



HAL
open science

Intellectual property rights and new technologies: three essays on the new order

Anne Duchene

► **To cite this version:**

Anne Duchene. Intellectual property rights and new technologies: three essays on the new order. Humanities and Social Sciences. Ecole des Ponts ParisTech, 2004. English. NNT : . pastel-00001356

HAL Id: pastel-00001356

<https://pastel.hal.science/pastel-00001356>

Submitted on 4 Aug 2005

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

En souvenir de mon grand-père

Résumé de la thèse

Si la protection de la propriété intellectuelle est un domaine d'étude plutôt récent chez les économistes, elle fait néanmoins l'objet de nombreux études et débats depuis quelques années. Les Droits de Propriété Intellectuelle (DPI), parmi lesquels le brevet et le droit d'auteur, visent à encourager l'innovation et la création tout en favorisant la diffusion des connaissances.

Au cours des années 1990, caractérisées par la révolution numérique, le développement des technologies de l'information, d'Internet et de l'économie du savoir ("*knowledge economy*"), le rôle déjà prépondérant des DPI dans la promotion de l'innovation et de l'activité risquée de R&D s'est intensifiée. Ces changements technologiques ont incontestablement bouleversé la donne de la propriété intellectuelle. Le cadre institutionnel des DPI est soumis à de nouvelles règles du jeu et de nouvelles relations se sont instaurées entre ses acteurs (ceux qui délivrent, détiennent ou enfreignent les droits) : d'une part, les détenteurs des droits sont menacés par l'imitation et une copie devenue plus facile, mais ils disposent également d'armes plus aiguisées et dangereuses pour les "infracteurs"; d'autre part, les autorités ont pour rôle de contrôler l'exploitation potentiellement abusive de ces armes et doivent elles-mêmes s'adapter aux changements institutionnels.

Cette thèse a pour objet d'étude les interactions entre les NT et les DPI (brevets et droits d'auteur). Dans quelle mesure ces interactions entraînent-elles une redéfinition du statut et de l'utilité des DPI? Quel rôle les DPI jouent-ils dans les processus d'innovation et de création? La configuration qui s'est mise en place depuis le milieu des années 1990 amplifie certains dysfonctionnements inhérents au système des DPI, tout en introduisant de nouvelles distorsions, comme l'illustre pertinemment le secteur des logiciels aux États-Unis, en forte croissance, et terrain de nombreuses évolutions juridiques. La thèse a pour but d'analyser certains aspects des interactions entre DPI et NT, à la lumière des dysfonctionnements qui accompagnent la nouvelle donne. Nous nous intéressons aux aspects pratiques de la mise en œuvre des DPI dans le contexte des NT. Nous tentons de caractériser la nouvelle donne sous trois perspectives, chacune d'entre elles correspondant à un chapitre.

Le premier chapitre, intitulé "Peer-to-Peer, Piratage et Droits d'auteur : impact sur les artistes et les consommateurs", a pour objet le système des droits d'auteur sur Internet et les copies digitales des œuvres disponibles en ligne (musique, films, etc.). Nous analysons l'impact d'un renforcement de la protection légale lorsque les producteurs sont en mesure d'intégrer pour leur part des dispositifs coûteux de verrouillage technologique des originaux qui en limitent l'utilisation.

Le deuxième chapitre, intitulé "Enregistrer ou Sélectionner? Le mandat incertain de l'office des brevets dans l'innovation", étudie les dysfonctionnements issus de l'asymétrie d'information entre les innovateurs (qui demandent un brevet) et les examinateurs (qui examinent les demandes). Devant le volume croissant des demandes de brevets, les exami-

nateurs se voient contraints d'étudier rapidement les dossiers, ce qui les amène à commettre des erreurs de jugement et à accorder des brevets de "mauvaise" qualité. Nous étudions le lien entre l'inefficacité du processus d'examen et les stratégies de demande de brevets des entreprises.

Le troisième chapitre, intitulé "Protéger l'Innovation : le double jeu des avocats", décrit le rôle des avocats dans la protection des innovations. Les innovateurs ne sont pas toujours en mesure d'évaluer les efforts fournis par leurs avocats lors de la rédaction et le dépôt du brevet puis lors du litige avec un imitateur potentiel. Nous étudions les interactions entre ces deux étapes successives et les distortions liées à l'asymétrie d'information entre les innovateurs et leur avocat.

Remerciements

Je remercie mon directeur de thèse Bernard Caillaud : pour avoir accepté de diriger cette thèse ; pour m'avoir initiée à la recherche ; pour m'avoir fait profiter de son savoir et de son expérience ; pour avoir fait preuve d'une grande patience ; pour m'avoir offert l'occasion de participer à son travail. Si je suis loin d'avoir été une étudiante modèle, je suis convaincue qu'il est un directeur de thèse idéal. J'ai eu beaucoup de chance.

Je remercie également David Encaoua qui m'a accompagnée tout au long de mes études. C'est avec lui que j'ai découvert l'économie industrielle, l'économie de l'innovation et la propriété intellectuelle. Sans ses enseignements, son soutien et ses encouragements constants, je n'en serais pas là.

Je remercie tous les membres du jury, en particulier Anne Perrot, pour ses conseils et son optimisme, et Laurent Linnemer pour ses remarques constructives.

Je remercie mon premier co-auteur Patrick Waelbroeck, avec qui j'ai fait mes premiers pas dans l'univers du *Peer-to-Peer*.

Un grand merci à Jérôme Pouyet, un grand chercheur au grand coeur.

Je remercie toute l'équipe du CERAS qui m'a accueillie durant mes quatre années de thèse. Mon travail n'aurait pas été possible sans l'aide financière de l'École Nationale des

Ponts et Chaussées et de l'Université de Paris II Panthéon-Assas.

Pour leurs lectures des dernières semaines, je remercie : Basak, Chloé, David, Frédéric, Julien, Olivier, Patrick, Radoslava, Sylvaine, Thomas. Je remercie également les nombreuses autres personnes et amis qui m'ont aidée pendant cette thèse.

Je remercie mes parents, ainsi que Bernard, Janine, ma grand-mère et tout le reste de ma famille, pour avoir toujours été près de moi. Pour la même raison je remercie tous mes amis, notamment Florent et Julien, à qui je promets de ne pas recommencer.

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Résumé de la thèse | 3 |
| Remerciements | 6 |
| Introduction générale | 14 |
| 1.1 Qu'appelle-t-on DPI? | 15 |
| 1.1.1 Principes et caractéristiques des DPI | 15 |
| 1.1.2 Mise en œuvre des droits | 16 |
| 1.1.3 Fondements historiques du système des DPI | 17 |
| 1.2 Les prémisses de l'analyse économique des DPI (depuis les années 1960) . . | 18 |
| 1.2.1 La justification économique des DPI par Arrow | 18 |
| 1.2.2 Les caractéristiques économiques des DPI | 19 |
| 1.3 Les changements concurrentiels, technologiques et institutionnels (depuis le milieu des années 1980) | 20 |
| 1.3.1 Changements structurels | 20 |
| 1.3.2 Changements législatifs | 21 |
| 1.3.3 Analyses économiques des caractéristiques des DPI | 21 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1.4 | L'économie du savoir (" <i>knowledge economy</i> ") | 23 |
| 1.4.1 | Nouvelles technologies de reproduction | 24 |
| 1.4.2 | Nouveaux types de biens | 25 |
| 1.5 | Débats actuels autour des DPI et analyses économiques | 26 |
| 1.5.1 | La cumulativité des connaissances | 26 |
| 1.5.2 | Le cadre institutionnel des DPI est-il adapté aux NT? | 28 |
| 1.6 | Interactions entre DPI et NT : la nouvelle donne | 31 |
| 1.6.1 | La nouvelle donne dans le secteur des logiciels : pourquoi? | 31 |
| 1.6.2 | Objectif de la thèse | 33 |
| 1.7 | Trois aspects des interactions entre DPI et NT | 34 |
| 1.7.1 | <i>Peer-to-Peer</i> , piratage et droits d'auteur : impact sur les artistes et les consommateurs | 34 |
| 1.7.2 | Enregistrer ou sélectionner? Le mandat incertain de l'office des bre- vets dans l'innovation | 35 |
| 1.7.3 | Protéger l'innovation : le double jeu des avocats | 37 |
| 1.8 | Bibliographie | 39 |
| 2 | Peer-to-Peer, Piratage et Droits d'auteur | 39 |
| 2.1 | Introduction | 39 |
| 2.2 | P2P et distribution de la musique en ligne | 41 |
| 2.2.1 | Le téléchargement de la musique en ligne | 41 |
| 2.2.2 | La musique en ligne, un bien numérique et culturel | 42 |
| 2.2.3 | La législation | 44 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.2.4 | La protection technologique | 45 |
| 2.3 | Lien avec la littérature | 47 |
| 2.3.1 | Différence de qualité entre copie et original | 48 |
| 2.3.2 | Appropriation indirecte | 50 |
| 2.3.3 | Effets de réseau | 51 |
| 2.3.4 | Copies numériques et transmission de l'information | 53 |
| 2.4 | Contribution | 55 |
| 2.5 | Le Modèle | 57 |
| 2.5.1 | Protection anti-piratage | 58 |
| 2.5.2 | Expérience musicale | 58 |
| 2.5.3 | Originaux et copies | 59 |
| 2.5.4 | Consommateurs hétérogènes | 60 |
| 2.5.5 | Technologies de transmission d'information | 61 |
| 2.6 | Protection juridique et technologique | 62 |
| 2.6.1 | Technologie " <i>information-push</i> " | 63 |
| 2.6.2 | Technologie " <i>information-pull</i> " | 67 |
| 2.7 | Application : impact de la protection légale sur les profits de l'industrie . . | 77 |
| 2.8 | Discussion | 79 |
| 2.9 | Conclusion | 82 |
| 2.10 | Bibliographie | 83 |
| 2.11 | Annexes | 85 |
| 2.11.1 | Démonstration du Lemme 2.1 | 85 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 2.11.2 | Démonstration du Lemme 2.2 | 85 |
| 2.11.3 | Démonstration de la Proposition 2.1 | 85 |
| 2.11.4 | Démonstration du lemme 2.3 | 86 |
| 2.11.5 | Démonstration de la proposition 2.2 | 87 |
| 2.12 | Notations | 89 |
| 3 | Le mandat incertain de l'office des brevets | 90 |
| 3.1 | Introduction | 90 |
| 3.2 | Lien avec la littérature | 97 |
| 3.3 | Le Modèle | 100 |
| 3.4 | Situation de référence : pas de contrainte de l'office | 103 |
| 3.5 | Office contraint : nature et volume des demandes | 104 |
| 3.5.1 | Les différents équilibres possibles | 105 |
| 3.5.2 | Extension de l'analyse aux stratégies mixtes | 110 |
| 3.5.3 | Représentation graphique des équilibres | 111 |
| 3.6 | Activité de R&D endogène | 112 |
| 3.7 | Processus d'examen endogène | 118 |
| 3.8 | Conclusion | 129 |
| 3.9 | Bibliographie | 131 |
| 3.10 | Annexes | 133 |
| 3.10.1 | Analyse du cas général sur ρ_i | 133 |
| 3.10.2 | Démonstration du corollaire 3.1 | 134 |
| 3.10.3 | Démonstration du corollaire 3.3 | 135 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 3.10.4 | Démonstration du corollaire 3.5 | 135 |
| 3.10.5 | Démonstration du lemme 3.2 | 135 |
| 3.10.6 | Caractérisation de l'équilibre semi-séparateur (processus d'examen endogène) | 136 |
| 3.11 | Notations | 138 |
| 4 | Le Double Jeu des Avocats | 139 |
| 4.1 | Introduction | 139 |
| 4.2 | Le processus de protection, lien avec la littérature | 145 |
| 4.2.1 | Le processus de protection | 145 |
| 4.2.2 | Le champ de protection des brevets | 148 |
| 4.2.3 | Les relations clients-avocats | 153 |
| 4.3 | Le Modèle | 158 |
| 4.3.1 | L'instruction | 159 |
| 4.3.2 | Le litige | 161 |
| 4.3.3 | Contrat | 162 |
| 4.4 | Situation de référence : information complète | 165 |
| 4.5 | Information asymétrique <i>ex ante</i> et <i>ex post</i> | 167 |
| 4.6 | Séparation des tâches entre deux avocats | 175 |
| 4.7 | Engagement de long terme | 183 |
| 4.8 | Extension : décision de poursuivre l'entrant | 185 |
| 4.9 | Discussion | 188 |
| 4.10 | Conclusion | 190 |

| | |
|---|------------|
| 4.11 Bibliographie | 192 |
| 4.12 Annexes | 196 |
| 4.12.1 Preuve de la proposition 4.1 | 196 |
| 4.12.2 Preuve de la Proposition 4.3 | 196 |
| 4.12.3 Conditions du second ordre | 197 |
| 4.13 Notations | 198 |
| Conclusion Générale | 199 |
| Bibliographie générale | 205 |

Introduction générale

Les Droits de Propriété Intellectuelle (DPI) visent à protéger les créations de l'esprit. Si les différents changements technologiques ont régulièrement provoqué des adaptations ou des modifications de leur cadre institutionnel, ils font depuis quelques années l'objet de nombreux études et débats. Au cours de la dernière décennie, la révolution des technologies numériques et l'émergence de l'économie de la connaissance ("*knowledge economy*") ont accru l'importance de la Propriété Intellectuelle et bouleversé ses règles du jeu : l'innovation et la R&D ont changé de nature, changement qui oblige à une révision du paradigme schumpeterien ; la durée de vie des produits est plus courte et les avancées technologiques facilitent l'imitation de nouveaux produits, obligeant les entreprises à davantage valoriser leurs droits pour s'approprier les retours de l'innovation. Le système de protection des DPI par les brevets et droits d'auteurs, conçu pour les produits industriels ou dans un cadre où la duplication était moins aisée, peut donc se révéler inadapté aux nouvelles technologies (NT) et connaître des dysfonctionnements.

