

Revue des incitations des entreprises
à coopérer en R&D

par

Caroline Boivin

556 466

Mémoire présenté au Département de Sciences économiques
de l'Université d'Ottawa

pour l'obtention du diplôme de Maîtrise

Sous la direction de: Professeure Chantale LaCasse

Ottawa, Ontario

Juillet 1991

TABLE DES MATIERES

I. Introduction	p.1
1. Tendance actuelle	p.1
2. Implication pour la politique de la concurrence	p.4
3. Organisation du mémoire	p.5
II. La décision en R&D de l'entreprise: incitatifs et structure de marché	p.6
1. Modèles des décisions en R&D	p.6
2. Décision en R&D et taille de l'entreprise	p.9
3. Décision en R&D et structure de marché	p.12
4. Conclusion	p.14
III. Coopération et droit de propriété de l'information	p.16
1. Définition du problème	p.16
2. Modèle de d'Aspremont et Jacquemin	p.22
3. Modèle de Suzumura: Extension de d'Aspremont et Jacquemin	p.31
4. Modèle de Katz	p.32
IV. Coopération en R&D et incertitude	p.37
1. Définition du problème	p.37
2. Modèle de Reinganum sans incertitude	p.38

3. Modèle de Reinganum avec incertitude	p.41
4. Modèle de Gilbert et Newbery	p.45
5. Modèle de Ordoover et Willig	p.47
V. Conclusion	p.51
Bibliographie	p.55

I. INTRODUCTION

1. Tendance actuelle

Selon la revue Business Week de juin 1990 à l'intérieur de laquelle on retrouvait un dossier spécial sur l'innovation technologique, la coopération au niveau de la recherche et développement est une option de plus en plus populaire auprès des entreprises depuis quelques années. On rapporte que le nombre de consortiums de recherche aux Etats-Unis a augmenté de façon fulgurante depuis 1984¹.

La coopération est présente dans des industries telles l'automobile, les communications, la biotechnologie, les semi-conducteurs, l'informatique ainsi que dans de nombreux autres domaines. Le plus grand consortium américain est Bellcore, un regroupement d'entreprises de l'industrie des télécommunications avec un budget de 1,1\$ milliard en 1990. (Business Week, p.196)

Depuis le milieu des années 1980, on assiste à une diminution du taux de croissance des dépenses en R&D effectuées par les entreprises américaines. En effet, le taux de croissance annuel² est passé de 8% pour la période 1975-1985 à 6,6% en 1988 et 5,6% en 1989. (p.194) Comme les budgets de R&D des compagnies sont

¹ L'article mentionne que le nombre de brevets a passé de d'une dizaine en 1984 à 245 à la date de parution du dossier.

² En dollars constants.

restreints, la coopération peut sembler pour certaines comme un moyen de dépenser plus efficacement. Un sondage effectué auprès de plus de quatre-vingts compagnies aux Etats-Unis a révélé que celles dont les fonds alloués à la R&D diminuent, semblent plus portées à joindre leurs efforts de recherche à d'autres entreprises (p.196).

Même les géants de l'informatique, IBM et Apple, se joignent à la mêlée. En 1991, IBM rapporte ses pires résultats financiers depuis plusieurs années tandis que Apple a dû licencier près de 10% de ses travailleurs. Selon The Economist (1991a), leurs problèmes viennent d'une baisse des ventes causée par la saturation du marché pour leurs produits. En effet, la grande majorité des consommateurs potentiels de la technologie existante ont déjà été rejoints. Maintenant, les utilisateurs recherchent plutôt des technologies leur permettant de lier les ordinateurs entre eux afin de pouvoir partager l'information.

La mode est conséquemment à la compatibilité des ordinateurs. C'est peut-être pourquoi IBM et Apple ne pouvaient continuer à se faire la guerre avec des technologies différentes. Les deux compagnies ont donc choisi de coopérer pour, entre autres, intégrer le design informatique de Apple aux systèmes IBM³. Selon leurs prévisions, cette alliance leur permettra de relancer leurs ventes.

Comme le phénomène de la coopération en R&D semble vouloir

³ Globe and Mail, 4 juillet 1991.

prendre de l'ampleur, il serait intéressant d'étudier le comportement des entreprises face à ce choix qui s'offre à elles. C'est la question que l'on pose dans ce mémoire: quelles sont les incitations pour les entreprises à se regrouper et quels sont les désavantages associés à la coopération?

La coopération peut être la solution à des problèmes d'appropriabilité de la recherche ou un moyen de s'assurer un certain contrôle sur le marché des produits. D'autre part, il peut s'avérer difficile de s'entendre sur des objectifs communs et les délais nécessaires pour y arriver peuvent être très longs. De plus, le partage des résultats entre chacune des entreprises n'est pas toujours simple. On considérera ces avantages et ces désavantages comme les plus importants et on s'y consacrera dans les sections suivantes.

Il existe d'autres avantages à la coopération. Notons, en particulier, la diminution du risque associé à la recherche, le partage des coûts, une plus grande efficacité de la R&D et la possibilité d'économies d'échelle. Bien que ces aspects seront incorporés dans le développement du mémoire, le manque d'espace ne permettra pas de consacrer des sections spécifiques à ces bénéfices de la coopération.

2. Implication pour la politique de concurrence

Bien entendu, l'étude de la recherche et développement coopérative n'est pas seulement intéressante du point de vue des incitations des entreprises. La coopération dans ce domaine soulève également des questions par rapport à son impact sur la concurrence entre les firmes sur le marché des produits et au rôle de l'intervention gouvernementale visant à mettre en place des incitatifs poussant les entreprises à effectuer un niveau de recherche socialement désirable.

La recherche et développement est socialement souhaitable car elle permet de mettre à la disposition des consommateurs des produits de qualité supérieure et possiblement à des coûts moindres. On peut alors se demander si les intérêts de la société rejoignent ceux des entreprises. Pour répondre à cette interrogation, il faut pouvoir comparer les niveaux de recherche, la production ainsi que le prix chargé aux consommateurs par les entreprises qui coopèrent en R&D avec les niveaux socialement désirables.

Les bureaucrates devront être en mesure d'identifier les situations où la coopération a des effets pervers sur le niveau de R&D. Il est important d'étudier les incitations des entreprises à se regrouper afin de déterminer les caractéristiques des marchés pour lesquels la coopération est susceptible d'avoir un impact

négatif sur le bien-être des consommateurs.

Donc, la première étape dans l'élaboration de politiques est d'identifier les incitations des entreprises à se regrouper. Répondre à cette question permettra de faciliter la conception de politiques appropriées. Toutefois, nous n'analyserons pas directement la formation de ces politiques.

3. Organisation du mémoire

Le développement du mémoire comprend trois sections. La section II porte sur les choix d'investissement en recherche et développement d'une entreprise. Nous y présentons un modèle de décision en R&D et discutons des hypothèses posées. Nous survolons les liens entre l'innovation et la taille de l'entreprise d'une part, et la structure de marché d'autre part. Ceci nous indiquera si la littérature portant sur la R&D sans coopération nous permet d'identifier des incitations pour les entreprises à se regrouper. Les modèles analysés dans les sections suivantes traitent de la coopération plus directement. Dans la section III, l'impact des retombées sur l'incitation à coopérer est analysé à l'aide de trois modèles. La dernière section s'attarde sur l'influence de l'incertitude face aux résultats de la recherche sur l'attrait de la coopération. La conclusion traite des barrières à la coopération qui, jusqu'à maintenant, ont été négligées par la littérature.

II. LA DECISION EN R&D DE L'ENTREPRISE: INCITATIFS ET STRUCTURE DE MARCHE

Dans cette section, nous allons nous pencher sur la décision d'une entreprise à innover. On va étudier un modèle typique de décision pour illustrer les incitations à investir en recherche. Puis, nous effectuerons un survol rapide de la littérature de la R&D sans coopération afin de déterminer si elle peut nous aider à comprendre les mécanismes de la coopération. En particulier, nous nous attarderons sur deux thèmes. Tout d'abord, sur la relation entre la taille d'une entreprise et son effort de recherche, puis, sur l'impact de la structure de marché sur la R&D.

1. Modèles des décisions en R&D

Les produits de la recherche et développement peuvent être classifiées en deux groupes: l'innovation-produit et l'innovation-procédé.

L'innovation-produit est motivée par la possibilité pour une entreprise de pouvoir entrer sur un marché ou d'acquérir un pouvoir de monopole si elle est la première à innover. En ce qui concerne l'innovation-procédé, la motivation de l'entreprise est de diminuer ses coûts de production afin de distancer ses concurrents. Si elle est la seule à innover, la firme a la possibilité d'augmenter sa part de marché en attirant un plus grand nombre de consommateurs en diminuant son prix ou, de continuer à charger le même prix et de

généraliser des profits plus élevés. Comme Tirole(1988) le mentionne, si l'innovation est majeure, c.-à-d. le nouveau coût de production fait en sorte que le prix de monopole de l'entreprise innovatrice est plus bas que le prix sur le marché avant l'innovation, la firme innovatrice s'accapare tout le marché. Par contre, si le prix de monopole est toujours plus élevé que le prix sur le marché, l'entreprise qui a innové charge un prix égal au coût marginal de ses concurrents et sa marge de profit augmente.

