constituent de lui, un laboratoire pour l'étude de la politique commerciale stratégique, nous avons consacré la première partie du second chapitre à la présentation des notions de base de la théorie des jeux, en particulier les jeux non coopératifs, et dans la deuxième partie du même chapitre, nous avons présenté les éléments de base de l'organisation industrielle à savoir la concurrence pure et parfaite CPP et la concurrence imparfaite.

Après avoir consacré le troisième chapitre à la présentation de l'aspect "Théorie des Jeux" de la politique commerciale stratégique, nous avons donné dans le chapitre quatre, trois modèles de référence pour l'étude de la politique commerciale stratégique (PCS), sur le marché aéronautique, à savoir le modèle de Brander et Spencer, qui est un modèle de base pour l'analyse de la PCS, le modèle de Richard Baldwin et Harry Flam qui est un prototype du modèle de transfert de rente de Brander et Spencer, et le modèle de Neven et Seabright (1995).

La dernière partie de notre travail, est consacrée à une application sur un contexte d'actualité, dans le monde de l'aviation civile, pour montrer qu'il est nécessaire pour un État, qui veut subventionner sa firme domestique dans ce secteur de l'aéronautique qui est un secteur à part, parce que les investissements s'effectuent à long terme et sont risqués, qu'il est intéressant d'estimer non seulement la valeur de la subvention optimale, qu'il est prêt à déboursier pour subventionner sa firme domestique, mais aussi, la date jusqu'à laquelle, il peut résister à la concurrence, une fois, il a lancé son investissement, sachant que son concurrent, a déjà subventionné sa firme domestique, lui aussi.

On a achevé cette partie par une application sur MATLAB, afin de montrer la relation entre le niveau de subvention qu'un État est prêt à dépenser et la date jusqu'à laquelle, il peut résister à la concurrence, une fois il a lancé son investissement.

En guise de perspectives, des recherches ouvertes dans le même contexte sont envisageables afin :

- ✓ D'établir une concurrence entre Airbus et Boeing sous forme d'un duopole de Stackelberg, en considérant le constructeur Boeing comme monopoleur, qui voit entrer sur le marché Airbus. Dans ce cas, on peut considérer que Boeing a menacé Airbus de pratiquer une guerre de prix, si ce dernier décide d'entrer sur le marché. Alors, il serait intéressant pour Airbus, de savoir d'avance, la date maximale jusqu'à laquelle, il peut résister à cette guerre, une fois il a décidé d'entrer, avec et sans subvention. De même pour Boeing (monopoleur), il serait intéressant pour lui, de savoir jusqu'à quelle date, il peut continuer à dissuader Airbus d'entrer, avec et sans subvention.
- ✓ D'établir une concurrence entre les deux géants (Airbus et Boeing), sous forme d'un duopole de Cournot, mais en considérant la fonction des coûts de production non linéaire.
- ✓ D'établir une concurrence entre trois constructeurs d'avions, en considérant l'un d'entre eux, comme monopoleur qui voit les deux autres entrer sur le marché, alors il serait intéressant pour le monopoleur de savoir, jusqu'à quelle date il pourrait résister à les dissuader d'entrer, si les deux autres ont décidé de pratiquer une coalition.

# Bibliographie

- [1] J. ANGELIER, *economie industrielle, éléments de méthode*, économie en plus, office des publications universitaires, 1993.
- [2] R. BALDWIN AND P. KRUGMAN, *market access and competition : a simulation study of 16K random access memories*, feenstra R., 1988.
- [3] R. BALDWIN AND H. FLAM, *strategic trade policies in the market for 30 – 40 seat commuter aircraft : 484-500*, 1989.
- [4] R. BALDWIN AND P. KRUGMAN, *industrial policy and international competition in wide-bodied jet aircraft*, 1988.
- [5] J. BHAGWATI, *the world system at risk*, Harvester wheatheaf, New-York, 1991.
- [6] BRANDER, *intra-industry trade in identical products*, journal of international economics, 1981.
- [7] J. BRANDER AND B. J. SPENCER, *tariff protection and imperfect competition*, Oxford, Clarendon press, 1984.
- [8] J. A. BRANDER AND B. SPENCER, *export subsidies and international market share rivalry*, march, 1985.
- [9] J. A. BRANDER AND B. J. SPENCER, *Trade Warfare : Tariffs and Cartels*, no. (16) : 227-242, journal of international economics, 1984.
- [10] D. COLLIE, *export subsidies and countervailing tariffs*, no. (31) : 309-324, journal of international economics, 1991.
- [11] A. COURNOT, *recherche sur les principes mathématiques de la théorie des richesses. translated by N.T. bacon as researches into the mathematical principles of the theory of wealth*, New York : McMillan and librairie J and Vrin, Paris, 1838.
- [12] Y. CROZET, L. ABDELMALKI, D. DUFOURT, AND R. SANDRETTO, *les grandes questions de l'économie internationale*, nathan : 176-194, 2003.
- [13] A. DIXIT, *anti-dumping and countervailing duties under oligopoly*, no. (32) : 55-68, european economic review, 1988.