Après avoir défini les DPI, leurs différents types et modalités d'application actuellement en vigueur (section 1.1), nous présenterons simultanément les évolutions de l'analyse économique et de l'histoire des DPI : des prémisses de l'analyse économique des DPI dans les années 1960 (section 1.2) aux changements technologiques et institutionnels des années 1980 (section 1.3) qui ont conduit au contexte actuel de l'économie du savoir (section 1.4) et aux débats récents autour des DPI (section 1.5). Puis nous définirons l'objet d'étude de cette thèse, qui porte sur les interactions entre les NT et les DPI, caractérisées par la nouvelle donne dans le cas des logiciels aux États-Unis (section 1.6), avant de décrire les chapitres de la thèse (section 1.7).

1.1 Qu'appelle-t-on DPI ?

Le système des DPI vise à protéger les œuvres de l'esprit, c'est-à-dire les biens fondés sur le savoir et la connaissance. La protection des DPI se définit par ensemble institutionnel de principes (normes et conventions) et de modalités d'application, donnant lieu à des aspects plus pratiques d'interprétation et de mise en œuvre de la loi.

1.1.1 Principes et caractéristiques des DPI

Le principe économique des DPI est fondé sur le fait qu'en l'absence de protection juridique, le contenu d'une innovation ou d'une œuvre peut être utilisé et exploité par tout utilisateur sans qu'il ait à en supporter les coûts d'innovation ou de création. Dans la mesure où ces activités, coûteuses et risquées, peuvent être découragées, les DPI visent à offrir une position de monopole temporaire d'exploitation à leur détenteur afin d'encourager la création et l'innovation, tout en permettant la diffusion du savoir (l'œuvre ou l'invention tombe dans le domaine public au bout d'un certain nombre d'années).

Les DPI se distinguent en deux grandes familles aux modalités d'application différentes : les brevets, qui protègent les inventions¹, et les droits d'auteur, qui protègent les créations artistiques et littéraires.

Le brevet est considéré comme le droit le plus puissant du système de propriété intellectuelle. Il confère à son détenteur un droit exclusif pour exploiter (faire, vendre ou utiliser) l'invention protégée pendant sa période de validité (20 ans), au delà de laquelle l'invention tombe dans le domaine public et devient accessible à tous gratuitement. En contrepartie, les conditions à remplir pour obtenir cette protection sont plus nombreuses et plus restrictives. Pour être brevetable, une invention doit ainsi satisfaire des critères, qui diffèrent selon les pays : tandis qu'aux États-Unis, l'article 35 de la constitution dispose qu'elle doit être utile à la société, originale, nouvelle et non évidente (aux yeux d'une personne ayant des compétences ordinaires dans le domaine concerné), le système européen des brevets exige

¹Une invention se définit comme toute machine ou procédé n'étant pas "une idée abstraite, une loi physique ou un phénomène naturel".

pour sa part qu'elle soit nouvelle, inventive et qu'elle ait une application industrielle.

Afin d'obtenir un brevet, aux États-Unis comme en Europe, l'inventeur soumet une demande auprès de l'office des brevets, instance nationale en charge des examens, délivrances et enregistrements des brevets. Cette demande comporte une description de l'invention suivie de revendications ("*patent claims*") qui délimitent le champ de protection, c'est-à-dire qu'elles décrivent les applications ou améliorations qui entrent dans le champ du brevet. Au delà de cette base commune, les deux systèmes diffèrent sur deux points majeurs : en cas de demandes similaires, le brevet est accordé à celui qui a inventé en premier aux États-Unis ("*first to invent*") et à celui qui l'a demandé en premier en Europe ("*first to file*"); par ailleurs, la date de publication du contenu de la demande, 18 mois à partir de la date de dépôt en Europe, et seulement au moment de l'octroi du brevet aux États-Unis.

Le copyright (en France, le droit d'auteur) protège pour sa part toute œuvre originale représentée dans un mode d'expression tangible et fixe (US Copyright Act, article 17). Sa procédure de délivrance est presque automatique, et il confère à son détenteur un droit exclusif de reproduction, distribution et utilisation de l'œuvre. La durée de la protection est d'environ 50 ans après la mort de l'auteur.

Si ces deux systèmes de DPI sont généralement exclusifs dans la mesure où ils ne protègent pas le même type d'œuvres (inventions pour le brevet et œuvres artistiques et littéraires pour le copyright), il existe toutefois une exception (notamment aux États-Unis) en ce qui concerne les logiciels, dont la fonctionnalité peut être protégée par un brevet, et l'expression par un copyright. En conséquence, les producteurs de logiciels ont la possibilité d'utiliser parallèlement le copyright contre le piratage par les utilisateurs et le brevet contre les concurrents.

1.1.2 Mise en œuvre des droits

En ce qui concerne la mise en œuvre des droits, la frontière entre copyright et brevets réside essentiellement dans le fait que le copyright ne protège son détenteur de la copie de l'expression spécifique de l'œuvre, mais pas de l'utilisation de l'idée et sa fonctionnalité. Défini par ses revendications, le champ protégé par un brevet apparaît plus ambigu et in-

certain sur le plan juridique. Autre différence, les œuvres peuvent être protégées par un copyright sans procédure d'examen particulière, notamment sans critère de nouveauté, et la création indépendante est autorisée, à la différence du système des brevets, aux termes duquel une invention indépendante constitue une infraction. Enfin, les coûts de surveillance et d'éventuelles poursuites judiciaires sont plus élevés pour les brevets que pour les copyrights, du fait d'un champ de protection moins précis et d'une détection plus ardue du piratage².

Indépendamment du brevet et du copyright qui constituent les DPI proprement dits, une autre stratégie de protection de l'innovateur consiste à garder le secret industriel. Un secret industriel couvre une information (formule, méthode, procédé, etc.) utilisée dans un produit dont la valeur commerciale diminue avec la divulgation de cette information. Le secret diffère des DPI (brevet et droit d'auteur) dans la mesure où il ne confère pas de droit exclusif à son détenteur, qui ne saurait s'appuyer sur la loi si l'information est révélée. Cette forme de protection n'est donc pas adaptée aux inventions dont la commercialisation en révèle automatiquement le contenu, comme par exemple les biotechnologies (dont les inventeurs ne peuvent garder le secret au moment de la commercialisation).

1.1.3 Fondements historiques du système des DPI

Les bienfaits sociaux des créations et des inventions, tout comme les dangers potentiels de la copie et de l'imitation, ont toujours été présents dans l'esprit des législateurs. La protection de la propriété intellectuelle apparaît sous sa forme moderne à l'époque de la Renaissance italienne. Publiée à Venise en 1474, la première loi sur les brevets exige l'enregistrement de toute découverte "nouvelle et ingénieuse" et interdit à quiconque - à l'exception de l'inventeur - de l'utiliser pendant 10 ans (David [1993]). C'est aussi à Venise qu'est promulguée la première loi sur le droit d'auteur, en 1544, sous la forme d'un décret interdisant l'édition d'une œuvre en l'absence d'autorisation écrite de l'auteur. Ce décret se voulait une réponse réglementaire à l'apparition de la presse à papier qui facilitait la copie

²Cette deuxième différence doit néanmoins être relativisée au regard de la difficulté de détecter le piratage des copyrights sur Internet, notamment par le biais des technologies *Peer-to-Peer*.

et le plagiat. Comme en témoigne leur histoire, les DPI sont nés d'une nécessité de créer un cadre institutionnel à la création et à l'innovation et de le maintenir adapté aux divers changements technologiques.

Les fondations du système américain actuel des brevets se trouvent quant à eux dans la constitution américaine (1790) ³ : “*congress shall have the power [...] to promote the progress of science and useful arts by securing for limited times to authors and inventors the exclusive right to their respective writings and discoveries*”. Le premier brevet américain est délivré la même année par Thomas Jefferson, qui recevra 3 demandes en un an, toutes accordées⁴. Créé en 1802, l'office des brevets américain a accordé depuis plus de 5 millions de brevets et fait face à un volume croissant de demandes.

1.2 Les prémisses de l'analyse économique des DPI (depuis les années 1960)

1.2.1 La justification économique des DPI par Arrow

L'analyse économique des DPI s'est développée dans les années 1960, sous un régime de protection des innovations relativement strict et dans un contexte caractérisé par le déclin du nombre de dépôts de brevets (Jaffe [2000]). Dans un article fondateur, Arrow (1962) propose une conception économique des “œuvres de l'esprit” fondée sur la production d'information et de connaissances, comme un type de bien possédant une valeur intrinsèque et dont le coût de production de la première unité est élevé. Sa caractérisation des biens d'information les définit comme des biens publics, c'est-à-dire non rivaux (pouvant être possédés et utilisés conjointement par plusieurs agents) et non exclusifs : cette observation constitue le socle de l'analyse économique de la R&D et des DPI.

En économie, les biens d'information se distinguent des autres biens sur l'aspect suivant : en l'absence de protection juridique, les concurrents et les utilisateurs peuvent s'approprier

³article 1, section 8

⁴Le coût de dépôt d'une demande était de 4 dollars.

le contenu informationnel d'une innovation ou d'une œuvre sans avoir à en supporter le coût de production de la première unité. Privé des fruits de son travail, l'innovateur ou le créateur peut être découragé d'investir, ce qui engendre une sous-production d'information ou de connaissances (par rapport au niveau socialement optimal). Élaborés en réponse à ce risque comme un système de compensation, les DPI confèrent un monopole à leur détenteur, de nature à limiter l'accès des concurrents et des utilisateurs à l'information. Cela peut toutefois décourager l'utilisation de l'information : en vue d'éviter que celle-ci soit sous-utilisée, le monopole conféré par les DPI est temporaire et l'information redevient librement accessible à l'expiration du droit. Du fait de cet arbitrage délicat entre deux objectifs contradictoires - encourager l'innovation et la création et faciliter la diffusion des connaissances -, les DPI sont des mécanismes économiquement imparfaits qui impliquent la recherche d'un optimum de second rang. Tous les travaux qui ont développé l'analyse d'Arrow s'appuient sur l'arbitrage entre incitation et diffusion dans le but de déterminer l'impact d'un renforcement de la protection sur l'innovation et le bien-être social.

1.2.2 Les caractéristiques économiques des DPI

L'arbitrage entre incitation et usage se traduit par un arbitrage entre efficacités dynamique et statique : si les DPI sont nécessaires pour atteindre l'efficacité dynamique, c'est-à-dire encourager l'amélioration et le renouvellement des techniques de production et des produits dans le temps, ils contredisent toutefois l'efficacité statique qui consiste à maximiser le surplus social et créent une perte sèche pour la société.

En ce qui concerne les brevets, le résultat de cet arbitrage dépend des caractéristiques de la protection. Jusqu'aux années 1980, la caractéristique sur laquelle se concentrent les économistes est la durée de vie du brevet, ou sa "longueur". Pour l'essentiel, la littérature sur les brevets se place alors dans un cadre d'innovations statiques. Afin de déterminer la longueur optimale d'un brevet, Nordhaus (1969) et Scherer (1972) comparent l'effet de l'incitation à innover à la perte sèche due à la position de monopole. Les principaux déterminants de la longueur optimale sont l'élasticité-prix de la demande et les caractéristiques

de l'innovation (drastique ou non drastique)⁵. Dans un cadre d'innovations de procédé, c'est-à-dire de réduction du coût de fabrication, ils montrent que la longueur optimale dépend de l'élasticité-prix de la demande sur le marché du produit final : plus la demande pour le nouveau produit est élastique, plus la longueur optimale est faible (une hausse du prix entraîne une baisse plus que proportionnelle de la demande, ce qui implique une plus grande perte sèche due au monopole). Nordhaus (1969) montre également que la perte de bien-être résultant d'une longueur sous-optimale est négligeable excepté dans le cas d'innovations drastiques et d'une demande très élastique.