La présentation d'un modèle simple des incitations à innover permettra de clarifier la discussion sur la modélisation des décisions en R&D. Le modèle qui suit vient de Tirole.

On suppose une entreprise en situation de monopole sur le marché des produits ainsi qu'au niveau de la R&D. On veut identifier les incitations de l'entreprise à innover. On suppose un coût marginal constant de c et une demande de marché décroissante $D(p)$.

Les profits de la firme sont dénotés par Π^m . Par le théorème de l'enveloppe, l'influence des coûts de production sur les profits est donnée par:

$$\frac{d}{dc} \Pi^m = \frac{d}{dc} [(p(c) - c) D(p(c))] = -D(p^m(c))$$

où $p^m(c)$ est le prix de monopole fonction du coût de production c .

Conséquemment, l'incitation à innover du monopole est donnée par:

$$\begin{aligned}
 V^m &= \frac{1}{r} [\Pi^m(\bar{c}) - \Pi^m(\hat{c})] \\
 &= \frac{1}{r} \int_{\bar{c}}^{\hat{c}} \left(\frac{-d\Pi^m}{dc} \right) dc \\
 &= \frac{1}{r} \int_{\bar{c}}^{\hat{c}} D(p^m(c)) dc
 \end{aligned}$$

où V^m est la valeur présente des profits additionnels générés par l'innovation, r est le taux d'intérêt, \bar{c} est le coût de production après l'innovation et $\hat{c} > \bar{c}$ est le coût de production avant l'innovation.

L'incitation à innover est équivalente à l'augmentation de profits suite à l'innovation-procédé qui a permis de diminuer les coûts de production. Si la hausse de profits est plus grande que les coûts d'implantation de la R&D, l'entreprise va innover. Dans le cas où les profits additionnels sont plus bas que les dépenses associées à la recherche, l'entreprise ne fera pas de R&D.

Finalement, l'incitation à innover dépend de la réponse de la demande à la diminution du prix de monopole. Pour que la recherche soit profitable, il faut que la demande augmente assez pour compenser les coûts d'investissement en R&D.

Ce modèle est typique des modèles de décisions d'investisse-

ment en recherche et développement. On suppose que l'innovation ne dépend que des dépenses effectuées au cours d'une période donnée et que les investissements antérieurs ne sont pas pertinents. Même si cette supposition peut être justifiée par la difficulté à modéliser les progrès dus au temps, elle peut être contestée par toute la littérature sur l'apprentissage sur le tas⁴. Une entreprise ayant beaucoup d'expérience dans la R&D ne serait donc pas en position plus avantageuse dans la course à l'innovation par rapport à un concurrent possédant moins d'expérience dans le domaine, ceteris paribus.

Une autre source de problèmes pour la modélisation vient de l'incertitude face au rendement de l'investissement. Comme tous les types d'investissement, il y a un certain risque associé à la dépense. Dans le cas de la R&D, les résultats sont encore moins sûrs parce qu'on ne connaît pas nécessairement les issues du processus. Pour tenir compte de cet aspect, on utilise parfois des modèles probabilistes.

2. Décision en R&D et taille de l'entreprise

Aspect théorique

Une des hypothèses de Schumpeter est que les grandes entreprises sont, proportionnellement au montant qu'elles

⁴ traduction libre du concept de "learning by doing".

investissent en R&D, plus innovatrices que les petites. (Kamien et Schwartz, 1982, p.22-23) Une grande entreprise rend possible les innovations les plus chères pour plusieurs raisons. Tout d'abord, si la taille du groupe de chercheurs est proportionnelle à la taille de l'entreprise, les chercheurs engagés par une grande entreprise peuvent s'avérer plus productifs en profitant des échanges plus nombreux avec leurs collègues. Un grand groupe de recherche peut également permettre une division du travail menant à une efficacité accrue.

De plus, une grande entreprise est possiblement en meilleure position pour développer un nouveau produit car ses moyens financiers plus importants et son équipe de recherche probablement plus diversifiée lui procurent un net avantage sur ses rivales de moindre envergure. Donc, si l'invention est une réponse à des opportunités de profits créées par une demande des consommateurs, les grandes entreprises sont avantagées par rapport aux petites. Il existe également plus d'opportunités à l'intérieur d'une grande firme avec plusieurs produits de se diversifier dans différents projets de R&D permettant ainsi une réduction du risque. Mansfield (1968) note aussi qu'une entreprise doit avoir un certain pouvoir sur le marché pour être en mesure de profiter des bénéfices de son innovation.

On souligne toutefois que les chercheurs sont possiblement moins motivés car leurs réussites sont moins associées à eux

personnellement.

Aspect empirique

L'hypothèse théorique que les grandes entreprises soient plus innovatrices que les petites a été mise à l'épreuve de l'observation empirique.

Mansfield a étudié le problème. Selon ses observations basées sur des données datant de la période 1939-1958, les quatre plus grandes entreprises de charbon et de pétrole aux Etats-Unis ont généré une part des innovations plus élevée que leur part du marché. Par contre, les quatre plus importants producteurs d'acier ont fourni une proportion des innovations plus basse que leur part de marché.

Plus récemment, l'analyse de Griliches(1990) sur les brevets lui a permis de conclure que les petites entreprises semblent plus efficaces au niveau de la R&D. En effet, le nombre de brevets obtenu par dollar investi est plus élevé pour les firmes de taille limitée. Il note toutefois que la présence apparente de rendements décroissants est sensible à la forme fonctionnelle choisie, à la pondération et au point où l'élasticité est évaluée.

L'échantillon utilisé peut avoir mené à des conclusions

erronées car seulement les petites entreprises les plus performantes ont été incluses alors que la majorité des grandes l'étaient, peu importe leur efficacité. De plus, les petites entreprises sont plus susceptibles de faire de la recherche informelle et ne pas la rapporter.

3. Décision en R&D et structure de marché

Les études du lien entre la structure de marché et les dépenses en recherche et développement portent sur la structure de marché des produits et, donc, pour qu'elles soient applicables à la R&D, il faut supposer que les marchés des produits et de la recherche ont la même structure.

Schumpeter (dans Kamien et Schwartz) suppose une relation positive entre l'innovation et le pouvoir de monopole. Selon lui, chercher à conserver des profits de monopole peut motiver le désir d'innover. De plus, les profits de monopole permettent à une firme de pouvoir attirer les personnes les plus innovatrices à l'aide de salaires alléchants.

On peut plutôt penser que la position de monopole peut retarder l'apparition de l'innovation-produit. En effet, l'entreprise qui accumule présentement des profits de monopole peut être moins portée à chercher à établir une position similaire dans un autre marché. Si le monopole désire s'établir dans un autre

marché, il est dans une bonne position de suiveur car il possède assez de ressources pour imiter les innovations de ses rivaux potentiels dans un temps limité.

Par ailleurs, Arrow (dans Tirole) conclut que l'incitation à innover est plus grande en compétition parfaite qu'en monopole. Mansfield(1968) note que plusieurs économistes (Bain, Brozen, Robinson, Stocking) étaient convaincus que la concurrence parfaite est un environnement plus propice à l'innovation. En effet, ils croyaient que la présence de plusieurs compétiteurs force une entreprise à chercher à devenir plus productive et, par conséquent, à consacrer ses énergies à la recherche technologique.

D'après ce qui vient d'être mentionné, il ne semble pas y avoir de consensus par rapport à la relation entre la structure de marché et l'innovation. Comme Ordover et Willig(1985) le soulignent, cette controverse peut être causée par la complexité des liens entre l'environnement des entreprises et le progrès technologique.

Au niveau de l'innovation-produit, s'il y a une innovation alors, par définition, l'entreprise innovatrice devient un monopole et ce peu importe sa position antérieure sur le marché des produits. On doit donc distinguer entre les relations structure-innovation et les relations innovation-structure. Du côté de l'innovation-procédé, nous devons étudier les incitatifs à réduire

les coûts de production et comment ceux-ci varient selon la structure du marché des produits. A première vue, les firmes en concurrence imparfaite sont probablement plus susceptibles d'innover car l'innovation leur permettrait d'accaparer une plus grande part du marché.

Une ambiguïté supplémentaire vient du fait que les arguments de la littérature sont élaborés par rapport à la structure de marché des **produits** sans tenir compte de celle prévalant sur le marché de la **recherche**. Or, les structures de ces deux marchés ne sont pas nécessairement les mêmes. Si on prend les deux structures de marché en ligne de compte, la relation entre la structure et l'innovation est encore moins claire.

4. Conclusion

On peut penser que la coopération a deux conséquences immédiates: l'augmentation de la taille de l'entité qui effectue de la recherche et l'acquisition du pouvoir de monopole. Or, la littérature reliant la taille de l'entreprise et la recherche, de même que celle qui relie la recherche et le pouvoir de marché ne nous fournissent aucune conclusion claire. Donc, comme nous avons pu le constater, les modèles n'englobant pas la coopération en R&D ne nous aident pas directement à observer si les entreprises ont des incitations à se regrouper. Par ailleurs, ils ne nous permettent pas non plus de juger si la coopération est souhaitable

socialement. Par conséquent, nous allons nous tourner vers les modèles où la coopération est explicite.