- [14] A. DOUGLAS, IRWIN, AND N. PAVCNIK, *airbus versus boeing revisited : international competition in the aircraft market*, 2001.
- [15] E. DUGUET, *notes de cours, marchés et concurrence imparfaite, université Paris Est Créteil*, 2011.
- [16] A. DXIT, *international trade policy for oligopolistic industries*, no. (94) : 1-16, economic journal, supplement, 1984.
- [17] J. EATON AND G. M. GROSSMAN, *optimal trade and industrial policy under oligopoly*, no. (101) : 383-406, quartely journal of economics, 1986.
- [18] A. FERREIRA, E. GARIN, H. LEPLOMB, N. SALA, AND T. DESFORGES, *intelligence économique, mastère marketing management promotion, ESSEC*, 2009.
- [19] D. FUDENBERG AND J. TIROLE, *game theory*, mit press cambridge, massachusetts London, England, 1991.
- [20] R. GIBBONS, *a primer in game theory*, Princeton University press, 1992.
- [21] J. GÉNÉREUX, *economie politique, microéconomi*, Hachette livre, 2008.
- [22] G. GROSSMAN, *la promotion des nouvelles activités industrielles : analyse et observations récentes*, 1986.
- [23] A. HAMMOUDI, *éléments de cours-économie industrielle, département recherche opérationnelle Université de A.Mira de Béjaia*, 2011.
- [24] S. KLEPPER, *firm survival and the evolution of oligopoly*, Blackwell Publishing on behalf of The rand corporation the rand journal of economics, 1994.
- [25] P. KRUGMAN, *import protection as export Promotion : international competition in the presence of oligopoly and economies of scale*, Oxford, Clarendon press, 1984.
- [26] —, *is free trade passe ?*, the journal of economic perspectives,, 1987.
- [27] P. KRUGMAN AND M. OBSTFELD, *economie internationale*, pearson,international édition, Boston, US, 2006.
- [28] T. MONTBRIAL AND E. FAUCHART, *introduction à l'économie, microéconomie, macroéconomie*, dunod, 2000.
- [29] H. MOULIN, *théorie des jeux pour l'économie et la politique*, Herman, Paris, 1981.
- [30] D. NEVEN AND P. SEABRIGHT, *european industrial policy : the Airbus case*, no. (21) : 313-358, in economic policy, 1995.
- [31] M. RADJEF, *cours en post graduation sur la théorie des jeux et l'optimisation multicritère*, technical report, Université de A.Mira de Béjaia, 2007.
- [32] —, *cours de master 1 sur l'approche non coopérative de la théorie des jeux*, technical report, département recherche opérationnelle Université de A.Mira de Béjaia, 2010.
- [33] M. RADJEF, *cours de master 1 sur l'approche non coopérative de la théorie des jeux*, technical report, département recherche opérationnelle Université de A.Mira de Béjaia, 2012.



- [34] A. SAMUELSON, *les grans courants de la pensée économique, concepts de base et questions essentielles*, office des publications universitaires, 1993.
- [35] M. R. SANDRETTO, F. BOEL, K. THEMEJIAN, AND P. VELAY, *débat récent autour de la politique commerciale stratégique*, dea monnaie, finance, et économie internationale, de l'Université Lumière Lyon 2 en partenariat avec l'École de management de Lyon, 2002.
- [36] B. SPENCER AND J. BRANDER, *strategic trade policy*, the complete new palgrave dictionary of economics in print and online, forthcoming, 2008.
- [37] J. THISSE, *théorie des jeux : une introduction*, Université de Liège, 2007.
- [38] H. VARIAN, *microeconomic analysis*, library of Congress Cataloging-in-publication data, 1992.
- [39] M. YILDIZOGLU, *introduction à la théorie des jeux*, Dunod, Paris, 2003.

## Résumé

L'objectif de ce travail est de montrer l'aspect "Théorie des Jeux" de la politique commerciale stratégique, sur le marché aéronautique, et cela, en prenant comme référence le conflit Airbus/ Boeing, car la concurrence entre ces deux géants, pose de manière exemplaire la question des subventions, dans le contexte stratégique en termes de la théorie des jeux. Ce mémoire, contribue également à montrer l'importance d'estimer le niveau de subvention, qu'un État est prêt à déboursier, et la date maximale, jusqu'à laquelle, il pourra résister face à la concurrence étrangère, une fois il a investi dans une industrie stratégique avec des fortes économies d'échelle et de portée. Pour cela, une modélisation, d'un contexte d'actualité sur le marché de l'aviation civile est proposée, suivie d'une résolution, en faisant appel, à la fois aux : jeux séquentiels, jeux répétés et au duopole de Cournot. Une application numérique est réalisée, pour montrer la relation entre ces deux données, à savoir le niveau de subvention, et la date maximale de résistance face à la concurrence étrangère.

**Mots clés :** Politique commerciale stratégique, Économies d'échelle, Duopole de Cournot, jeux non-coopératifs, jeux séquentiels, jeux répétés, Équilibre de Nash.

## Abstract

The objective of this work is to show the aspect of Game Theory' aspect of strategic trade policy in the aviation market, and that, taking as reference the conflict Airbus / Boeing, because the competition between these two giants, poses in an exemplary manner the issue of subsidies, within the strategic context in terms of theory games. This memory also helps show the importance of estimating the level of subsidy, that a state is willing to pay, and the maximum date, until which, it can resist against foreign competition, once he invests in a strategic industry with strong economies of scale and scope. For this, a modeling context current market of civil aviation is offered, followed by a resolution, by appealing to both : sequential games, repeated games and Cournot duopoly. A numerical application is made to show the relationship between these two data, namely the level of subsidy, and the maximum date of resistance against foreign competition.

**Keywords :** Strategic Trade Policy, economies of scale, Cournot duopoly, non-cooperative games, sequential games, repeated games, Nash equilibrium.