On retrouve le même type de comparaison entre les bénéfices en termes d'incitations et le coût social de la protection dans les travaux économiques sur le copyright et la copie. Hirshliefer et Riley (1979) montrent qu'un renforcement de la protection du copyright a un effet positif sur la sous-production de nouvelles œuvres et un effet négatif sur la sous-utilisation des œuvres protégées.

1.3 Les changements concurrentiels, technologiques et institutionnels (depuis le milieu des années 1980)

1.3.1 Changements structurels

Dans les années 1980, le développement des nouvelles technologies (NT) se traduit par un fort taux d'innovation : alors que la concurrence s'établit de plus en plus au niveau de l'innovation, la technologie et la connaissance prennent une importance croissante aux yeux des entreprises, et la valeur qu'elles attachent à l'exploitation de la propriété intellectuelle augmente. De nature plus vulnérable à l'imitation que les biens traditionnels, les biens d'information produits par ces entreprises demandent une protection juridique accrue. Tandis que le coût de production de la première unité est élevé, la reproduction des NT est relativement aisée et peu coûteuse, ce qui en fait une proie facile pour les imitateurs. Confrontées

⁵Dans le cas d'une innovation drastique, le prix de monopole qui en est issu est inférieur au coût de production des concurrents, tandis que dans le cas d'une innovation non drastique, le prix de monopole demeure supérieur au coût de production des concurrents.

à l'imitation croissante et conscientes que leur compétitivité et leur profit dépendent de plus en plus de leur niveau d'innovation, les firmes des secteurs des nouvelles technologies revendiquent un renforcement des droits.

1.3.2 Changements législatifs

Par rapport au régime strict des années 1960 et 1970⁶, la tendance s'inverse alors, comme en témoigne la réponse favorable du gouvernement américain aux pressions des entreprises des secteurs pharmaceutiques, électroniques et des technologies de l'information. Ce passage à une politique de forte protection est ponctué par plusieurs changements législatifs, parmi lesquels le “*computer software protection act*” de 1980, le “*semiconductor chip protection act*” de 1984 et la création de la Court of Appeals of the Federal Circuit (CAFC) en 1982⁷. Les décisions prises par cette cour d'appel concernant les litiges sur brevets suggèrent du reste qu'elle vise à encourager le système des brevets, observation corroborée par les statistiques (Lerner, 2003) : si, entre 1953 et 1978, les tribunaux avaient confirmé 62% des jugements d'infraction et infirmé 12% des décisions d'invalidation ou de non infraction, la CAFC confirmera entre 1982 et 1990 90% des décisions d'infraction et infirmera 28% des jugements d'invalidité ou de non infraction. Simultanément, le domaine du brevetable s'étend à certains types de nouvelles technologies. Aux États-Unis, ce sera notamment le cas des programmes informatiques, officiellement brevetables depuis l'arrêt rendu en 1981 par la Cour suprême à l'issue du procès *Diamond vs. Diehr*⁸.

1.3.3 Analyses économiques des caractéristiques des DPI

Suite aux développements législatifs et technologiques, la politique économique des États-Unis a conduit les économistes à examiner plus précisément les caractéristiques du brevet et leur impact sur l'innovation. L'attention s'est notamment portée vers l'étendue

⁶Période pendant laquelle la protection était moins étendue et plus difficile à acquérir.

⁷La création d'une protection “sur mesure” (*sui generis*) de ces NT (programmes informatiques et semiconducteurs) marque un tournant vers un renforcement des DPI.

⁸En revanche ce n'est pas encore officiellement le cas en Europe.

du champ de la protection, déterminant le pouvoir de marché du détenteur des droits face aux concurrents et imitateurs (ou copieurs) potentiels.

1.3.3.1 Brevets

C'est dans ce cadre que certains se sont intéressés à la "largeur" du brevet au début des années 1990. Définie par les revendications et propre à chaque brevet (à la différence de la longueur qui est la même pour tous), la largeur est une notion économique qui en détermine le champ de protection. La question de la combinaison optimale des dimensions largeur et longueur du brevet est notamment analysée par Klemperer (1990), Gilbert et Shapiro (1990) et Gallini (1992). S'appuyant toutes sur un cadre statique, ces analyses interprètent la notion de largeur de différentes manières. Gilbert et Shapiro (1990) la représentent comme le flux de profits du détenteur du brevet et montrent que si le surplus des consommateurs diminue quand la largeur augmente, il est optimal de fixer une longueur infinie et d'ajuster la largeur de sorte que le profit du détenteur du brevet soit positif. De son côté, Klemperer (1990) définit la largeur en termes de différenciation horizontale, comme la distance nécessaire par rapport au produit breveté pour ne pas violer le brevet. Ce faisant, il met en avant deux combinaisons optimales possibles des dimensions du brevet (largeur infinie/longueur finie ou longueur infinie/largeur finie) en fonction des préférences des consommateurs, qui déterminent les pertes sociales engendrées par chaque type de brevet (les consommateurs ne peuvent pas acquérir leur produit idéal si celui-ci enfreint un brevet). Enfin, Gallini (1992) interprète pour sa part la largeur du brevet comme le coût de développer un produit substitut au produit protégé sans pour autant en enfreindre le brevet : plus le brevet est large, plus il est coûteux pour les concurrents potentiels d'entrer sur le même marché sans enfreindre le brevet, ce qui évite des coûts socialement inutiles de développement de substituts. Notons que ces analyses considèrent la largeur comme un instrument du brevet visant à protéger l'innovateur pour les externalités positives de connaissances (*spillovers*) qu'il exerce sur les concurrents.

1.3.3.2 Droits d'auteur

En ce qui concerne le copyright, le développement de certaines technologies dans les années 1980 (photocopie, cassettes audio ou vidéo) a mis en péril la protection des droits des biens “culturels”. C’est dans ce contexte que certains économistes ont étudié la question de l’impact des copies illégales sur la création et le bien-être social. Dans le corpus des articles consacrés au copyright, on retrouve l’arbitrage initialement soulevé par Arrow (1962) entre deux sources d’inefficacité : la sous-production et la sous-utilisation (voir par exemple Novos et Waldman, 1984). Tandis que la sous-production d’une œuvre non protégée a sa source dans le comportement de certains consommateurs qui copient le produit sans en payer le prix, la sous-utilisation d’une œuvre protégée s’explique par un prix supérieur au coût marginal, ce qui exclut certains consommateurs. Compte tenu de ces paramètres, Landes et Posner (1989) justifient un renforcement du copyright malgré le coût social qu’il engendre. Ils montrent que le copyright peut se traduire par un gain d’efficacité si la technologie de reproduction des originaux du détenteur des droits est supérieure (en d’autres termes moins coûteuse) à la technologie de piratage, du fait des économies d’échelle. À l’inverse, en s’appuyant sur des données empiriques ayant pour objet les éditeurs de revues académiques, Liebowitz (1985) montre que la copie non autorisée d’un bien “culturel” peut bénéficier à son producteur : si celui-ci peut prévoir le volume des copies qui seront issues de l’achat de son bien, il est en mesure de s’appropriier en partie ou totalement les bénéfices des copies en imposant un prix plus élevé aux consommateurs qui sont susceptibles de copier davantage (on parle alors d’appropriation indirecte des revenus des utilisateurs qui n’ont pas acheté le bien original).

1.4 L’économie du savoir (“*knowledge economy*”)

Au cours des années 1990, caractérisées par la révolution numérique, le développement des technologies de l’information, d’Internet et de l’économie du savoir (“*knowledge economy*”), le rôle déjà prépondérant des DPI dans la promotion de l’innovation et de l’activité risquée de R&D s’intensifie, en particulier dans les biotechnologies et technologies de l’infor-

mation. Aujourd’hui, les technologies de l’information représentent à la fois des promesses et des menaces : en réduisant très fortement les coûts de reproduction et de diffusion, elles augmentent les enjeux de la propriété intellectuelle⁹. Les changements technologiques et économiques ont conduit les autorités à adapter le cadre institutionnel des DPI : les NT de reproduction offrent de nouvelles opportunités de contourner la loi et de copier les produits, les NT sont également des nouveaux types de biens qui demandent à faire l’objet d’une protection.

1.4.1 Nouvelles technologies de reproduction

Le développement des nouvelles technologies de l’information a bouleversé les modes de création et de diffusion des œuvres artistiques et littéraires, à travers de nouveaux supports (numérisés) et un nouveau mode de diffusion (Internet, souvent qualifié de “photocopieuse géante”). Désormais, la plupart des œuvres protégées par le copyright peut être numérisée (sous format JPEG pour les images, MP3 pour la musique, MPEG pour la vidéo, etc.). La version numérique d’une œuvre, susceptible d’être copiée sans grande perte de qualité et à un coût nul, est potentiellement accessible à tous en quantité illimitée par le biais d’Internet, notamment sur les réseaux d’échange en ligne *Peer-to-Peer*, qui permettent la copie à grande échelle et pratiquement sans possibilité de contrôle par les producteurs. Dans ce contexte, le piratage constitue la principale préoccupation des auteurs et éditeurs d’œuvres numériques (dont bon nombre le rendent responsable de la baisse de leurs revenus). Sous la pression de leurs différents lobbys, les pouvoirs publics sont régulièrement amenés à renforcer les DPI, comme en témoigne le Digital Millenium Copyright Act, promulgué aux États-Unis en 1998 et permettant aux détenteurs des droits d’utiliser la technologie pour protéger les versions numériques de leurs œuvres, notamment grâce à la technique de l’encodage et plus généralement au “*Digital Rights Management*”, dont le but est de contrôler et limiter la copie. Cette loi, qui constitue un élément supplémentaire au cadre institutionnel des

⁹Ces caractéristiques sont à la fois bénéfiques et néfastes aux producteurs : tandis qu’elles permettent une baisse des coûts de reproduction et de distribution, elles facilitent la copie illégale et le partage par les utilisateurs.

DPI, renforce la protection des détenteurs de droits d'auteur en les autorisant à mettre en place une protection technologique qui s'ajoute à la protection légale¹⁰. En outre, le téléchargement d'œuvres numériques sur Internet est dorénavant passible de poursuites judiciaires visant essentiellement les utilisateurs de réseaux *Peer-to-Peer* (Kazaa, Morpheus, etc.).

En résumé, le copyright joue désormais un rôle majeur dans l'organisation de l'industrie des biens d'information, où le renforcement de la protection des œuvres numériques accroît le pouvoir de marché des détenteurs des droits. Parallèlement, l'émergence des technologies numériques destinées à limiter la copie de ces œuvres sur Internet permet aux producteurs d'assurer la protection de leurs droits de concert avec les pouvoirs publics. Au total, la mise en œuvre du copyright s'opère à la fois par le biais de poursuites judiciaires à l'encontre des copieurs et sous la forme d'une protection technologique coûteuse implantée directement sur les originaux par les producteurs.

1.4.2 Nouveaux types de biens

Simultanément, les nouvelles technologies ont fait l'objet d'une protection juridique en tant que nouveaux produits : le système des brevets s'est récemment étendu à certains types d'inventions, telles que les "*business methods*" aux États-Unis, (depuis le procès State Street Bank en 1998), pour lesquelles 2500 demandes de brevets sont déposées chaque année dans le secteur des logiciels¹¹. Plus généralement, les brevets sont de plus en plus utilisés par les firmes, comme l'indiquent les statistiques. En déclin jusqu'au milieu des années 1980, le nombre de dépôts de brevets s'est depuis considérablement accru : l'office américain des brevets a ainsi reçu 344 717 demandes en 2001, et le nombre de brevets qu'il a octroyés est en croissance rapide¹². Ce phénomène n'est pas limité aux États-Unis : entre 1990 et 2000, le nombre de brevets déposés auprès de l'office européen des brevets a doublé et a atteint

¹⁰Cette protection technologique des œuvres déjà protégées par le droit d'auteur est de plus en plus courante, à l'image des CD en France.

¹¹Selon J. Tirole (2000), 21 000 demandes de brevets liés aux logiciels ont été déposées en 1999 aux États-Unis.

¹²De 2000 à 2001, l'évolution est de +21,4% dans les semi-conducteurs, +20,4% dans les telecoms, +11,6% en informatique (Tirole, 2000).

142 941 en 2000¹³. Sur la base de ces chiffres, on peut considérer que l'accroissement du nombre de brevets déposés n'est pas uniquement le fruit de changements institutionnels intervenus aux États-Unis et dont l'effet a été d'accroître la valeur des brevets (Kortum et Lerner, 1998), mais également du fort taux de progrès technologique.

1.5 Débats actuels autour des DPI et analyses économiques

S'il existe désormais un consensus sur le rôle prépondérant que les DPI jouent dans la production de connaissances, leur renforcement depuis le milieu des années 1990 fait l'objet de critiques et soulève différents débats chez les économistes comme chez les juristes et les politiciens.