III. COOPERATION ET DROIT DE PROPRIETE DE L'INFORMATION

1. Définition du problème

Dans son processus de décision d'investissement, une entreprise doit souvent tenir compte de l'impact de ses choix sur les actions de ses compétiteurs et modifier ses décisions selon ses anticipations par rapport au comportement des autres membres de l'industrie. Cette interdépendance est fortement liée à la présence de retombées des efforts de recherche et ce sujet est abondamment traité dans l'étude de la décision d'investir en R&D.

Au cours des années 1980, Jaffe (dans Griliches, 1990, p.1688) a montré qu'il existait une interdépendance entre les entreprises ayant des activités technologiques semblables. Un de ses résultats est que les entreprises faisant partie d'un groupe où la R&D est plus élevée reçoivent plus de brevets comparativement aux firmes se trouvant dans des groupes où la recherche s'avère moins importante. Cette conclusion indique clairement qu'une entreprise peut bénéficier des efforts de recherche des autres.

Les retombées de la R&D se définissent comme l'accès, pour une entreprise, à de l'information concernant l'activité innovatrice de ses concurrents et qu'elle peut utiliser pour sa propre recherche ou dans son processus de production. Le degré de circulation des renseignements détermine l'importance de ce phénomène. Plus

l'information circule librement, plus les retombées sont élevées.

Alors qu'une entreprise exerce parfois un certain contrôle sur la quantité d'information transpirant de ses opérations, dans le cas où on ne peut empêcher l'information de circuler, la recherche s'apparente à un bien public. Par exemple, si on prend le cas des logiciels informatiques, des informaticiens pirates réussissent presque toujours à déjouer les tactiques des compagnies qui les conçoivent visant à empêcher qu'on les copie. Il en résulte que des milliers de copies illégales se retrouvent entre les mains des usagers sans que les compagnies ne reçoivent un sou.

Un bien public est caractérisé par le fait qu'une consommation additionnelle du produit n'implique pas de coût social supplémentaire et qu'il est impossible, ou très coûteux, d'enrayer ces bénéfices marginaux (Nicholson, 1985, p.707). Lorsque l'information circule librement et qu'on ne peut empêcher la copie, l'entreprise innovatrice n'a donc pas de droit de propriété sur ses découvertes. Dans ces circonstances, une entreprise qui investit en recherche ne peut s'assurer qu'elle sera la seule à profiter des fruits de ses efforts. Conséquemment, il est possible qu'il soit optimal pour l'entreprise de ne pas investir en R&D.

En d'autres mots, les retombées empêchent l'entreprise innovatrice d'être la seule à profiter de l'avance technologique issue de ses dépenses en R&D. En effet, la motivation de profits

accrus, suite à l'innovation, s'amointrit car les concurrents de l'entreprise peuvent incorporer le nouveau procédé à leur processus de production ou, dans le cas d'un nouveau produit, mettre un produit semblable sur le marché. Par conséquent, en l'absence de coopération, les incitations privées à investir en R&D sont moindres lorsqu'une entreprise ne peut conserver son avantage technologique, au moins pour une certaine période de temps, suite à une innovation réussie.

On peut donc conclure que la recherche d'une entreprise implique une externalité positive sur les autres membres de l'industrie. La coopération entre les entreprises apparaît donc comme un moyen d'internaliser cette externalité. La mise en commun de l'information ainsi que le partage des coûts assurent aux partenaires qu'ils obtiendront leur part des résultats au même coût que les autres. L'attrait de la coopération devrait croître lorsque les retombées de la recherche augmentent. En effet, plus les retombées sont élevées, plus l'avantage associé à l'investissement en R&D d'une entreprise est dissipé car la copie est alors facilitée.

Plusieurs auteurs se sont penchés sur la modélisation de l'effet des retombées sur la décision d'investir en recherche et développement. On s'est interrogé sur les incitations des firmes à coopérer lorsqu'elles ne demeurent pas les seules propriétaires de leur savoir. La question principale qui est posée est de se

demander si la R&D augmente avec la coopération.

Telser(1987) illustre, à l'aide d'un exemple simple (pp.205-209), les incitations que des entreprises peuvent avoir à coopérer lorsque les retombées sont élevées. Il suppose deux entreprises produisant et vendant des biens que les consommateurs considèrent comme des substituts parfaits. A l'équilibre initial, chaque entreprise fait face aux mêmes coûts de production, produit la même quantité et reçoit donc un profit identique que Telser suppose égal à zéro. L'objectif de la recherche est de mener à une augmentation des profits par une réduction des coûts de production. On étudie donc seulement l'innovation-procédé.

Il suppose ensuite que si une des deux entreprises décide de faire de la R&D et qu'elle réussit à diminuer ses coûts de production, la firme se trouvera dans l'incapacité d'empêcher son compétiteur d'utiliser les résultats de sa recherche. En posant l'hypothèse qu'il en coûte moins cher de copier que d'effectuer soi-même la R&D, le rendement de l'innovation est plus élevé pour l'entreprise qui copie. Le rendement de l'innovation est associé aux profits puisque c'est la réduction des coûts de production qui permet aux entreprises de bouger de leur situation initiale où les profits sont nuls.

Telser montre les différentes possibilités à l'aide de la matrice de rendements suivante:

Entreprise 2

Entreprise 1	PAS DE R&D	R&D
PAS DE R&D	0, 0	d_1+d_2, d_1
R&D	d_1, d_1+d_2	d_1, d_1

On définit d_1 comme l'augmentation des profits d'une entreprise suite à une innovation et d_2 comme la différence entre les profits d'une entreprise qui copie une innovation et les profits d'une entreprise qui investit pour obtenir l'innovation. Si aucune entreprise n'effectue de recherche, le rendement de chacune des entreprises est nul car les profits ne varient pas. Dans le cas où une firme innove et que l'autre copie, le rendement de celle qui fait de la recherche est plus faible que celui de celle qui copie ($d_1 < d_1+d_2$). Finalement, lorsque les entreprises innovent toutes les deux, elles obtiennent un rendement de d_1 .

Le jeu a deux équilibres de Nash: lorsqu'une entreprise fait de la recherche et que l'autre copie. Ces solutions sont les plus efficaces. Par contre, étant donné que les entreprises sont identiques et que les équilibres sont asymétriques, on peut faire l'argument qu'il est difficile d'imaginer que les entreprises y parviendront car ce ne sont pas des stratégies dominantes.

Il serait alors possible de n'observer aucune recherche car l'entreprise est poussée à ne pas investir par la possibilité que son concurrent décide de faire de la R&D et qu'elle puisse copier.

Il est donc possible d'observer une situation en dehors de l'équilibre où chaque entreprise a un rendement de zéro. A l'inverse, si les deux entreprises investissent en R&D, il y a un gaspillage de ressources parce qu'elles arrivent à la même innovation.

Telser suggère que la coopération pourrait permettre aux entreprises de coordonner leurs efforts. Par exemple, elles pourraient s'entendre pour alterner la recherche d'une période à l'autre. Ainsi, chaque entreprise aurait un rendement de d_1 au cours des périodes où elle effectue la recherche et de $d_1 + d_2$ lorsqu'elle copie sur l'autre. Dans ce cas, le rendement moyen serait de $d_1 + d_2/2$. En comparant les équilibres coopératif et non coopératif, on voit que le jeu coopératif permet d'assurer les rendements du jeu non coopératif.

On voit d'après l'exemple de Telser, qu'en présence de retombées, la coopération peut permettre la coordination des niveaux de R&D et que cela peut être avantageux pour les entreprises. On examinera cette question en passant en revue trois modèles à l'aide desquels les auteurs examinent la décision d'un oligopole d'investir en recherche lorsqu'il se trouve en présence de retombées. Ils se demandent si, sous certaines conditions, la coopération entraîne une augmentation de la R&D.

2. Modèle de d'Aspremont et Jacquemin

D'Aspremont et Jacquemin(1988) ont construit un modèle dans le but d'étudier l'impact de la coopération sur le niveau de R&D et de production en fonction du niveau des retombées de la recherche.

L'exemple développé comprend une industrie composée de deux entreprises identiques. Les firmes font face à une fonction de demande inverse linéaire, $D^{-1}(Q) = a - bQ$ où $Q = q_i + q_j$, la production totale du duopole. Les coûts d'implantation de la R&D sont $\gamma x_i^2/2$ où γ rend compte de l'efficacité de la recherche et x_i représente le montant de R&D dépensé par l'entreprise i . Les coûts sont quadratiques ce qui pourrait indiquer des rendements décroissants des efforts de recherche. Le résultat de la recherche est une innovation-procédé car d'Aspremont et Jacquemin voient les dépenses en R&D comme un moyen de diminuer les coûts de production. En effet, le coût de production est défini comme $C_i(q_i, x_i, x_j) = [A - x_i - \beta x_j]q_i$. Un dollar de recherche par l'entreprise i mène à un dollar de réduction de ses coûts de production. Une entreprise profite également de la recherche de l'autre membre de l'industrie (x_j). En effet, la capacité d'une firme à utiliser les découvertes de l'autre dépend du taux de retombées, $\beta \in [0, 1]$. Lorsque le taux est nul, une entreprise est incapable de se servir de la R&D de l'autre. Par contre, quand ce même taux atteint 1 ou 100%, la recherche de sa rivale permet à une firme de diminuer ses coûts de production de un dollar pour chaque dollar dépensé en recherche par

l'autre entreprise.