1.5.1 La cumulativité des connaissances

L'une des principales critiques adressées aux DPI concerne leur impact sur l'incitation à innover et à créer, à savoir que la propriété intellectuelle peut être un frein à la production de connaissances dans la mesure où l'innovation (et la création) est un processus cumulatif, où chaque innovation se fonde sur ses devancières (par exemple pour réaliser des améliorations ou des applications). À titre indicatif, l'aspect cumulatif des innovations se révèle particulièrement marqué dans les secteurs des nouvelles technologies : les codes sources des logiciels sont ainsi composés de "briques" de programme récurrentes ; les innovations en biotechnologie se fondent sur des outils de recherche, tels que la séquence d'un gène. Dans un contexte d'innovations cumulatives, pour déterminer si un brevet doit être accordé ou non et l'ampleur de sa protection, il ne suffit plus de considérer l'arbitrage statique traditionnel ; il faut également prendre en compte l'effet à long terme sur l'innovation. Une trop forte protection peut alors devenir handicapante, car elle décourage les inventeurs ou

¹³Tirole (2000) : cette augmentation était d'ailleurs amorcée dès les années 1970 en Allemagne et au Japon.

créateurs d'explorer certaines voies de recherche déjà protégées¹⁴.

Contrairement à l'interprétation statique de la largeur du brevet, qui ne prend pas en compte l'aspect cumulatif de l'innovation et omet l'effet potentiellement négatif de la protection sur les incitations à innover des générations suivantes, la cumulativité de la production de connaissances est devenue une préoccupation majeure de l'analyse économique des brevets dans la seconde moitié des années 1990 (depuis son analyse par Scotchmer [1991]). De manière générale, celle-ci modélise l'activité de R&D comme un processus séquentiel dans lequel les innovateurs s'appuient sur les inventions de leurs prédécesseurs, ce qui peut donner lieu à des infractions de brevets par des innovateurs de générations suivantes, selon la largeur du brevet précédent.

Chez Chang (1995) comme chez Green et Scotchmer (1995), l'aspect cumulatif de l'innovation est représenté par un modèle dynamique en deux étapes : deux décisions d'innovations (par deux innovateurs différents) sont considérées, la seconde innovation étant par exemple une amélioration de la première. La largeur du brevet initial, destinée à protéger son détenteur des améliorations futures de son produit, détermine le champ de la protection face au second innovateur : un brevet large assure l'introduction de l'innovation de première génération, mais il peut bloquer en contrepartie l'entrée du second innovateur et freiner le progrès technologique. Pour résoudre ce conflit d'objectifs, Green et Scotchmer (1995) introduisent la possibilité d'un accord de licence entre les deux innovateurs, *ex ante* (dans une "joint venture", avant l'introduction sur le marché du second produit), ou *ex post*. Ils montrent que l'accord *ex ante*, s'il assure l'entrée du second innovateur, ne permet pas au premier innovateur de capturer la totalité du surplus de celui-ci. En mettant l'accent sur l'enjeu de la diffusion de l'innovation, Matutes et *alii* (1996) puis O'Donoghue et *alii* (1998) étudient pour leur part le couple largeur - longueur du brevet qui maximise une fonction de bien-être social, dans le cadre d'une séquence infinie d'innovations sur une échelle de qualité. Matutes et *alii* (1996) concluent de leur analyse qu'un brevet large ré-

¹⁴C'est ce qui s'est produit au début du 20ème siècle aux États-Unis dans le domaine des technologies de l'aviation et de la radio : les quelques entreprises qui détenaient des brevets couvrant des aspects importants de ces inventions n'ont pas réussi à établir un accord de licences croisées, un blocage mutuel qui a neutralisé les avancées technologiques jusqu'à ce que le gouvernement intervienne pendant la première guerre mondiale (Merges et Nelson [1990]).

serve à son détenteur un certain nombre d'applications, et le bien-être est alors maximisé par des brevets de largeur limitée et de longueur infinie. O'Donoghue et *alii* (1998) mettent en évidence la notion de durée de vie "effective" d'un brevet, qui s'arrête lorsque le produit est détrôné par un autre de meilleure qualité. Cette durée effective dépend non seulement de la longueur mais également de la largeur : un régime dans lequel la longueur est faible et la largeur illimitée se révèle le plus efficace, car il assure une diffusion rapide des nouveaux produits (i.e. la durée de vie effective est plus courte). Pour une présentation approfondie de l'analyse économique des brevets, on se reportera à Langinier et Moschini (2003), et Encaoua, Guellec et Martinez (2003)¹⁵.

Les débats actuels portent également sur les aspects pratiques des DPI, et les dysfonctionnements du système de protection dans le contexte des NT. Les évolutions survenues récemment dans le domaine de la propriété intellectuelle montrent que sa mise en œuvre occupe aujourd'hui une place essentielle, tant pour les pouvoirs publics que pour les créateurs et innovateurs.

1.5.2 Le cadre institutionnel des DPI est-il adapté aux NT ?

Au-delà de son conflit d'objectifs et de son effet potentiellement néfaste sur la production de connaissances, la protection de la propriété intellectuelle peut se révéler inutile, lorsque les producteurs de biens d'information sont en mesure de bénéficier de l'imitation par les concurrents et de la copie par les utilisateurs. Ces opportunités remettent alors en cause la légitimité de la protection par les brevets et les copyrights. À ce titre, Besen et Maskin (2000) montrent que lorsque les innovations sont cumulatives et complémentaires, l'absence de brevets réduit les profits des innovateurs en renforçant la concurrence mais leur permet en contrepartie d'accéder aux innovations existantes et de les utiliser dans leurs propres innovations sans risque de poursuites pour infraction des droits. En d'autres

¹⁵Certains travaux sur l'économie de la copie et du copyright mettent également en avant la cumulativité des créations littéraires et artistiques. Ainsi, Landes et Posner (1989) montrent que, si la création est cumulative, l'extension du copyright aux œuvres dérivées (traduction, adaptation et interprétation) peut augmenter les coûts de la création (d'expression) pour les autres créateurs à tel point qu'ils ne seront plus incités.

termes, le gain de long terme lié au partage des connaissances peut alors compenser la perte de court terme issue de l'imitation, ce qui plaide pour l'absence de protection dans certains secteurs : l'extension récente de la brevetabilité à certaines technologies (business methods, logiciels, outils de recherche dans l'industrie biomédicale, séquences génétiques) est aujourd'hui largement contestée¹⁶. Cette extension du domaine du brevetable n'est pas sans poser problème aux offices de brevets, s'agissant notamment de l'état de la technique et des connaissances du secteur. Devant le volume croissant des demandes de brevets, notamment dans le domaine des logiciels, les examinateurs des offices se voient contraints d'étudier rapidement les dossiers, ce qui les conduit à commettre des erreurs de jugement et à accorder de "mauvais" brevets. L'office des brevets peut être perçu comme une organisation "imparfaite" (au sens où l'on parle de "marché imparfait"), en raison de l'asymétrie d'information entre les innovateurs (qui demandent un brevet) et les examinateurs (qui examinent les demandes).

Dans les secteurs des nouvelles technologies (biotechnologies, technologies de l'information), où les innovations requièrent l'utilisation d'un certain nombre d'innovations "complémentaires" pour être exploitées commercialement, il existe un problème de partage de la propriété intellectuelle (voir à ce sujet Tirole [2000]) et le risque d'empiètement des brevets y est exacerbé. Le champ de la protection est plus étendu et l'incertitude accrue sur la délimitation de ce champ rendent plus difficile la distinction entre ce qui est protégé et ce qui ne l'est pas, et peuvent conduire à des empiètements de brevets plus fréquents. En ce sens, Shapiro (2001) parle "d'enchevêtrement" et de "maquis" de brevets pour décrire une prolifération susceptible de décourager les innovateurs craignant de se retrouver en infraction sans le savoir. En effet, le progrès technologique conduit à une complexification de l'espace des technologies et des produits, dont les brevets se chevauchent inévitablement et font l'objet de plus de litiges.

Les brevets sont devenus une arme stratégique en vue de litiges potentiels : face au renforcement de la protection qu'ils assurent et aux problèmes d'empiètements qui s'ensuivent,

¹⁶S'agissant des logiciels, certains économistes défendent fermement la non brevetabilité (voir Foray et Mairesse, *le Monde*, 15/09/03)

les firmes déposent des brevets pour se défendre en cas d'accusation d'infraction et pour attaquer leurs concurrents. Du fait de ce comportement, les litiges sur brevets occupent désormais une place majeure dans la gestion des innovations par les entreprises¹⁷. Les avocats en propriété industrielle, dont le rôle est à la fois de rédiger les brevets et défendre les droits de leurs clients lors des litiges, occupent une place prépondérante dans le processus de protection des innovations.

Le renforcement de la protection du copyright observé depuis la numérisation et le développement d'Internet se prête également au débat. Certains artistes et experts de l'industrie de la musique ou du cinéma y sont opposés, mettant en avant les bénéfiques potentiels du piratage à grande échelle en termes de taille du marché (à titre d'exemple, voir le rapport de l'Adami [2004]¹⁸, qui prône la légalisation du P2P). Les œuvres numériques (biens culturels, mais surtout logiciels) peuvent, il est vrai, bénéficier d'externalités de réseau positives, la propension à payer d'un consommateur augmentant avec le nombre de consommateurs. De telles externalités peuvent profiter aux producteurs, dans la mesure où elles procurent un surplus supplémentaire aux consommateurs d'originaux, qui sont alors disposés à les payer plus cher, comme le montrent Conner et Rumelt (1991), Takeyama (1994) et Shy et Thisse (1999). Dans ces modèles, les consommateurs diffèrent selon l'utilité qu'ils retirent de l'original : les copies engendrent des externalités de réseau positives en augmentant le nombre d'utilisateurs, ce qui accroît la valeur des originaux aux yeux des consommateurs et permet in fine aux producteurs d'augmenter leurs prix et leurs profits malgré la réduction de la demande ; en outre, soulignent Takeyama (2002) et Zhang (2002), les copies peuvent transmettre de l'information aux consommateurs sur la qualité du bien.

En résumé, on observe une interaction de plus en plus forte entre les NT et les DPI. Dans quelle mesure cette interaction entraîne-t-elle une redéfinition du statut et de l'utilité des DPI ? Quel rôle les DPI jouent-ils dans les processus d'innovation et de création ? Cette thèse a pour but d'analyser certains aspects des interactions entre DPI et NT, à la lumière

¹⁷Aux États-Unis, les dépenses consacrées à des litiges entamés en 1991 s'élèvent à ce jour à 1 milliard de dollars, un chiffre à considérer à la lumière des 3,7 milliards dépensés par les firmes en R&D en 1991 (Tirole, 2000).

¹⁸«Le Peer to Peer, un Autre Modèle Économique pour la Musique», Tariq Krim, Adami, 2004.

des dysfonctionnements qui accompagnent la nouvelle donne.

1.6 Interactions entre DPI et NT : la nouvelle donne

Les changements technologiques récents ont incontestablement bouleversé la donne de la propriété intellectuelle. Le cadre institutionnel des DPI est soumis à de nouvelles règles du jeu et de nouvelles relations se sont instaurées entre ses acteurs (ceux qui délivrent, détiennent ou enfreignent les droits) : d'une part, les détenteurs des droits sont menacés par l'imitation et une copie devenue plus facile, mais ils disposent également d'armes plus aiguisées et dangereuses pour les "infracteurs"; d'autre part, les autorités ont pour rôle de contrôler l'exploitation potentiellement abusive de ces armes et doivent elles-mêmes s'adapter aux changements institutionnels. Pour les copyrights comme pour les brevets, la configuration qui s'est mise en place depuis le milieu des années 1990 amplifie certains dysfonctionnements inhérents au système des DPI, tout en introduisant de nouvelles distorsions, comme l'illustre pertinemment le secteur des logiciels aux États-Unis, en forte croissance, et terrain de nombreuses évolutions juridiques.

1.6.1 La nouvelle donne dans le secteur des logiciels : pourquoi ?

Tout d'abord, le logiciel, comme tout bien informationnel (au sens d'Arrow [1962]), peut être défini comme un bien public dont le coût fixe de recherche et de développement est très élevé et non recouvrable, mais dont le coût marginal de duplication et de distribution, très faible, de par sa nature de bien numérique, nécessite la protection de son contenu informationnel à la fois contre l'imitation par les concurrents et contre la copie par les consommateurs.

Par ailleurs, la protection juridique des logiciels aux États-Unis s'appuie à la fois sur le copyright, le secret industriel et le brevet. Pour décrire les caractéristiques du logiciel et ses différentes formes de protection en vigueur, on distingue usuellement (voir Caillaud, 2000) entre les codes et les fonctionnalités : si le code source (*i.e.* le programme en langage informatique, compréhensible par l'homme) fait souvent l'objet d'un secret industriel, car

sa publication impliquerait la révélation de toutes les idées sous-jacentes au logiciel, le code objet (soit la version binaire du code source, compréhensible uniquement par une machine), considéré comme une œuvre littéraire, est protégé en revanche par le copyright, qui en interdit la copie sauf dans le cas d'une sauvegarde. Autrement dit, l'auteur du logiciel détient un monopole d'exploitation et de distribution du code objet, ce qui lui permet essentiellement d'empêcher sa duplication par les utilisateurs. Toutefois, le copyright ne protège pas contre l'expression des mêmes idées sous un code différent, i.e. sous une autre forme. Dans le but de protéger la fonctionnalité du logiciel, soit l'ensemble des fonctions mises en œuvre par l'ordinateur, les producteurs font appel aux brevets, qui délimitent un périmètre dans lequel une innovation concurrente constitue une infraction : pour l'essentiel, il s'agit d'une protection stratégique à l'encontre des concurrents, comme le suggèrent les statistiques sur le volume des litiges aux États-Unis. En somme, les logiciels témoignent des dysfonctionnements du système des copyrights (ils sont soumis au piratage à grande échelle des biens numériques sur Internet) comme du système des brevets (le nombre de dépôts de brevets logiciels et de litiges ne cesse de croître).

Enfin, l'histoire montre que les nouvelles normes apparaissent souvent aux États-Unis pour être ensuite adoptées en Europe. S'agissant de la brevetabilité des logiciels, encore en suspens aujourd'hui, les décisions de l'office européen des brevets indiquent un alignement progressif sur la politique américaine. En effet, si les logiciels restent officiellement non brevetables, ce n'est plus le cas de ceux qui présentent un caractère technique (ou application industrielle)¹⁹.

Si c'est le secteur du logiciel aux États-Unis qui illustre de la façon la plus éloquente les différents aspects de la nouvelle donne en matière de DPI, celle-ci s'étend à d'autres biens et technologies, notamment les biens culturels numériques dans le cas des copyrights, et les biotechnologies dans le cas des brevets.

¹⁹On recense actuellement environ 30 000 brevets logiciels en Europe.

1.6.2 Objectif de la thèse

Dans cette thèse, nous nous intéressons aux aspects pratiques de la mise en œuvre des DPI dans le contexte des NT. Nous tentons de caractériser la nouvelle donne sous trois perspectives, chacune d'entre elles correspondant à un chapitre. Après avoir étudié la question du copyright et les spécificités des biens numériques distribués en ligne dans le premier chapitre, nous nous intéressons aux dysfonctionnements du système des brevets et à son nouvel environnement institutionnel dans le deuxième et le troisième chapitre. Selon les chapitres, nous considérons différents types :

- *de hors-la-loi (infracteurs)*

Les DPI ayant pour rôle de protéger leurs détenteurs contre l'imitation et la copie, les hors-la-loi, i.e. ceux qui enfreignent les droits, sont soit les utilisateurs, soit les concurrents. Dans ces conditions, le copyright vise essentiellement à protéger contre le piratage par les utilisateurs, tandis que le brevet est une arme destinée à protéger l'innovateur contre ses concurrents

- *d'interactions entre les NT et les DPI*

D'une part, les NT modifient les règles d'application des DPI, à la fois par la reproduction facile et peu coûteuse des biens numériques, dont l'échelle est amplifiée par Internet, et par la protection technologique mise en place par les producteurs. D'autre part, les DPI sont susceptibles de protéger les NT, comme les brevets sur les logiciels ou les business methods, qui peuvent révéler des dysfonctionnements du système des brevets.

- *de cadres institutionnels des DPI (centralisé ou décentralisé)*

La mise en œuvre de la protection par le copyright est relativement décentralisée, dans la mesure où il s'agit d'une protection automatique et dont l'application est contrôlée principalement par son détenteur. En revanche, la protection d'un brevet, soumise à un examen approfondi des autorités légales, correspond à un système plus centralisé²⁰.

²⁰Il convient néanmoins de nuancer cet aspect au regard de la mise en œuvre de la protection des brevets dans des litiges pour infraction, qui est quant à elle décentralisée.

1.7 Trois aspects des interactions entre DPI et NT

1.7.1 *Peer-to-Peer*, piratage et droits d’auteur : impact sur les artistes et les consommateurs

Dans ce chapitre, nous étudions la gestion de la protection d’un bien public numérique. L’ère numérique est celle de la copie et du piratage : facile, rapide et peu coûteuse, la reproduction des biens numériques met à mal les mécanismes de contrôle traditionnellement exercés par les détenteurs des droits (les artistes), qui voient leurs intérêts menacés. Pour préserver la notion de droit d’auteur dans le nouvel environnement d’Internet, et face à l’usage croissant des réseaux de partage de fichiers en ligne *Peer-to-Peer*, les pouvoirs publics ont réformé, voire renforcé la protection des droits d’auteurs s’agissant des œuvres numériques. Parallèlement, les producteurs ont de plus en plus recours à des dispositifs de protection et de sécurité “à la source”, implantés directement sur les originaux.

La surveillance et le contrôle de l’usage de ces biens requièrent des technologies de protection contre la copie. Nous considérons des techniques de protection à un premier niveau décentralisé, technologique, à l’encontre des utilisateurs (*end user piracy*). Ce chapitre s’appuie sur un article co-écrit avec Patrick Waelbroeck qui a pour objet le système des droits d’auteur sur Internet et les copies digitales des œuvres disponibles en ligne (logiciels, musique, films, etc.). Nous analysons l’impact d’un renforcement de la protection légale lorsque les producteurs sont en mesure d’intégrer pour leur part des dispositifs coûteux de verrouillage technologique des originaux qui en limitent l’utilisation. Ce faisant, nous considérons deux formes de protection anti-piratage des œuvres musicales : la protection juridique établie par les autorités sous la forme d’un copyright, qui implique des procès éventuels ainsi que des amendes à l’encontre des copieurs (l’activité de copie étant considérée comme illicite), et la protection technologique établie par les détenteurs des droits sous la forme de dispositifs mis en place directement sur les produits originaux (il s’agit d’une variable endogène du modèle).

Deux modes de distribution sont confrontés : d’une part le mode traditionnel, coûteux, de publicité / promotion qui permet aux producteurs de tenir tous les consommateurs infor-

més de leurs nouveaux produits, d'autre part le mode *Peer-to-Peer*, qui permet aux firmes de distribuer leurs produits à un moindre coût, car ce sont les consommateurs qui supportent les coûts d'acquisition de l'information en téléchargeant des versions piratées. En d'autres termes, le modèle oppose les deux modes de distribution, la technologie "*information-push*" d'une part, dans laquelle le producteur paye pour transmettre l'information aux consommateurs, et la technologie "*information-pull*" d'autre part, dans laquelle les consommateurs payent pour acquérir l'information. Enfin, nous considérons que les consommateurs sont hétérogènes par rapport au coût d'opportunité que représente le temps passé à chercher et télécharger des copies sur les réseaux *Peer-to-Peer*. Bien qu'il s'agisse d'une représentation très simplifiée, une telle distinction permet d'analyser l'impact d'un renforcement de la protection légale selon le canal d'information utilisé par les producteurs, à la fois sur le degré de protection technologique et sur le surplus des consommateurs. Dans un modèle où une copie digitale procure moins d'utilité que le CD original, nous montrons que la protection technologique est utilisée par les producteurs comme un complément de la protection légale dans le mode de distribution traditionnel, et comme un substitut dans le *Peer-to-Peer*. Les seuls bénéficiaires d'un renforcement de la protection légale sont les producteurs qui utilisent le mode de distribution traditionnel.

1.7.2 Enregistrer ou sélectionner ? Le mandat incertain de l'office des brevets dans l'innovation

Dans ce chapitre, le cadre institutionnel des DPI prend une forme plus centralisée, nécessaire pour protéger les innovateurs contre leurs concurrents : le logiciel est protégé par un organisme central, étatique - l'office des brevets. Ce chapitre reprend un article co-écrit avec Bernard Caillaud qui conceptualise l'organisme central et ses imperfections.

Devant le volume croissant des demandes de brevets, notamment dans le domaine des logiciels, les examinateurs se voient contraints d'étudier rapidement les dossiers, ce qui les conduit à commettre des erreurs de jugement et à accorder de "mauvais" brevets. Il s'agit d'une organisation "imparfaite" (au sens où l'on parle de "marché imparfait"), en raison de l'asymétrie d'information entre les innovateurs (qui demandent un brevet) et

les examinateurs (qui examinent les demandes). Les entreprises exploitent l'ignorance des examinateurs de brevets en déposant des demandes sur des inventions déjà existantes, en vue d'obtenir des revenus sur des licences. Si la qualité de leurs décisions est très discutée aujourd'hui, et si le système d'examen semble remis en question, on peut penser que ce phénomène s'auto-entretient, puisque les firmes sont d'autant plus incitées à demander un brevet que leurs chances de l'obtenir sont élevées, i.e. que le volume des demandes est important et que la qualité des examens est faible. Dans ce chapitre, nous cherchons à expliquer le problème de surcharge de demandes reçues par l'office des brevets et à analyser son impact sur l'activité de R&D. Nous considérons un secteur constitué de n firmes qui possèdent chacune une innovation et dont la qualité est leur information privée. Ces firmes peuvent décider de demander un brevet auprès de l'office ou de garder leur invention secrète. Le secret, bien qu'il n'offre pas les rentes potentielles du brevet (issues des licences), évite de divulguer l'invention, au contraire d'une demande de brevet qui impose la révélation d'informations auxquelles les concurrents auront alors libre accès.

En outre, la demande de brevet est coûteuse et fait l'objet d'un examen et d'une recherche de *prior art* : s'il était parfaitement efficace, ce processus d'évaluation rejetterait toutes les mauvaises demandes et n'accorderait que de "bons" brevets. Or il existe plusieurs sources d'inefficacité qui résident essentiellement dans la surcharge de travail des examinateurs²¹. Si l'on considère que le nombre d'erreurs augmente avec la charge de travail de l'office, la décision de demande de brevet de la part d'une firme repose alors partiellement sur son anticipation du volume des demandes reçues par l'office. Autrement dit, les erreurs potentielles de l'office des brevets ont une incidence non seulement sur le comportement de demande des "innovateurs", mais aussi sur leur activité de R&D : nous mettons en avant le lien entre les inefficacités du processus d'examen et les stratégies de demande des firmes à travers leurs anticipations du volume des demandes reçues par l'office. Nous montrons qu'il existe plusieurs équilibres possibles, et que l'existence d'équilibres multiples due à l'absence de coordination entre les entreprises met en avant les limites de réformes locales

²¹Comme ils ne sont pas en mesure de couvrir toutes les antériorités d'une demande, les examinateurs peuvent laisser passer des innovations déjà existantes lors du processus de recherche et délivrer des brevets à des innovations qui ne sont pas réellement nouvelles.

du processus de dépôt des dossiers. Enfin, nous analysons le processus d'examen de l'office des brevets en introduisant un effort spécifique d'examen qui influence positivement la probabilité de trouver une antériorité sur une "mauvaise" demande. Après avoir spécifié l'objectif de l'office des brevets, nous déterminons quelle doit être sa politique optimale en termes de délivrances et de rejets.

1.7.3 Protéger l'innovation : le double jeu des avocats

Dans ce chapitre, nous explorons le processus de protection des brevets, qui ne se limite pas à l'étape du dépôt. Les brevets n'étant pas parfaits, il existe un flou juridique qui peut donner lieu à des litiges entre innovateurs. Nous étudions les interactions entre l'étape de dépôt et l'étape de litige, qui rétroagit sur le dépôt. Ce chapitre considère l'aspect décentralisé du processus de protection des brevets et décrit le rôle d'un acteur majeur de ce processus : les avocats en propriété industrielle.

S'il existe une forte interaction entre le secteur juridique et le secteur innovant, leurs intérêts peuvent toutefois diverger. Afin de protéger leurs inventions, les innovateurs font appel à des avocats en propriété industrielle, spécialistes juridiques chargés d'assurer le respect des droits de leurs clients, en définissant tout d'abord le périmètre de ces droits, puis en entamant des négociations avec les imitateurs potentiels pour régler le différend juridique ou licencier l'innovation, et en engageant le cas échéant des poursuites judiciaires à leur rencontre. Cette relation entre innovateurs et avocats peut se révéler problématique dans la mesure où elle se développe dans un contexte informationnel favorable à l'émergence de comportements d'aléa moral : peu ou mal informés en ce qui concerne les questions juridiques, les innovateurs ne sont pas toujours en mesure d'évaluer les efforts fournis par leurs avocats lors de la rédaction et le dépôt du brevet (*ex ante*) et lors du litige avec un imitateur potentiel (*ex post*). Ces deux étapes interagissent, car l'occurrence de litige sur un brevet dépend de l'effort de rédaction, c'est-à-dire de la manière dont ce brevet a été rédigé.