Le jeu se joue en deux étapes. Tout d'abord, on décide du montant à dépenser en recherche puis la quantité à produire est fixée selon ce choix. Pour obtenir une solution optimale, on maximise premièrement les profits par rapport à la quantité à produire. Ensuite, étant donné le choix de production, on déduit les dépenses en R&D qui feront en sorte de maximiser les profits.

Leur modèle analyse le comportement d'un duopole face à l'investissement en recherche et développement et à la production. Ils étudient trois cas: 1) la non coopération, 2) la coopération seulement au niveau de la R&D et 3) la coopération pour la R&D ainsi que sur le marché des produits. La coopération au niveau de la recherche n'affecte que la fonction de coûts des firmes. Elle suppose seulement que les entreprises décident ensemble de la quantité de recherche que chacune devrait faire séparément afin de maximiser les profits conjoints. Ils calculent l'équilibre de Nash pour chaque hypothèse de comportement. Leurs résultats sont rapportés dans le tableau suivant:

RESULTATS DE D'ASPROMONT ET JACQUEMIN

Jeu	R&D effectuée par l'entreprise i (x_i)	Qté produite par l'entreprise i (q_i)
COOP R&D	$(a-A)(1+\beta)$	$(a-A) + (1+\beta) \cdot x_i$
PAS COOP PRODUITS	$\frac{4.5b\gamma - (1+\beta)^2}{3b}$	$\frac{3b}{3b}$
COOP R&D	$(a-A)(1+\beta)$	$(a-A) + (1+\beta) \cdot x_i$
COOP PRODUITS	$\frac{4b\gamma - (1+\beta)^2}{4b}$	$\frac{4b}{4b}$
PAS COOP R&D	$(a-A)(2-\beta)$	$(a-A) + (1+\beta) \cdot x_i$
PAS COOP PRODUITS	$\frac{4.5b\gamma - (2-\beta)(1+\beta)}{3b}$	$\frac{3b}{3b}$

Contrairement à l'exemple de Telser, celui de d'Aspremont et Jacquemin montre que l'existence de retombées importantes incitent les entreprises à investir des montants plus élevés en R&D lorsqu'elles se trouvent en situation coopérative. De plus, ils estiment le facteur de retombées qui fait en sorte qu'une entreprise va faire plus de recherche en coopérant soit seulement au niveau de la R&D ou lorsqu'elle coopère pour la recherche ainsi que sur le marché des produits. Selon leurs calculs, une entreprise effectuera plus de recherche et produira une plus grande quantité lorsqu'elle coopère au niveau de la recherche si le facteur de retombées est plus grand que 0,5. Dans le cas où les entreprises coopèrent complètement, le niveau de recherche est plus élevé si le taux de retombées se situe au-dessus de 0,41. Par contre, le pouvoir accru sur le marché des produits entraîne une diminution de la quantité produite.

Henriques(1990) étudie la stabilité des solutions obtenues par d'Aspremont et Jacquemin. Dans son exemple⁵, lorsque les retombées sont inférieures à 0,17, les fonctions de réaction de la production se croisent correctement mais celles de la R&D indiquent que la solution n'est pas stable.

Elle met en garde contre des conclusions hâtives si l'on utilise ce modèle. Les utilisateurs devraient spécifier des valeurs pour les paramètres et vérifier si les solutions ainsi obtenues sont stables ou non.

Du point de vue normatif, les résultats de d'Aspremont et Jacquemin sont très importants puisqu'ils permettent de conclure que la coopération entre les entreprises peut s'avérer à l'avantage de la société. Ils notent que dans la mesure où il est plus profitable pour une entreprise de coopérer au niveau de la recherche, l'intervention gouvernementale n'est pas nécessaire.

Comment est-ce que ces conclusions nous aident à comprendre les incitations des entreprises à se regrouper? Il n'est pas suffisant de dire qu'une entreprise produit plus et fait plus de R&D en coopérant pour s'assurer que son intérêt privé est

⁵ Henriques pose les hypothèses suivantes. Demande inverse: $p=a-b(\cdot)$, $a=10$, $b=1$; coûts de production: $(A-x_i-\beta x_j)q_i$, $A=7$, $\beta < 0,41$; coûts R&D: $(\gamma/2)x_i^2$, $\gamma=1$, $i, j=1,2$ où x_i est le montant investi en R&D par l'entreprise i , x_j , le montant investi par l'entreprise j , q_i , la quantité produite par l'entreprise i , β , le taux de retombées et γ est le facteur d'efficacité.

effectivement de collaborer avec les autres firmes. L'entreprise va coopérer s'il s'avère avantageux pour elle de produire plus et d'investir en R&D pour diminuer ses coûts de production.

Un moyen d'analyser les incitations privées à coopérer serait de transformer le jeu à deux étapes de d'Aspremont et Jacquemin en un jeu à trois étapes. On conserverait les étapes du choix des niveaux de recherche et de production mais celles-ci seraient précédées de la décision de participer ou non à l'arrangement coopératif. La décision de coopérer serait alors dépendante des profits anticipés.

Comme les investissements en R&D mènent à une innovation-procédé, on pourrait conclure que la motivation première de la recherche est de permettre un abaissement des coûts menant à une hausse des profits. Pour juger de l'attrait de la coopération pour les firmes, il faudrait pouvoir s'assurer que les profits d'une entreprise qui coopère sont plus élevés que ceux d'une entreprise ne coopérant pas.

A partir des résultats de d'Aspremont et Jacquemin, nous avons calculé les profits anticipés pour chaque hypothèse de comportement. Pour arriver aux profits, il nous a suffi de remplacer les valeurs optimales de l'investissement en R&D et de la production dans la fonction de profits: $\Pi_i = [a - bQ]q - [A - (1+\beta)x]q - \gamma x^2/2$. Le tableau suivant présente les profits pour

les trois jeux que d'Aspremont et Jacquemin ont analysé.

Jeu	Profits de l'entreprise
COOP R&D	$\frac{1}{2} \gamma (a-A)^2$
PAS COOP PRODUITS	$\frac{4b\gamma - (1+\beta)^2}{4.5b\gamma - (1+\beta)^2}$
COOP R&D	$\frac{1}{2} \gamma (a-A)^2$
COOP PRODUITS	$\frac{4.5b\gamma - (1+\beta)^2}{4.5b\gamma - (1+\beta)^2}$
PAS COOP R&D	$\frac{1}{2} \gamma (a-A)^2 [4.5b\gamma - (2-\beta)^2]$
PAS COOP PRODUITS	$\frac{[4.5b\gamma - (2-\beta)(1+\beta)]^2}{[4.5b\gamma - (2-\beta)(1+\beta)]^2}$

La comparaison des profits nous permet de conclure que:

1) Les profits des entreprises qui coopèrent seulement au niveau de la R&D seront plus élevés que ceux des entreprises ne coopérant pas peu importe le facteur de retombées. En effet, la condition pour que les profits coopératifs soient plus élevés est donnée par:

$f(\beta) = 4\beta^2 - 4\beta + 1 > 0$. Cette fonction atteint son point minimum à $\beta=0.5$ et est alors égale à zéro. Donc, pour toute valeur de $\beta \in [0,1]$, la fonction est positive.

2) A l'exception d'une restriction sur les paramètres, il apparaît qu'il est plus profitable pour une firme de coopérer au niveau de la recherche ainsi que sur le marché des produits que de ne pas coopérer. La condition pour que les profits coopératifs soient plus élevés que les profits non coopératifs est: $f(\beta) = 17.5\beta^2 - 16\beta + 2.5 + 2.25b\gamma > 0$.

Lorsque les retombées sont nulles, la condition est satisfaite. La condition est également remplie quand l'information est complète ($\beta=1$). La fonction atteint son point minimum où $\beta = 0.45714$. Les profits coopératifs dépassent assurément les profits non coopératifs pour tout vecteur de paramètres tel que $f(\beta) \geq f(0.45714) = -1.15714 + 2.25 \beta \geq 0$ ou $\beta \geq 0.51428$.

3) Il est toujours plus profitable de coopérer complètement que de coopérer seulement pour la recherche.

Selon les deux premières conclusions, il s'avère plus profitable pour une entreprise de coopérer au niveau de la R&D que de ne pas coopérer du tout. Par ailleurs, lorsque c'est possible, une entreprise va préférer coopérer complètement. On a comparé les équilibres du jeu à deux périodes. Cette comparaison ne constitue pas une prédiction pour le jeu à trois périodes car on ne peut affirmer que coopérer est un équilibre de Nash. En effet, il est possible que la coopération ne soit pas stable en ce sens qu'une entreprise puisse augmenter ses profits en trichant par une diminution de sa R&D ou par l'augmentation de sa production.

Suite à ces remarques, on pourrait mettre en doute la pertinence de l'étude des retombées sur l'incitation privée à coopérer en R&D, du moins dans le cadre proposé par d'Aspremont et Jacquemin. En effet, le facteur de retombées ne semble pas avoir de l'influence sur la profitabilité de la coopération.

En plus de ne pas fournir de conclusions satisfaisantes du point de vue des incitations à coopérer en recherche et développement en présence de retombées de la recherche, la construction du modèle présente certaines lacunes. D'Aspremont et Jacquemin supposent que le partage de l'information n'est pas facilité par la coopération car le facteur de retombées n'est pas modifié lorsque les entreprises coopèrent. En effet, la fonction de coûts qui incorpore l'impact des dépenses en R&D n'est pas modifiée selon le type de concurrence. Dès 1960, Richardson(1960) avait reconnu qu'un des principaux avantages de la coopération était de faciliter l'échange de l'information.

L'analyse de d'Aspremont et Jacquemin est restreinte car, lorsque les entreprises coopèrent, elles ne font que décider conjointement du niveau de R&D que chacune d'elles effectuera séparément. De plus, lorsque la R&D est effectuée de façon individuelle, les firmes ne peuvent observer directement la R&D de l'autre. Puisqu'il n'y a pas de façon de surveiller les actions de l'autre entreprise, chacun des membres de l'arrangement coopératif doit mettre en place des mesures de contrôle visant à éviter la tricherie de leurs partenaires. Il peut être à l'avantage d'une entreprise de sous-produire en R&D puisqu'elle compte sur les retombées de la R&D de l'autre. Dans ce cas, l'arrangement coopératif ne serait pas nécessairement stable.

La coopération pourrait être vue comme la formation d'une

entité indépendante dirigée par les deux entreprises ou comme la mise en place d'un programme de partage d'information par l'échange d'employés, de rencontres ou autres moyens de mettre en commun les résultats de la recherche. Dans ce cas, le modèle devrait tenir compte du fait que les retombées devraient être plus élevées comme Katz(1986, p.531) le fait dans son modèle.

Suite à cette observation, on peut se demander comment les conclusions de d'Aspremont et Jacquemin changeraient si le facteur de retombées était ajusté à la hausse dans le cas où les entreprises coopèrent. Intuitivement, on pourrait s'attendre à ce que le facteur de retombées (en situation non coopérative), à partir duquel la coopération serait avantageuse du point de vue de la société, a été surestimé par d'Aspremont et Jacquemin. En effet, étant donné que les externalités de la recherche devraient être plus élevées en situation coopérative, il apparaît que le facteur de retombées estimé par d'Aspremont et Jacquemin est probablement trop élevé car ils supposent que la coopération ne facilite pas la circulation de l'information qui permet de faire de la recherche de façon plus efficace. Donc, le facteur de retombées n'aurait pas besoin d'être aussi élevé pour que la coopération des entreprises s'avère avantageuse pour la société.

3. Modèle de Suzumura: Extension de d'Aspremont et Jacquemin

L'objectif de Suzumura(1990) est de généraliser le résultat de

d'Aspremont et Jacquemin en l'appliquant à un oligopole plutôt que seulement à un duopole.

Le modèle utilisé par Suzumura comprend n entreprises ($n \geq 2$) produisant des biens homogènes. Les coûts de production dépendent du montant de recherche investi par l'entreprise ainsi que de la R&D des autres membres de l'industrie. La R&D est vue comme un moyen de diminuer les coûts de production. Les dépenses en recherche sont linéaires et sont seulement fonction de l'investissement de l'entreprise considérée. La compétition entre les firmes se divise en deux étapes. Tout d'abord, les entreprises choisissent le montant qu'elles investiront en R&D selon leurs anticipations de l'équilibre qui prévaudra sur le marché des produits et choisissent ensuite leur niveau de production.

Suzumura veut comparer les équilibres de la situation où les entreprises coopèrent pour la R&D seulement et lorsqu'elles ne coopèrent pas du tout. Comme d'Aspremont et Jacquemin, Suzumura calcule les équilibres de Nash pour les différents jeux. Son analyse se base sur l'hypothèse que le facteur de retombées n'est pas affecté par la coopération.

Selon ses résultats, en présence de retombées suffisamment grandes, les entreprises qui coopèrent au niveau de la recherche vont effectuer plus de R&D que celles qui ne coopèrent pas. Il utilise ses résultats pour faire une analyse de l'impact de la

coopération en recherche sur le bien-être de la société.

Tout comme d'Aspremont et Jacquemin, Suzumura ne parle pas explicitement des incitations des entreprises à coopérer. Il faudrait augmenter le nombre d'étapes au modèle pour englober cet aspect. Comme nous le proposons pour le modèle de d'Aspremont et Jacquemin, l'ajout de la décision de coopérer basée sur les profits anticipés de chacune des alternatives serait nécessaire. Par contre, dans ce cas, la comparaison des profits est plus difficile car le modèle est plus compliqué.

4. Modèle de Katz

Le modèle de Katz(1986) répond aux objections que nous avons soulevées par rapport à l'exemple de d'Aspremont et Jacquemin en examinant la décision des entreprises à entrer dans un arrangement coopératif et en modifiant le taux de retombées selon le type de concurrence sur le marché de la R&D.

Bien que le modèle de Katz présente un cadre théorique plus complet que celui de d'Aspremont et Jacquemin, il ne permet de tirer des conclusions que pour des cas limites. Par contre, le travail de d'Aspremont et Jacquemin tire des conclusions plus claires mais présente certaines lacunes au niveau de la conceptualisation. Malgré le fait que le travail de Katz ait été publié avant celui de d'Aspremont et Jacquemin, il nous a semblé

qu'après avoir exposé le modèle de d'Aspremont et Jacquemin, la présentation de celui de Katz serait plus claire.

Katz prétend que deux types d'incitations influencent les décisions d'investissement en R&D. Tout d'abord, l'opportunisme et l'information asymétrique réduit la propension à investir d'une entreprise. L'arrangement coopératif peut donc servir à remettre en place les incitatifs à faire de la recherche en augmentant la circulation de l'information (un aspect complètement mis de côté par d'Aspremont et Jacquemin et Suzumura). Par ailleurs, lorsque la recherche coopérative permet une réduction des coûts de production, cette baisse entraîne une diminution des profits des firmes concurrentes. Cette externalité monétaire négative pourrait suggérer que les entreprises auraient intérêt à utiliser un arrangement coopératif afin de restreindre le niveau de R&D effectuée. Selon lui, l'effet net de l'incitation dépend du degré de compétition sur le marché des produits. (p.529)

Le modèle de Katz est un jeu à quatre étapes. Lors de la première étape, chaque entreprise décide si elle fera partie ou non d'un arrangement coopératif. Deuxièmement, les membres de l'arrangement se mettent d'accord sur les règles de partage des coûts et des résultats de la R&D caractérisant l'entente. Puis, les firmes considèrent ces règles comme données au cours de l'étape du développement alors qu'elles choisissent leur niveau d'effort en R&D pour maximiser leurs profits. Finalement, les entreprises

décident de leur niveau de production étant donnés les coûts de production hérités de l'étape du développement.

Katz suppose que le taux de retombées pour les entreprises faisant partie d'un arrangement coopératif est plus élevé que celui pour les firmes ne s'étant pas jointes à l'arrangement. Il pose l'hypothèse que:

$$0 \leq \theta^n \leq \theta^k \leq 1$$

où l'indice n indique le taux de retombées lorsque les entreprises ne coopèrent pas et l'indice k, le taux de retombées lorsque les entreprises coopèrent.

Il pose z_i dénotant le niveau effectif de R&D dont l'entreprise i bénéficie par ses propres dépenses ainsi que par l'intermédiaire des retombées. Pour les non membres,

$$z_i(I) = I_i + \theta^n \sum_{j \in N-\{i\}} I_j$$

où $N-\{i\}$ représente l'ensemble de toutes les entreprises à l'exception de l'entreprise i. Donc, le niveau effectif de R&D de l'entreprise i dépend de ses dépenses et de sa capacité à profiter des dépenses des autres. Pour les membres,

$$z_i(I) = I_i + \theta^k \sum_{j \in K(i)} I_j + \theta^n \sum_{h \in N-K} I_h$$

où $K\{i\}$ est l'ensemble des entreprises qui coopèrent avec l'entreprise i et $N-K$, l'ensemble des entreprises ne coopérant pas avec elle.

Pour un même montant investi en recherche, une entreprise bénéficie d'un niveau effectif de recherche plus élevé lorsqu'elle coopère puisque la coopération permet une meilleure circulation de l'information. Le modèle de Katz semble donc répondre à une de nos objections par rapport à l'exemple de d'Aspremont et Jacquemin.

Katz tente, tout comme d'Aspremont et Jacquemin, de savoir si la coopération fait augmenter le niveau de recherche et développement. Il développe deux cas extrêmes.

Tout d'abord, lorsque les entreprises partagent les coûts de la recherche mais que le degré de partage des outputs de la R&D n'est pas affecté par la coopération (c.-à-d. le facteur de retombées ne varie pas), il existe un équilibre où la recherche est plus élevée en situation coopérative. Comme chaque entreprise ne considère que sa propre part des coûts lorsqu'elle choisit son niveau de R&D, les firmes se subventionnent donc l'une l'autre et stimulent ainsi leurs efforts de recherche. (p.533)

Ce premier cas se rapproche beaucoup du travail de d'Aspremont

et Jacquemin car la coopération mène aux mêmes conclusions⁶. Par contre, le résultat de Katz est présenté comme un cas extrême de sa théorie alors que c'est pratiquement la seule conclusion de d'Aspremont et Jacquemin. On pourrait conclure que l'exemple de d'Aspremont et Jacquemin est un cas particulier du modèle de Katz.