Nous proposons un modèle dans lequel l'avocat choisit de façon séquentielle deux variables, dont le choix s'effectue dans un contexte informationnel favorable à l'émergence de

comportements d'aléa moral : l'avocat doit fournir un effort coûteux dans la rédaction et le dépôt du brevet, puis dans le litige avec un imitateur potentiel. Dans ce cadre simple de deux étapes successives d'aléa moral, nous caractérisons les conditions dans lesquelles l'inobservabilité des efforts de l'avocat conduit à des distorsions sur la fréquence des conflits (par rapport à une situation d'information complète). Nous montrons que l'asymétrie d'information à chaque étape du processus de protection, à travers deux effets sur l'effort ex ante qui se contredisent, peut donner lieu à des distorsions positives et négatives sur l'occurrence des litiges. Nous comparons ensuite ces résultats avec le cas où un avocat différent intervient à chaque étape de la protection, situation qui illustre le développement d'une nouvelle profession, celle de conseiller en propriété industrielle, qui n'est pas autorisée à comparaître devant un tribunal, mais qui peut aider les firmes à rédiger leurs brevets à un moindre coût que les cabinets d'avocats. Souvent avancée dans la littérature sur les relations entre les médecins et leurs patients comme une solution aux problèmes de "demande induite" entre diagnostic et traitement, ici la séparation des tâches peut au contraire renforcer les distorsions créées par l'asymétrie d'information sur l'occurrence des litiges.

1.8 Bibliographie

- Arrow, K. J. (1962), “Economic Welfare and the Allocation of Ressources for Invention”, National Bureau of Economic Research, The Rate and Direction of Inventive Activity : Economic and Social Factors, Princeton : Princeton Universtiy Press.
- Besen, J. et E. Maskin (2000), “Sequential Innovation, Patents and Imitation”, *MIT Working Paper* 00-01.
- Caillaud, B. (2003), “La Propriété Intellectuelle sur les Logiciels”, *Rapport du CAE*
- Chang, H. (1995), “Patent Scope, Antitrust Policy, and Cumulative Innovation”, *Rand Journal of Economics*, 26 (1) : 34-57.
- Conner K.R., et R.P. Rumelt (1991), “Software Piracy - An Analysis of Protection Strategies”, *Management Science*, 37(2) : 125-139.
- David, P. (1993), “International Property Institutions and the Panda’s Thumb : Patents, Copyrights, and Trade Secrets in Economic Theory and History”, *The Global Dimensions of Intellectual Property Rights in Science and Technology*, Office of International Affairs.
- Encaoua, D. Guellec, D. et C. Martinez, (2003), “The Economics of Patents : from natural rights to policy instruments”, *Cahiers de la MSE, Collection EUREQua*, 124.
- Gallini, N. (1992), “Patent Policy and Costly Imitation”, *Rand Journal of Economics*, 23(1) : 52-63.
- Gilbert, R. J. et R. Shapiro (1990), “Optimal Patent Length and Breadth”, *Rand Journal of Economics*, 21(1) : 106-112.
- Green, J., Scotchmer, S. (1995) “On the Division of Profit in Sequential Innovation”, *Rand Journal of Economics*, 26(1) : 20-33.
- Hirshleifer, J. et J. Riley (1979), “The Analytics of Uncertainty and Information - an expository survey” *Journal of Economic Literature*, 17(4) : 1375-1421.

- Jaffe, A. (2000), "The U.S. Patent System in Transition : Policy Innovation and the Innovation Process", *Research Policy*, 29(4-5) : 531-557.
- Klemperer, P. (1990) "How Broad Should the Scope of Patent Be ?" *Rand Journal of Economics*, 21 (1) : 113-130.
- Kortum, S. et J. Lerner (1998), "What is Behind the Recent Surge in Patenting", *Research Policy*, 28(1) : 1-22
- Landes, W. et R. Posner (1989), "An Economic Analysis of Copyright Law", *Journal of Legal Studies*, 18(2) : 325-363.
- Langinier, C. et P. Moschini G. (2003) "The Economics of Patents : an overview", *Working Paper*.
- Lerner, J. (2003), "The Patent System and Competition", *UCLA Economics Working Paper*.
- Liebowitz, S. J. (1985), "Copying and indirect Appropriability : Photocopying of Journals", *Journal of Political Economy*, 93(5) : 945-57.
- Matutes, C., Regibeau, P. et K. Rockett (1996), "Optimal Patent Design and the Diffusion of Innovation" *Rand Journal of Economics*, 27 (1) : 60-83.
- Merges, R. P. et R. R. Nelson, (1990), "On the Complex Economics of Patent Scope" *Columbia Law Review*, 90.
- Novos I., et M. Waldman (1984), "The Effects of Increased Copyright Protection : An Analytic Approach", *Journal of Political Economy*, 92(2) : 236-46.
- Nordhaus, W. (1969), "An Economic Theory of Technological Change", *American Economic Review*, 59(2) : 18-28.
- O'Donoghue, T., Scotchmer, S. et J.F. Thisse (1998), "Patent Breadth, Patent Life, and the Pace of Technological Progress", *Journal of Economics and Management Strategy*, 7 (1) : 1-32.
- Scherer, F. (1972), "Nordhaus' Theory of Optimal Patent Life : a Geometric Reinterpretation", *American Economic Review*, 62(3) : 422-427.
- Schumpeter, J. (1943), "Capitalism, Socialism and Democracy" *London Undwin University Books*.

- Scotchmer, S. (1991), “Standing on the Shoulders of Giants : Cumulative Research and the Patent Law”, *Journal of Economic Perspectives*, 5(1) : 29-41.
- Shapiro, C. (2001), “Navigating the Patent Thicket : Cross Licenses, Patent Pools, and Standard Setting”, *Innovation Policy and the Economy*, MIT Press
- Shy, O. et J.F. Thisse (1999), “A Strategic Approach to Software Protection”, *Journal of Economics and Management Strategy*, 8(2) : 163-190.
- Takeyama, L.N. (1994), ”The Welfare Implications of Unauthorized Reproduction of Intellectual Property in the Presence of Demand Network Externalities”, *Journal of Industrial Economics*, 62(2) : 155-66.
- Takeyama, L.N. (2002), “Piracy, asymmetric information, and product quality revelation”, *Mimeo*.
- Tirole, J. (2000), “Protection de la Propriété Intellectuelle : une introduction et quelques pistes de réflexion”, *Rapport du CAE*.
- Zhang, M.X. (2002), “A Model of Welfare Analysis of Music Distribution”, *Mimeo*, Sloan School of Management, MIT.

Chapitre 2

Peer-to-Peer, Piratage et Droits d'auteur : impact sur les producteurs et les consommateurs ¹

2.1 Introduction

Un mal qu'il faut éradiquer au plus vite, ou une porte grande ouverte sur de nouvelles opportunités de distribution de la musique? Le piratage sur Internet fait l'objet d'une bataille encore irrésolue au sein de l'industrie du disque. De nouveaux réseaux d'échange et de partage de fichiers en ligne, développés par le biais des technologies "*Peer-to-Peer*" (P2P)², permettent aujourd'hui aux utilisateurs de télécharger librement et gratuitement des fichiers musicaux, le plus généralement dans un format compressé (MP3). La légitimité du P2P, dont l'usage est désormais courant notamment chez les jeunes de moins de 30 ans³, est contestée par certains acteurs de l'industrie du disque, en particulier les détenteurs des droits d'auteur d'œuvres téléchargées. Ces derniers s'insurgent contre ce qu'ils dénomment comme le piratage en ligne et le rendent responsable de la récente chute des

¹Ce chapitre s'appuie sur un article co-écrit avec Patrick Waelbroeck.

²Le terme "*Peer-to-Peer*" peut se traduire en français par "Pair à Pair".

³Selon le rapport de *Pew Internet and American Life* (2003), cette tranche d'âge constitue plus de la moitié des utilisateurs de P2P.

ventes de CD originaux, les fichiers MP3 illégaux (échangés entre utilisateurs) étant selon eux devenus des substituts aux achats de CD légaux⁴. En réponse à la menace du piratage, des producteurs ont mis en place des protections technologiques sur les CD originaux, et mené une campagne agressive de poursuites judiciaires à l'encontre des développeurs et des utilisateurs de P2P, conjointement aux autorités légales qui ont renforcé la loi de protection du copyright⁵. Dans le camp adverse, les défenseurs des technologies de partage en ligne mettent en avant le caractère informationnel des fichiers MP3. La musique est un bien d'expérience, dont la valeur et les caractéristiques se révèlent à son usage. Afin de s'informer sur le contenu d'un CD, le consommateur doit l'écouter à la radio, dans des magasins, ou bien le télécharger sur Internet. Le téléchargement des fichiers MP3 représente donc un nouveau moyen d'acquisition de l'information sur la musique : ces fichiers peuvent servir aux acheteurs potentiels de test sur le contenu du produit. Les défenseurs du P2P soutiennent que ce nouveau procédé de transmission d'information a le pouvoir d'accroître les ventes d'originaux à travers une demande potentielle accrue, à condition que les originaux soient des produits suffisamment différenciés des copies. Dans ce chapitre, nous analysons les effets d'un renforcement de la protection du copyright sur les stratégies de prix et de protection des producteurs, ainsi que ses conséquences sur le surplus des consommateurs. Nous considérons deux technologies de distribution, qui diffèrent selon le moyen par lequel les consommateurs acquièrent de l'information sur la musique. Si notre modèle s'intéresse au partage de la musique sur Internet, il s'applique également au piratage des logiciels et plus généralement à tout type de produit numérique susceptible d'être téléchargé sur les réseaux d'échange P2P.

Avant de présenter le modèle, nous proposons un bilan des aspects légaux et technologiques de la distribution de la musique numérique (section 2.2), suivi d'une revue de la littérature sur le piratage (section 2.3) et d'une présentation informelle de la contribution du modèle (section 2.4).

⁴Il s'agit ici de piratage par les utilisateurs finaux (dans un but d'utilisation), et non pas de piratage par les concurrents, c'est-à-dire du plagiat (piratage dans un but de commercialisation). Ce que nous nommons piratage est l'échange et la copie de fichiers numériques par les usagers du P2P, et non la contrefaçon de CD par des groupes organisés.

⁵*Digital Millenium Copyright Act*, voir section 2.2.3.

2.2 P2P et distribution de la musique en ligne

2.2.1 Le téléchargement de la musique en ligne

Le P2P, principale technologie de téléchargement de musique actuellement utilisée sans l'autorisation des détenteurs des droits, permet la mise en relation et l'échange de fichiers numériques entre usagers. Cette technologie fonctionne en trois temps. Pour commencer, l'utilisateur lance le moteur de recherche du logiciel P2P, qui cherche le fichier demandé : le nom d'un artiste, le titre d'un album ou d'une chanson. La technologie renvoie alors les "résultats" trouvés sur les ordinateurs connectés au réseau. Enfin, l'utilisateur importe directement le fichier en format MP3 qu'il désire depuis l'un de ces ordinateurs. La technologie P2P est donc un intermédiaire entre deux utilisateurs : celui qui recherche un fichier et celui qui le possède. À ce titre, le principe du partage des fichiers ne consiste pas uniquement à importer des fichiers d'autres ordinateurs, mais aussi à laisser les autres utilisateurs avoir accès aux fichiers partagés⁶. À la différence de l'importation, l'exportation est cependant un acte qui peut être passif : les fichiers MP3 d'un ordinateur sont mis par défaut dans la liste de partage de cet ordinateur, ils peuvent donc être automatiquement exportés par les utilisateurs dès lors que l'ordinateur est connecté au réseau (à moins que l'utilisateur ait volontairement verrouillé ses fichiers)⁷. La plupart des technologies P2P établissent un critère de priorité des utilisateurs (selon le volume qu'ils partagent) qui détermine la vitesse de téléchargement. Par exemple, le système de priorité de Kazaa compare le volume des fichiers exportés au volume des fichiers importés pour un même utilisateur. Un tel système bénéficie aux utilisateurs qui partagent des fichiers très demandés et peu répandus, comme par exemple les chansons populaires et les films pornographiques.

⁶Le téléchargement correspond à deux actions en anglais : d'une part l'action de "*download*" que nous traduisons par "importer", qui revient à télécharger en amont, et d'autre part l'action de "*upload*", que nous traduisons par "exporter", qui correspond à la "voie montante" par laquelle les utilisateurs partagent les fichiers.

⁷Certains sites comme eMule mettent automatiquement les fichiers en cours de téléchargement en partage.