Deuxièmement, lorsque le partage de l'output est augmenté et que le partage des coûts ne varie pas suite à la coopération, il existe un équilibre tel que le niveau de R&D sera plus bas. Même si le partage mène à un niveau de R&D effective par dollar dépensé plus élevé, cet effet est dominé par le fait que chaque entreprise dépense moins en recherche car elle reconnaît que sa recherche fait diminuer les coûts de production de ses rivales.

Le fait que les retombées augmentent en présence de la coopération entraîne qu'un dollar dépensé en R&D par une entreprise entraîne une hausse de la recherche effective comparativement à la situation où il n'y avait pas de coopération. Comme les coûts de la recherche ne diminuent pas grâce à la coopération, une entreprise pourrait être tentée de diminuer ses investissements en R&D tout en conservant le même niveau effectif de recherche (comme le taux de retombées augmente lorsque les entreprises coopèrent, une firme peut conserver le même niveau de recherche effectif en dépensant moins car elle profite de la recherche des autres).

⁶ Dans les deux cas, la coopération entraîne une augmentation de la R&D et de la production.

IV. COOPERATION EN R&D ET INCERTITUDE

1. Définition du problème

Dans la section traitant des retombées de la recherche et de ses impacts sur la décision de coopérer en R&D, les modèles étudiés supposaient que les entreprises étaient identiques, que le processus d'innovation n'était pas soumis à l'incertitude et que les entreprises ne pouvaient pas demeurer les seules propriétaires des résultats de leurs activités de recherche. Ceci implique que toutes les entreprises avaient les mêmes incitations à se regrouper et que, si elles dépensaient en R&D, elles étaient sûres de réussir et d'arriver à un résultat donné.

Lorsqu'on se débarrasse de ces hypothèses, les incitations à coopérer en R&D prennent un tout autre aspect. Dans la présente section, nous présenterons certains modèles illustrant les choix d'investissement en R&D d'une entreprise lorsque le moment où l'innovation aura lieu est incertain. La course à l'innovation se terminera lorsqu'une entreprise innove et qu'elle obtiendra un brevet pour sa découverte. Le brevet est un droit de propriété sur l'innovation et assure à l'entreprise innovatrice qu'elle sera la seule qui puisse utiliser la nouvelle technologie. De plus, les entreprises sur le marché n'auront pas nécessairement les mêmes caractéristiques. En particulier, nous aborderons le cas extrême d'un monopole sur le marché des produits faisant face à la

concurrence potentielle d'une entreprise cherchant à entrer sur le marché.

Les conclusions des modèles que nous présenterons nous permettront d'analyser les incitations des entreprises à se regrouper dans leurs efforts de recherche étant donné le contexte décrit ci-haut. Ces conclusions peuvent être utilisées de deux façons. Tout d'abord, on peut analyser les incitations des entreprises sans pouvoir de marché à vouloir utiliser la coopération pour obtenir un certain contrôle sur celui-ci. Puis, il est possible de se pencher sur les incitations des entreprises dominantes à coopérer avec leurs concurrents actuels ou potentiels. Les modèles de Reinganum(1983) et de Gilbert et Newbery(1982) s'adaptent bien à cette dernière possibilité. Ils n'analysent pas la coopération directement mais ils nous permettront d'identifier des circonstances dans lesquelles la coopération peut être attirante pour une firme ayant un grand pouvoir sur le marché des produits. Le modèle d'Ordover et Willig(1985) traite explicitement de la coopération et nous rapporterons leurs conclusions.

2. Modèle de Reinganum(1983) sans incertitude

Pour débiter, nous allons présenter un modèle de Reinganum(1983). Le modèle comprend une entreprise déjà en place sur le marché et une autre qui tente d'y entrer. L'entreprise sur le marché est donc en position de monopole. Reinganum considère

une innovation-procédé dans une industrie où les rendements d'échelle sont constants. Elle veut découvrir le montant optimal de dépenses en R&D pour le monopole et pour l'entrant potentiel. La question posée est de savoir si le monopole persistera suite à l'innovation.

Si le monopole obtient le brevet, alors la firme existante demeure un monopole et l'autre entreprise ne réussit pas à percer sur le marché. La valeur présente des profits est alors de $\Pi(\underline{c})$. Si l'entrant potentiel obtient le brevet, il y aura maintenant un duopole sur le marché. On suppose que les entreprises sont en concurrence de Cournot et que $\pi_i(\bar{c})$ et $\pi_c(\underline{c})$ sont, respectivement, la valeur présente des profits de la firme établie et de l'entrant.

On suppose que les fonctions de profits sont continues et différentiables en tout point. De plus, $\Pi(c)$ et $\pi_c(c)$ sont non croissantes en c tandis que $\pi_i(c)$ est non décroissante en c .

Ceci veut dire que lorsque le monopole innove, plus le coût de production associé à la nouvelle technologie est élevé, plus ses profits seront bas. Par ailleurs, si la rivale innove tandis que l'entreprise dominante utilise toujours le même processus de production, les profits de l'entrant seront plus bas plus le coût moyen associé à la nouvelle technologie est élevé. Dans cette même circonstance, les profits de la firme sur le marché seront plus élevés, plus le coût unitaire de la nouvelle technologie est élevé.

Donc, le changement de profits dépend de l'écart entre le coût de production de l'ancienne et de la nouvelle technologie.

L'innovation est considérée drastique si $\underline{c} < c_0$ où on suppose que c_0 existe et est la valeur maximale de c telle que $\pi_i(c)=0$. Donc, si l'innovation est drastique, il n'est pas profitable, à la marge, pour l'ancien monopole de demeurer sur le marché lorsque celui-ci utilise l'ancienne technologie et que l'entrant utilise la nouvelle. Dans ce cas, l'entrant devient un monopole et $\pi_c(c)=\Pi(c)$. Notons que $\Pi(c) > \pi_i(c) + \pi_c(c)$ si l'innovation n'est pas drastique car les profits de monopole sont toujours au moins aussi élevés, pour un coût de production donné, que les profits totaux de l'industrie lorsque le marché est divisé entre plusieurs entreprises. De plus, puisque $\underline{c} < \bar{c}$, la valeur présente des profits de monopole après l'innovation est toujours plus élevée que les profits de monopole sans l'innovation.

Lorsqu'il n'y a pas d'incertitude, l'entreprise qui investit le plus en R&D innove la première. L'entrant potentiel est prêt à investir au plus $\pi_c(\underline{c})$, le gain qu'il obtiendrait s'il se taillait une place sur le marché. Le monopole dépensera jusqu'à $\Pi(\bar{c}) - \pi_i(\bar{c})$ en recherche, sa perte de profits si jamais une autre entreprise entrerait sur le marché. On peut donc conclure que si l'innovation n'est pas drastique, alors le monopole est prêt à investir plus que

l'entrant potentiel puisque⁷ $\Pi(c) \geq \pi_i(c) + \pi_c(c)$ pour $c > c_0$. Par contre, si l'innovation est drastique, alors les deux entreprises investissent le même montant et donc innoveront en même temps. Ceci est vrai parce que les deux entreprises ont les mêmes incitations à innover. En effet, l'entreprise innovatrice acquiert automatiquement un pouvoir de monopole et ceci peu importe sa position initiale sur le marché des produits.

Donc, à moins que l'innovation ne soit drastique, le marché demeure entre les mains du monopole. En l'absence d'incertitude, le monopole n'a pas d'incitation à coopérer si l'innovation n'est pas drastique car il devrait alors partager ses profits avec ses partenaires. Par contre, si l'innovation était drastique, la coopération permettrait aux entreprises de partager les coûts de la R&D plutôt que d'investir un même montant chacune de leur côté et parvenir à la même innovation.

3. Modèle de Reinganum(1983) avec incertitude

Reinganum incorpore l'incertitude technologique en supposant que celle-ci prend la forme d'une relation stochastique entre l'investissement et la date éventuelle de la découverte d'une nouvelle technologie. La probabilité d'innover est déterminée par $1 - \exp(-(h(x)t))$ où $h(\cdot)$ est une fonction de hasard, x est le

⁷ Puisque $\Pi(c) \geq \pi_i(c) + \pi_c(c)$, alors $\Pi(c) - \pi_i(c) \geq \pi_c(c)$.
Donc, l'investissement du monopole est plus élevé que celui de l'entrant potentiel.

montant dépensé en R&D et t représente le temps. Notons que les chances d'innover croissent plus le temps écoulé depuis l'investissement est long et plus le montant investi est élevé.

La course à l'innovation se termine lorsqu'une des deux entreprises réussit à innover. Les profits anticipés de l'entreprise établie, pour une paire d'investissement (x_i, x_c) , sont donc donnés par:

$$V^i(x_i, x_c) = \int_0^{\infty} \exp(-rt) \exp(-(h(x_i) + h(x_c))t) \\ \times \frac{[h(x_i) \Pi(c) + h(x_c) \pi_i + R - x_i]}{[r + h(x_i) + h(x_c)]} dt$$

$$V^i(x_i, x_c) = \frac{[h(x_i) \Pi(c) + h(x_c) \pi_i(c) + R - x_i]}{[r + h(x_i) + h(x_c)]}$$

L'expression des profits anticipés peut être expliquée comme suit. Au temps t , il y a trois possibilités: personne n'a innové, l'entreprise sur le marché innove ou l'entrant innove. L'événement qu'aucune entreprise n'a innové comporte une probabilité de $\exp(-(h(x_i) + h(x_c))t)$. Dans ce cas, la firme en place sur le marché reçoit un flux de profits⁸ de R et débourse x_i en effort de

⁸ Rappelons que R représente le flux de profits du monopole avant l'innovation.

recherche. Avec une densité de probabilité de $h(x_i)\exp(-(h(x_i) + h(x_c))t)$, l'entreprise sur le marché innove tandis que l'entrant potentiel n'a pas encore innové. Les profits de monopole sont donc de $\Pi(c)$ au temps t . Enfin, avec une densité de probabilité de $h(x_c)\exp(-(h(x_i) + h(x_c))t)$, il arrive que l'entrant potentiel innove le premier. Dans ce cas, la firme établie reçoit des profits de $\pi_i(c)$.

Le rendement du rival potentiel est analogue à celui du monopole:

$$V^c(x_i, x_c) = \int_0^{\infty} \exp(-rt) \exp(-h(x_i) + h(x_c))t [h(x_c) \Pi_c(c) - x_c] dt$$

$$V^c(x_i, x_c) = \frac{[h(x_c) \pi_c(c) - x_c]}{[r + h(x_i) + h(x_c)]}$$

La différence entre les profits anticipés du monopole et de l'entrant potentiel viennent du fait que le monopole reçoit un flux de profits avant l'innovation tandis que l'entrant potentiel ne reçoit rien.

Reinganum arrive à des résultats intéressants. Premièrement, en calculant les équilibres de Nash, elle conclut que l'existence d'un rival pousse le monopole à investir plus en R&D qu'il ne le ferait sinon. De plus, dans le cas où l'innovation est drastique,

le monopole investit moins que le rival. Ce résultat diffère de la situation où on ne tenait pas compte de l'incertitude et il implique que le rival devient à son tour un monopole.

Jacquemin(1988) conclut de ce résultat que l'entreprise dominante peut se servir de la coopération pour contrôler la course à l'innovation. En se joignant à des compétiteurs potentiellement très innovateurs, la firme dominante peut les induire à diminuer leur recherche. Si l'innovation est drastique, le monopole est remplacé. Celui-ci est donc attiré par la coopération qui lui assurerait de conserver une part du marché en cas de découverte rivale. L'entreprise conserve ainsi son avance tout en limitant ses dépenses en R&D.

Donc, on pourrait conclure que l'incitation à coopérer augmente plus le potentiel innovateur des concurrents est élevé. Mais, même si l'innovation est non drastique, la coopération peut permettre à une entreprise dominante de diminuer substantiellement ses dépenses en R&D. L'entreprise dominante doit alors juger si la chute des investissements en recherche causée par la coopération compense la diminution de ses profits due à l'entrée d'une nouvelle firme sur le marché.

Dans ce modèle, l'incertitude est seulement présente au niveau de la date de l'innovation. On pourrait supposer plutôt que les entreprises peuvent estimer le moment de la découverte selon

l'intensité de leur investissement, comme les modèles sur les retombées le faisaient mais que c'est l'importance de la découverte qui est incertaine. Ceci voudrait dire que c'est la taille de la diminution du coût de production résultant de la R&D qui est incertaine. Les firmes effectuant de la recherche ne sauraient donc pas si leurs efforts vont mener à une innovation drastique ou non. La possibilité que l'entrant puisse obtenir les droits de propriété sur une innovation drastique pourrait inciter le monopole à vouloir coopérer.

4. Modèle de Gilbert et Newbery

Le modèle de Gilbert et Newbery (1982) suppose un monopole produisant seulement un bien. L'entrée de nouvelles entreprises sur le marché est possible si celles-ci réussissent à développer un substitut au produit du monopole. L'innovation-produit est donc le type d'innovation considérée. Les découvertes sont protégées par un brevet.

En l'absence d'incertitude, le monopole peut empêcher les autres d'entrer sur le marché en dépensant seulement un peu plus que les entrants puisqu'il s'assure ainsi d'innover avant eux. Si un compétiteur potentiel sait que cette stratégie est rationnelle du point de vue du monopole, l'entrée par la R&D n'aura pas lieu. Le monopole n'a donc pas besoin d'innover pour éviter la

concurrence⁹.

Cette conclusion est crédible si le monopole peut commencer sans délai ses activités de R&D en réponse à des dépenses de ses rivaux potentiels sans avoir à faire face à des coûts additionnels. Alors, les compétiteurs potentiels n'investissent pas en R&D car ils savent qu'il est rationnel pour le monopole de débiter un programme de recherche si un compétiteur tente d'innover avant lui.

Par contre, si le monopole fait face à des coûts substantiels pour amorcer son projet de R&D en réponse aux activités de ses rivaux potentiels ou s'il y a des coûts pour apprendre qu'il y a des rivaux qui font de la recherche, alors le monopole fait face à des coûts plus élevés que ceux supposés dans le modèle. La stratégie est toujours rationnelle si les coûts d'attendre qu'un concurrent débute un programme de R&D pour commencer lui-même un tel programme, sont moins élevés que la chute de profits du monopole si le rival réussit à innover. Il est donc possible que les coûts de recherche lorsque la firme établie doit rattraper la recherche en cours soient élevés. Dans ce cas, on peut imaginer que la coopération s'avère une option intéressante pour la firme établie. En effet, ceci lui permettrait de diminuer ses dépenses en recherche.

⁹ On se rappellera (section II) que le monopole peut entreprendre de la recherche pour diminuer ses coûts. On dit ici qu'il n'aurait pas d'incitation à innover pour développer de nouveaux produits.

Gilbert et Newbery présentent également un modèle englobant l'incertitude. Ils concluent que plus le nombre de sentiers de R&D et plus la probabilité que la recherche de l'entreprise dominante ne réussisse pas à empêcher l'entrée d'un rival, plus l'incitation du monopole à innover est moindre. Donc, l'attrait de la coopération devrait augmenter dans ces conditions puisque le monopole risque fort de se faire remplacer.

5. Modèle de Ordover et Willig

Ordover et Willig(1985) veulent étudier l'impact de la R&D sur l'état futur du marché des produits. Ils supposent que la coopération se situe seulement au niveau de la recherche et que le regroupement des efforts de recherche n'influence pas le comportement des entreprises sur le marché des produits. On étudie le comportement de deux entreprises parmi n sur le marché de la recherche alors que l'entrée sur le marché nécessite une innovation-produit.

Le coût de recherche est représenté par: $C(t)/e_i$ où $C' < 0$, $C'' > 0$ où $C(t)$ sont les dépenses. On les divise par e_i , un paramètre d'efficacité, pour les pondérer selon la productivité de la recherche de chacune des entreprises. Les dépenses sont donc dépendantes du coût d'implantation de la recherche et de l'efficacité. Plus la firme est efficace, moins sa R&D est coûteuse. Les profits sur le marché sont donnés par $S_i(t)$ et $D_i(t)$

où S_i représente les profits lorsqu'une entreprise est seule sur le marché puisqu'elle a innové la première et D_i , les profits d'une firme quand les deux entreprises sont présentes sur le marché c.-à-d. les deux entreprises ont réussi à innover. La variable de choix des entreprises est le moment où elles entreront sur le marché. La date d'entrée dépend de l'efficacité. Donc, le problème est de choisir t étant donné que la firme j choisit T .

$$\int_t^T S_i(v) dv + \int_T^\infty D_i(v) dv - \frac{C(t)}{e_i} ; t \leq T$$

$$\int_t^\infty D_i(v) dv - \frac{C(t)}{e_i} ; t > T$$

Si on prend les dérivés de ces fonctions par rapport à t , on obtient:

$$-S_i(t) - \frac{C'(t)}{e_i} = 0$$

et

$$-D_i(t) - \frac{C'(t)}{e_i} = 0$$

La décision d'investir en R&D dépend donc des profits anticipés de l'entreprise selon qu'elle soit la seule à occuper le marché des produits ou bien qu'elle le partage avec un concurrent.

Dans le cas où les entreprises joignent leurs efforts de recherche, le rendement total devient $D_1 + D_2$ et les coûts se changent en $C(t)/e_j$, où le paramètre d'efficacité englobe l'impact de la coopération. La valeur du paramètre est $e_j \geq \max_i e_i$. Donc, l'efficacité de la R&D du regroupement d'entreprises est au minimum équivalente à l'efficacité de la firme la plus productive. Par ailleurs, la coopération peut permettre une plus grande efficacité.

La décision de coopérer dépend des profits anticipés. Le regroupement coopératif choisit son niveau d'intensité de recherche qui maximise les profits conjoints:

$$\int_t^{\infty} [D_1(v) + D_2(v)] dv - \frac{C(t)}{e_j}$$

La condition de premier ordre pour la maximisation est donnée par:

$$e_j [D_1(t) + D_2(t)] = -C'(t)$$

à $t = T_j$.

Si $e_j [D_1 + D_2] > e_i s_i$, c.-à-d. les profits, pondérés par l'efficacité, sont plus élevés en situation coopérative que ceux lorsque les entreprises ne coopèrent pas, alors l'innovation en coopération est plus rapide qu'en concurrence. Dans ce cas, la coopération est bénéfique pour la société. En effet, l'innovation est plus rapide qu'avec aucune autre stratégie et, de plus, les consommateurs sont assurés que le marché ne sera pas contrôlé par

un monopole. Par contre, les auteurs n'arrivent pas à déterminer si les profits conjoints sont plus élevés que les profits sans la coopération. Ce qui rend les choses difficiles est qu'une entreprise en concurrence obtient un pouvoir de monopole si elle innove la première. Les incitations des entreprises à coopérer ne sont donc pas évidentes.