2.2.2 La musique en ligne, un bien numérique et culturel

La technologie de compression des fichiers musicaux en format MP3 dégrade légèrement la qualité sonore des originaux. Si cette dégradation est difficilement perceptible par l'oreille humaine dans un balladeur, elle devient plus notable dans des enceintes perfectionnées d'une chaîne de Haute Fidélité. La qualité musicale des copies numériques est donc inférieure au "son Laser" des CD originaux. Les originaux diffèrent également des copies numériques dans la mesure où ils s'accompagnent de suppléments (il s'agit d'une différence au niveau de la présentation -du "*packaging*") : un boîtier, un livret imprimé (avec des paroles, des photos et des informations sur l'artiste et les chansons), ainsi que de services (comme par exemple l'accès à des informations exclusives). Certains artistes accentuent d'ailleurs cette différence, comme par exemple le groupe français Daft Punk dont le dernier CD original était vendu accompagné d'un code qui donnait accès à des chansons supplémentaires téléchargeables sur internet. Ces services supplémentaires sont proches de ceux qui accompagnent les DVD, qui comportent des bonus, des interviews, *etc.* En outre, les technologies récentes de protection numérique implantées sur les CD originaux (décrites plus loin) rendent les copies numériques plus difficiles à acquérir.

La musique est un bien d'expérience, qu'il faut tester pour connaître. Avant de prendre une décision d'achat informée face aux nouveautés musicales et aux dernières sorties, les consommateurs consacrent du temps à rechercher les recommandations des magazines spécialisés, et à écouter la musique à la radio ou dans les magasins de disques. Afin de tenir les consommateurs informés en ce qui concerne l'existence et le style musical de leurs nouveaux produits (CD et artistes), les maisons de disques ont toujours dépensé des montants importants de publicité pour promouvoir les artistes qu'ils distribuent. Mais aux traditions du passé s'ajoutent les progrès du présent, et avec l'avènement du P2P est apparu un nouveau moyen pour les consommateurs d'acquérir de l'information sur les nouveaux produits. Ils peuvent désormais chercher, télécharger et tester la musique par le biais des réseaux de partage de fichiers en ligne. À la différence du système traditionnel de publicité / promotion, cette transmission d'information est l'initiative des usagers et non des producteurs. En d'autres mots, ce sont les consommateurs qui passent du temps à acquérir l'information.

À ce coût de recherche peuvent s'ajouter d'autres coûts d'opportunité qui font perdre du temps aux utilisateurs. Par exemple, les fichiers téléchargés peuvent être cryptés, ou ne pas correspondre à ce qu'ils attendaient (par exemple si le nom du fichier a changé). De plus, une erreur de téléchargement peut survenir et n'être découverte qu'une fois le fichier téléchargé. Par conséquent, l'usage des réseaux d'échange P2P et le téléchargement des copies numériques sont réservés aux utilisateurs ayant un coût d'opportunité à passer du temps en ligne relativement faible. C'est pourquoi ils sont si populaires auprès des adolescents et des étudiants.

L'usage du P2P comme instrument de *sampling*, *i.e.* la découverte et l'acquisition de l'information sur la nouvelle musique, est confirmé par les statistiques. D'après des études menées en 2001, une grande partie des internautes télécharge des fichiers pour tester la musique : 44% des utilisateurs des réseaux P2P déclare que 75% de la musique qu'ils y téléchargent est nouvelle⁸. En outre, une étude plus récente montre que 73% des usagers de P2P "apprécient de pouvoir tester la musique en ligne avant de prendre une décision d'achat"⁹. Dans cette optique, les utilisateurs qui apprécient la musique qu'ils ont téléchargée constituent un marché potentiel pour le CD original (dans la mesure où il diffère de sa copie numérique en qualité). Autrement dit, le P2P a le potentiel de générer une demande supplémentaire ou une plus grande disponibilité à acheter les CD originaux dont le contenu musical aura été testé en ligne avec succès. Cet aspect du P2P repose sur le caractère informationnel des copies numériques, et concerne les consommateurs initialement non informés sur la nouvelle musique. Il existe également une utilisation des réseaux P2P comme simple substitut à l'achat de CD, par des "passagers clandestins", pour lesquels les copies numériques téléchargées remplacent la consommation de CD. La proportion de "sampleurs" sur l'ensemble des utilisateurs de réseaux P2P est incertaine, estimée entre 10% et 60%. Cet usage des copies numériques comme un bien public suppose cependant que ce type d'utilisateurs soit initialement informé sur la nouvelle musique, par les canaux traditionnels de publicité / promotion.

⁸"Le Peer to Peer, un Autre Modèle Économique pour la Musique", Tariq Krim, ADAMI, 2004.

⁹Etude menée par IPSOS en 2002.

En résumé, deux canaux d'information musicale coexistent actuellement : aux modes traditionnels de publicité / promotion, contrôlés par les producteurs, que nous désignons comme des technologies “*information-push*”, s'opposent les technologies “*information-pull*” utilisées par les consommateurs à travers les réseaux P2P.

2.2.3 La législation

La loi américaine sur le copyright vise à protéger les droits des auteurs “de créations originales”, parmi lesquelles les œuvres littéraires, artistiques, et musicales, publiées ou non. Toute utilisation de ces œuvres sans l'autorisation du détenteur des droits est une contrefaçon et constitue une violation de la loi du copyright. Il existe toutefois une exception à cette règle, le *Fair Use*, qui autorise les consommateurs à faire des copies privées “à des fins personnelles et loyales”. En ce qui concerne les œuvres musicales, l'*Audio Home Recording Act* (1992) autorise à ce titre les consommateurs à faire des copies des enregistrements audio pour leur usage personnel. À la différence des formats traditionnels tels que les cassettes et les CD audio, la musique numérique peut être séparée de son support physique et échangée sur un réseau informatique. En 1997, la loi américaine *No Electronic Theft Act* (NET Act), suivie du *Digital Millenium Copyright Act* (DMCA, en vigueur depuis 1998), étend l'application du copyright à l'univers numérique pour l'adapter aux nouvelles technologies de l'utilisation de l'information.

A cette même époque naît le premier service d'échange gratuit de musique en ligne, au grand retentissement médiatique. Dans sa version originale, le logiciel Napster mettait en relation des utilisateurs qui cherchaient ou offraient des fichiers musicaux sous le format compressé MP3 et leur permettait d'échanger leurs fichiers gratuitement et anonymement. À la suite d'une plainte coordonnée et déposée par la RIAA (*Record Industry Association of America*), chargée de la défense des intérêts des éditeurs et producteurs américains et notamment du respect de leurs droits, Napster fut accusé de violation du copyright. Tenu pour responsable des baisses de ventes de CD par les majors, Napster revendiqua au contraire une hausse des ventes de CD dues à l'échantillonnage (*sampling*), argument

corroboré par une étude empirique¹⁰, mais considéré comme irrecevable par le tribunal pour manque d'objectivité. Estimant finalement que la taille du réseau dépassait largement le cadre du “*Fair Use*”, le tribunal jugea Napster coupable, marquant par cette décision une application renforcée de la protection du copyright sur les œuvres numériques. Forts de cette expérience, les producteurs et éditeurs de musique américains ont dès lors exploité le DMCA pour mener une campagne agressive de poursuites judiciaires à l'encontre des successeurs de Napster, les services P2P, comme par exemple Kazaa, Music City et Grokster en 2002.

Les développeurs de réseaux P2P ne sont plus aujourd'hui l'unique cible de la RIAA. Depuis 2003, elle exploite également le DMCA afin de poursuivre les utilisateurs de P2P pour violation de copyright. En septembre 2003, la RIAA comptait 261 actions en justice à l'encontre d'utilisateurs détectés sur les réseaux d'échange comme exportant illégalement des fichiers. En juin 2004, le nombre total de poursuites s'élevait à 3429 aux États-Unis. Ces actions judiciaires ont pour principal argument le lien causal entre le partage de fichiers en ligne et la chute des ventes de CD originaux faisant subir un dommage substantiel à l'industrie musicale¹¹. Par conséquent, les utilisateurs de réseaux P2P doivent prendre en compte le coût d'être attaqué pour délit de partage de fichiers musicaux, *i.e.* l'amende attendue en cas de procès.

Au-delà de son dénouement judiciaire, on peut considérer que le dossier Napster a entraîné un renforcement de la protection légale des œuvres musicales, qui s'est accompagné de mesures de protection technologiques, c'est-à-dire de dispositifs de sécurité “à la source” (implantés directement sur les CD) .

2.2.4 La protection technologique

Outre le fait de renforcer la protection légale des contenus numériques, le DMCA interdit également de contourner les mesures techniques de protection anti-piratage intégrées

¹⁰Michael Fine, “Report of Michael Fine”, Procès Napster, 10 juin 2000.

¹¹Cet argument n'est cependant pas validé par les études empiriques qui obtiennent des résultats contradictoires : pour une étude détaillée, voir Liebowitz (2004).

aux CD originaux par les ayants droit et regroupés sous le terme générique de DRM (*Digital Right Management*). Le DRM correspond principalement à deux types de contrôle : d'une part, la gestion des informations sur les droits (*Right Management Information*), et d'autre part le contrôle d'accès aux contenus (*Business Rule*). L'exploitation du DRM est de plus en plus pratiquée par les producteurs de musique. Les restrictions les plus courantes consistent à limiter le nombre d'ordinateurs (entre trois et cinq) vers lesquels un fichier peut être transféré, et le nombre de gravures sur CD vierge (typiquement entre sept et dix). Les business rules font appel à différents outils de protection numérique et différents formats. Par exemple, le service iTunes d'Apple utilise le "*Advanced Audio Coding*" en combinaison avec la technologie DRM Fairplay. L'utilisateur peut transférer ses fichiers vers 5 ordinateurs et peut graver une liste particulière de chansons 7 fois. Par ailleurs, Microsoft utilise le format "*Windows Media Audio*" et développe sa technologie de protection Janus qui permet également de limiter l'utilisation dans le temps, ouvrant la porte à des services d'abonnement mensuel ou annuel. Enfin, Sony propose ses services musicaux à travers son site Connect Store où les fichiers sont proposés au format "ATRAC3" et continue de développer sa technologie de protection OpenMG utilisé par la plupart de ses lecteurs de CD et de MP3 portable.

Le DRM permet aux producteurs de contrôler et verrouiller certains usages des fichiers numériques, empêchant par exemple les acheteurs de copier les CD sur certains supports. Ils limitent donc le nombre d'écoutes, le nombre de copies sur un autre ordinateur, le nombre de gravures sur un CD vierge, le nombre de transferts sur un baladeur, *etc.*, et le cryptage limite les possibilités de copie et d'échanges. D'autres technologies, telle que le watermarking ou le fingerprinting permettent également aux producteurs de contrôler la distribution et la diffusion d'un titre, et freiner sa propagation sur les réseaux d'échanges. En conséquence, le renforcement de la protection technologique limite l'usage des CD achetés légalement à travers un usage restreint des originaux à des fins privées (le droit à la copie privée, "*fair use*"), car les dispositifs anticopie rendent les originaux illisibles sur certains ordinateurs, chaînes Hifi ou autoradios¹². Mais ce renforcement limite également la valeur

¹²A la suite d'une plainte déposée en mai 2003 par une consommatrice qui ne pouvait lire un CD d'Alain

des fichiers musicaux disponibles en ligne (qui sont plus difficiles à trouver, et à télécharger).

Par ailleurs, pour permettre un contrôle effectif, le DRM doit être associé à un logiciel propriétaire sur l'ordinateur. Il s'agit donc d'un dispositif coûteux pour les producteurs d'originaux¹³.

Enfin, notons que le DRM fait l'objet de nombreuses critiques en ce qui concerne son impact sur le surplus des consommateurs et le bien-être social. Sans pour autant réduire l'usage des produits numériques par rapport à l'optimum social, le DRM, qui facilite la discrimination par les prix, peut nuire aux consommateurs (Liebowitz [2002]). Par ailleurs, le DRM se heurte régulièrement à des problèmes de compatibilité qui rendent illisibles des disques sur certains lecteurs.

La légitimité du DRM est également remise en question. Il est accusé de dépasser les limites de la loi du copyright (Samuelson [2003]), car il peut protéger tout contenu numérique sans que ce contenu soit nécessairement protégé par le copyright (comme les documents du domaine public), et son exploitation n'est pas limitée dans le temps, ce qui ne correspond pas à l'esprit du copyright.

2.3 Lien avec la littérature

Dans cette section nous présentons la littérature sur le piratage par des utilisateurs finaux¹⁴, et le rôle d'un renforcement de la protection légale. L'impact du piratage sur les profits et le bien-être social fait l'objet d'un débat dans la littérature économique très antérieur à l'explosion du P2P et des copies numériques. Nous retenons ici les principaux points de cette littérature en développant certains articles¹⁵, et nous tentons de les analyser à la lumière de l'industrie musicale.

Souchon sur son autoradio, le tribunal de grande instance de Nanterre a condamné la maison de disques EMI Music France pour "vice caché" le 2 septembre 2004. La maison de disques avait déjà été condamnée en juin par le même tribunal pour "défaut d'information et tromperie" sur le dernier CD de Liane Foly, dont le CD, commercialisé avec un système de protection technique, "présentait une inaptitude à l'emploi, ne pouvant être lu sur certains lecteurs" selon le tribunal.