V. CONCLUSION ET AVENUES POUR RECHERCHE FUTURE

Après avoir établi que les incitations des entreprises à coopérer constituaient un maillon important de la législation sur la coopération, nous avons délaissé l'aspect social du sujet pour se concentrer sur le comportement de la firme face à la coopération. Nous avons d'abord conclu que la littérature portant exclusivement sur la structure de marché et les investissements en R&D des entreprises ne contribuaient pas à une meilleure compréhension de leurs incitations à coopérer.

Nous nous sommes ensuite tournés vers des modèles incorporant explicitement la coopération et qui supposaient que les entreprises n'avaient pas de droit de propriété sur leurs innovations. On s'est aperçu rapidement qu'il fallait torturer leurs conclusions pour leur faire dire si la coopération est profitable pour les entreprises. En ce qui concerne le modèle de d'Aspremont et Jacquemin (1988), on a déterminé qu'une entreprise avait un avantage privé à coopérer au niveau de la R&D alors que la profitabilité sociale supposait des retombées plus grandes que 0.5. Par ailleurs, il semble que l'avantage qu'une entreprise retire de la coopération complète ne dépende pas non plus de la taille des retombées alors que le bénéfice social nécessite des retombées plus grandes que 0,41. Suzumura (1990) conclut que la coopération est socialement souhaitable quand les retombées sont suffisamment élevées. Nous n'avons pas tenté de comparer les profits des

entreprises coopérant ou non. Le modèle de Katz (1986), qui suppose que l'information circule plus librement lorsque les entreprises coopèrent, permet au moins de conclure que la coopération peut faire en sorte que les firmes bénéficient d'un même niveau de R&D effective tout en diminuant leurs coûts.

Lorsqu'on laisse tomber l'hypothèse que les entreprises sont identiques et que l'on reconnaît que l'investissement en recherche et développement est risqué, l'étude des incitations à coopérer s'ouvre sur de nouveaux horizons. On a vu, en étudiant les modèles de Reinganum (1983) et celui de Gilbert et Newbery (1982), dans certaines circonstances, un monopole peut être attiré par la coopération avec des entrants potentiels. De plus, Ordoover et Willig montrent que la coopération peut impliquer que l'innovation survient plus tôt mais ils n'arrivent pas à des conclusions claires par rapport aux incitations des entreprises à coopérer en R&D.

Le développement de ce mémoire prend une optique positive dans le sens où nous avons cherché à identifier les incitatifs à coopérer. Et, bien que la coopération en R&D soit de plus en plus généralisée, ce phénomène est tout de même relativement peu répandu. On pourrait donc renverser la question et se demander ce qui pousse les entreprises à continuer à effectuer de la recherche sur une base individuelle. Ces facteurs doivent être modélisés si l'on cherche à comprendre la décision de coopérer, qui doit être basée sur les avantages et les coûts d'une telle décision.

Nous pouvons affirmer, à notre décharge, que la littérature n'est pas bavarde sur les barrières à la coopération. Nous avons déjà mentionné les coûts de transaction associés à la négociation d'une entente coopérative et la difficulté de partager les résultats de la recherche comme étant des dissuasifs à la coopération. On peut également inclure la menace de la tricherie dans cette liste.

La difficulté à ébaucher un arrangement coopératif plaisant à tous les membres vient du fait qu'ils n'ont pas nécessairement les mêmes intérêts. D'Aspremont et Jacquemin, Katz, Suzumura, Ordovery et Willig, contournent cette embûche en supposant que les entreprises sont identiques et qu'elles produisent des biens homogènes. Par conséquent, elles ont des objectifs convergents. Si ceci n'était pas le cas, la synthèse des intérêts de chacun des partenaires pourrait résulter en une structure organisationnelle complexe impliquant des coûts de négociation très élevés (Jacquemin, 1988, p.553).

Une façon simple d'incorporer cet aspect dans le modèle serait de supposer que les entreprises produisent des biens différenciés. Les entreprises, tout en étant dans un même marché, pourraient avoir des objectifs de R&D différents. La coopération entre les firmes fabriquant des produits homogènes pourrait alors être considérée comme un cas particulier d'un modèle plus général.

Le partage des résultats de la recherche peut aussi s'avérer compliqué surtout si les découvertes auxquelles la R&D est parvenue ne correspond pas tout à fait aux attentes des entreprises. De toute façon, les modèles devraient inclure, comme celui de Katz, une étape où les entreprises décident comment elles vont se séparer les fruits de la R&D.

On doit aussi considérer la possibilité qu'après avoir conclu une entente la liant à faire de la recherche coopérative, une entreprise décide de tricher sans que sa partenaire n'ait la capacité de l'en empêcher. On doit donc s'assurer que le respect de l'entente soit cohérent avec la maximisation du profit. Pour ce faire, il est plausible qu'on doive considérer un modèle dynamique. De cette façon, les entreprises pourraient, à une période future, pénaliser les membres de l'entente qui décident de ne pas la respecter aujourd'hui.

Finalement, pour être applicables, les modèles doivent incorporer l'environnement économique et légal des entreprises considérées. Par exemple, Shapiro et Grossman (1986) mentionnent que les incertitudes face au statut de la coopération en R&D dans la loi sur la concurrence découragent un grand nombre d'entreprises américaines à tenter d'élaborer des projets de R&D coopérative.

BIBLIOGRAPHIE

Allen, D.E., Crook, J.N. et Reekie, W.D. (1986) "Technical Change, Economies of Scope and Contestable Markets: lessons from a British R&D consortium." South African Journal of Economics, vol.54, no.2, pp.181-193.

Associated Press (1991) "IBM, Apple join forces in broad computer pact." The Globe and Mail Report on Business, 4 juillet, pp.B1 et B10.

Business Week, (1990) "The Global Race." dossier spécial sur l'innovation technologique, 15 juin.

D'Aspremont, C. et Jacquemin, A. (1988) "Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers." American Economic Review, vol.78, no.5, pp.1133-1137.

D'Aspremont, C. et Jacquemin, A. (1990) "Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers: Erratum." American Economic Review, Juin, pp.641-642.

DeBondt, R. et al. (1988) "Innovative Strategic Groups in Multinational Industries." European Economic Review, vol.32, pp.905-925.

The Economist, (1991a) "The computer industry runs out of room.", semaine du 29 juin au 5 juillet, pp.57-58.

The Economist, (1991b) "IBM and Apple: Hold hands and hope.", semaine du 6 au 12 juillet, p.70.

Gilbert, R.J. et Newbery, D.M.G. (1982) "Preemptive Patenting and the Persistence of Monopoly." American Economic Review, vol.72, no.3, pp.514-526.

Goldman, J.E. (1985) "Innovation in large firms." dans Research on Technological innovation, Management and Policy, éditeur: Richard S.Rosenbloom, vol.2, pp.1-10.

- Griliches, Z. (1990) "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey." Journal of Economic Literature, vol.28, pp.1661-1707.
- Grossman, G.M. et Shapiro, C. (1986) "Research Joint Ventures: An Antitrust Analysis." Journal of Law, Economics and Organization, vol.2, no.2, pp.315-337.
- Henriques, I. (1990) "Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers: Comment." American Economic Review, vol.80, no.3, pp.638-640.
- Kamien, M.I. et Schwartz, N.L. (1982) Market Structure and Innovation. Cambridge University Press, New York, 241 pages.
- Katz, M.L. (1986) "An analysis of cooperative research and development." Rand Journal of Economics, vol.17, no.4, pp.527-543.
- Kreps, D.M. (1990) A Course in Microeconomic Theory, Princeton University Press, 850 pages.
- Jacquemin, A. (1988) "Cooperative Agreements in R&D and European Antitrust Policy." European Economic Review, vol.32, pp.551-560.
- Mansfield, E. (1968) Industrial Research and Technological Innovation: An Econometric Analysis. W.W. Norton & Company Inc., New York, 235 pages.
- Mead, W.J. (1967) "The competitive significance of joint ventures." The Antitrust Bulletin, pp.819-849.
- Nicholson, W. (1985) Microeconomic Theory: Basic Principles and Extensions, Third edition, The Dryden Press, New York, 768 pages.
- Ordover, J.A. et Willig, R.D. (1985) "Antitrust for High-Technology Industries: Assessing Research Joint Ventures and Mergers." Journal of Law and Economics, vol.28, pp.311-333.

Reinganum, J.F. (1983) "Uncertain Innovation and the Persistence of Monopoly." American Economic Review, vol.73, no.4, pp.741-748.

Richardson, G.B. (1960) Information and Investment, Oxford University Press.

Suzumura, K. (1990) "Cooperative and Noncooperative R&D in Oligopoly with Spillovers." The Institute of Economic Research, Hitotsubashi University, Tokyo, Japan, Discussion paper series A no.218.

Telser, L.G. (1987) A Theory of Efficient Cooperation and Competition, Cambridge University Press, New York.

Tirole, J. (1988) The Theory of Industrial Organization, The MIT Press, Cambridge, Mass., 479 pages.