¹³D'après Eckersley (2003), le coût actuel d'un dispositif complet de sécurité s'élève à environ 4000\$ par ordinateur (il utilise pour ce calcul les sources du Thomas J. Watson Research Center de IBM).

¹⁴On parle de "end user piracy", par opposition au piratage à des fins commerciales (de revente).

¹⁵Peitz et Waelbroeck (2003) proposent une revue détaillée de la littérature.

L'ensemble des articles admet qu'il existe une différence de qualité entre les copies et les originaux, et que les consommateurs diffèrent selon leur disponibilité à acheter l'original par rapport à la copie. Les articles se distinguent ensuite suivant trois approches. La première approche, qui suppose que les consommateurs sont parfaitement informés sur les caractéristiques du produit et le valorisent indépendamment les uns des autres, introduit la possibilité d'appropriation indirecte des rentes par le producteur. La seconde approche suppose également que les consommateurs sont informés, mais qu'en revanche les décisions des consommateurs sont interdépendantes à travers des externalités de réseau. Enfin la troisième approche, dans laquelle les consommateurs manquent d'information sur les caractéristiques du produit, met en avant le caractère informationnel de la copie qui facilite la décision d'achat.

2.3.1 Différence de qualité entre copie et original

Dans l'ensemble des articles sur le copyright, un bien non protégé peut être copié, et par conséquent être disponible sous deux formes : une version originale, et une version copiée supposée de qualité inférieure. Cette copie peut être obtenue à un certain prix (parfois nul), qui peut varier selon les consommateurs. Le choix de protéger ou non le bien par un copyright implique un arbitrage entre deux sources d'inefficacité : la sous-production et la sous-utilisation. La sous-production d'un bien non protégé (la firme produit une quantité ou une qualité socialement sous-optimale), et la perte de bien-être social qui s'ensuit proviennent du comportement de certains consommateurs qui copient le produit sans en payer le prix. D'un autre côté, le producteur d'un bien protégé fixe un prix supérieur au coût marginal, ce qui conduit à une sous-utilisation du bien et une perte de bien-être social. La protection du bien par le copyright implique donc un arbitrage entre sous-production et sous-utilisation. Novos et Waldman (1984) offrent une importante contribution sur ce point, initialement soulevé par Arrow (1962).

Novos et Waldman (1984) supposent qu'un consommateur d'un bien produit par un monopole au coût marginal c peut être acheté par les consommateurs au prix $p > c$ ou copié au coût $c + z(1 + x)$, où z est le coût marginal additionnel de la copie qui diffère

selon les consommateurs, et x mesure le degré de protection légale du copyright¹⁶. Les consommateurs valorisent le bien selon sa qualité, qui est déterminée par le producteur en monopole, et il n'y a pas de perte de qualité entre la copie et l'original. Le modèle peut néanmoins être interprété en termes de différenciation, en considérant que la valeur de la copie est égale à la valeur de l'original réduite d'un montant $z(1+x)$, *i.e.* la désutilité de la copie, qui diffère selon les consommateurs. L'ensemble du marché est couvert (tous les consommateurs achètent ou copient le bien). Dans ce contexte, le producteur sous-investit en qualité par rapport à l'optimum social, car il ne peut s'approprier la totalité des bénéfices de son investissement. Il y a donc une sous-production de qualité, ainsi qu'une sous-utilisation du fait du coût additionnel supporté par les copieurs. Un renforcement de la protection du copyright conduit certains consommateurs à passer de la copie à l'original, ce qui réduit la perte sociale liée à la copie d'une part, et peut inciter le producteur à augmenter la qualité du bien d'autre part. Bien que Novos et Waldman (1984) s'intéressent aux copies physiques d'un bien, leur analyse peut s'appliquer aux produits numériques. En effet, le téléchargement d'une copie numérique demande un effort, et implique également un coût potentiel (une amende) en cas de détection.

D'une manière générale, les articles considèrent la qualité de la copie comme une fraction de la qualité de l'original. Par exemple, pour Belleflamme (2002) et Yoon (2002), il existe un facteur de dépréciation de la copie par rapport à l'original.

Pour les raisons que nous avons déjà mentionnées, si la différence de qualité sonore entre les fichiers MP3 et les CD originaux est parfois faible, ces derniers procurent cependant une utilité supérieure du fait des composantes et des services supplémentaires qui les accompagnent. Cet aspect doit donc être intégré au débat concernant le piratage de la musique sur Internet.

S'appuyant sur d'autres caractéristiques des biens "culturels" (sans pour autant remettre en cause cet aspect), certains articles ont par la suite pris le contre-pied des résultats de Novos et Waldman (1984) qui plaidaient pour un renforcement du copyright.

¹⁶Cette formulation assure que le coût marginal de reproduction est supérieur au coût marginal de production du monopole : la copie n'est pas "efficace" au sens de Besen et Kirby (1989).

2.3.2 Appropriation indirecte

A partir de données empiriques sur les éditeurs de revues académiques, Liebowitz (1985) montre que la copie non autorisée d'un bien "culturel" peut bénéficier à son vendeur. Si celui-ci peut prévoir le volume des copies qui seront issues de l'achat de son bien, il est en mesure de s'approprier en partie ou totalement les bénéfices des copies en augmentant le prix des originaux. En d'autres mots, le producteur peut faire de la discrimination par les prix en fonction du nombre potentiel de copies qui seront réalisées, et imposer un prix plus élevé aux consommateurs qui sont susceptibles de copier plus. Il s'agit d'appropriation indirecte des revenus des utilisateurs qui n'ont pas acheté le bien original. À l'appui de cette théorie, Liebowitz (1985) montre que les prix des revues imposées aux bibliothèques sont plus élevés que pour les particuliers. La photocopie des revues dans les bibliothèques n'est pas autorisée, et les éditeurs distinguent aisément leurs acheteurs (entre particuliers et bibliothèques) afin de pratiquer de la discrimination par les prix.

Dès lors, la littérature n'a pas cessé d'apporter des points de vue conflictuels sur les bénéfices nets de la copie.

Depuis Besen et Kirby (1989), les résultats de la littérature sur le piratage se distinguent selon les deux idées exclusives d'appropriation indirecte et d'appropriation directe. Ils intègrent ces deux types d'appropriation à leur modèle comme deux configurations possibles du marché. Il y a appropriation directe si les éditeurs peuvent uniquement extraire le surplus des acheteurs (mais pas celui des copieurs), et appropriation indirecte si ils sont également en mesure d'extraire le surplus copieurs, qui copient à partir d'originaux ou de copies. Si le coût marginal du partage par le consommateur est inférieur au coût marginal du coût de production et de distribution par le producteur, le partage améliore l'efficacité globale et augmente les profits du producteur. Les auteurs montrent que lorsque les originaux et les copies sont des substituts parfaits et que le coût marginal de la copie augmente avec le nombre de copies, alors le prix des originaux augmente également. L'impact du piratage dépend du nombre de consommateurs qui partagent les copies, *i.e.* qui sont membres d'un "club".

En ce qui concerne l'idée de "clubs d'échange" ("sharing clubs"), Bakos et *alii* (1999)

étendent l'analyse de Besen et Kirby (1989) au niveau du partage à une petite échelle, comme par exemple entre les membres d'une famille qui partagent le câble de la télévision ou un logiciel d'ordinateur. Les auteurs étudient l'impact du partage des copies entre les membres d'un club sur le profit du producteur et mettent en avant deux effets qui s'opposent : l'effet d'agrégation et l'effet de diversité. D'après l'effet d'agrégation, la formation d'un club rend les valuations des consommateurs plus faciles à estimer¹⁷, et facilitent la discrimination, de telle sorte que la copie augmente le profit (le producteur peut extraire d'autant plus de surplus d'un club qu'il compte beaucoup de membres.). D'après l'effet de diversité, un club est d'autant plus incontrôlable qu'il compte beaucoup de membres, de telle sorte que la copie (et le partage) peut réduire le profit. Il montrent que l'effet global du partage sur le profit peut être positif même lorsque copier est plus inefficace que produire des unités supplémentaires, et négatif même lorsque les coûts nets de distribution sont réduits par la copie.

Dans le contexte de la musique en ligne, l'appropriation indirecte semble difficilement réalisable. Elle nécessite en effet de pouvoir discriminer facilement ses clients (comme entre des particuliers et une bibliothèque) et de prévoir le nombre de copies du bien qui seront réalisées, or les échanges de fichiers dans les réseaux P2P sont presque impossibles à contrôler. En outre, le résultat de Bakos et *alii* (1999) selon lequel le partage peut réduire le profit même lorsque les coûts de distribution sont réduits semble adapté au partage de fichiers en ligne.

2.3.3 Effets de réseau

Dans certains cas, les externalités de réseau (lorsque la disponibilité à payer d'un consommateur augmente avec le nombre de consommateurs) générées par les copies peuvent bénéficier aux producteurs en procurant un surplus supplémentaire aux consommateurs d'originaux, comme le montrent Conner et Rumelt (1991) et Takeyama (1994) dans un

¹⁷Leur argument repose sur le fait que la valuation du club est égale à la somme des valuations individuelles des membres du club. Le partage réduit la variance de la distribution des valuations des membres (cela suppose que les valuations soient indépendantes et identiquement distribuées, et que tous les clubs aient la même taille).

modèle de monopole, et Shy et Thisse (1999) dans un modèle de duopole.

Avec une demande linéaire et des consommateurs hétérogènes selon leur gain à acheter l'original, Conner et Rumelt (1991) montrent que la copie peut dans certains cas augmenter le prix fixé par le producteur en monopole ainsi que son profit. À travers les externalités de réseau, les copieurs contribuent à augmenter la base installée, ce qui accroît la valeur du produit pour tous les consommateurs. Cela permet une hausse des profits. Dans ce cas, un renforcement de la protection légale réduit la base installée, ce qui conduit à une baisse de la demande légale, impliquant une baisse des profits, ainsi qu'une baisse du surplus des consommateurs. En d'autres termes, l'absence de protection est optimale si les externalités de réseau sont fortes.

Takeyama (1994) considère deux types d'utilisateurs : des utilisateurs à faible valorisation, pour lesquels l'original et la copie sont des substituts plus proches que pour les utilisateurs à forte valorisation (les utilisateurs diffèrent selon leur désutilité de la copie). L'externalité de réseau est plus forte pour l'original que pour la copie. Dans ce cadre, lorsque les consommateurs ne sont pas en mesure de copier le bien, le producteur fixe un prix optimal tel qu'ils achètent tous le bien. En présence de piratage, le producteur perd des acheteurs (qui préfèrent copier), qui sont les utilisateurs à faible valuation. Mais il peut alors augmenter le prix qu'il impose aux consommateurs à forte valuation, et par conséquent obtenir un profit plus élevé que lorsque le piratage est impossible du fait des externalités de réseau toujours présentes. Le modèle repose toutefois sur la capacité de la firme de discriminer par les prix pour s'appropriier indirectement les revenus des copieurs.

Shy et Thisse (1999) étendent les deux analyses précédentes à un contexte de duopole, avec deux firmes situées aux deux extrémités d'un segment. Ils considèrent deux types de consommateurs, répartis uniformément sur le segment : les "bons" consommateurs ont une forte préférence pour l'original, tandis que les "mauvais" consommateurs sont indifférents entre la copie et l'original. Les firmes se font concurrence sur les "bons" consommateurs, pour lesquels l'utilité retirée de la consommation de l'original par rapport à la copie ne dépend pas de l'effet de réseau (à la différence du modèle de Takeyama [1994]). En l'absence de piratage, il existe deux équilibres possible, selon le degré des externalités de réseau :

pour de fortes externalités de réseau, les firmes doivent vendre non seulement aux “bons” consommateurs mais également à certains “mauvais” consommateurs, car elles fixent un prix bas afin de pouvoir exploiter les externalités de réseau. En revanche, en présence de piratage, elles peuvent se concentrer sur les consommateurs à forte valuation, tout en exploitant les externalités de réseau. Elles fixent alors un prix plus élevé et leur profit est plus important qu’en l’absence de copies.

Des externalités positives de réseau peuvent éventuellement apparaître dans le cas de la musique, dans la mesure où les consommateurs apprécient l’écoute de la musique en communauté, et qu’une préférence commune pour un artiste facilite les interactions sociales entre ceux qui l’écoutent (leur utilité est alors d’autant plus élevée qu’ils sont nombreux à écouter le même artiste). Il s’agit toutefois d’une motivation très secondaire dans l’écoute de la musique (contrairement aux logiciels, pour des raisons de compatibilité par exemple). En ce qui concerne les copies, il existe en revanche une autre raison d’être aux externalités de réseau entre usagers de P2P : la vitesse de téléchargement de la musique augmente avec la taille du réseau P2P. En effet, un utilisateur choisit l’ordinateur dont il importe le fichier selon sa vitesse de téléchargement. Plus la taille du réseau est importante plus le choix entre les ordinateurs est varié et plus la vitesse espérée est grande. De telles externalités sont endogènes dans la mesure où les usagers de P2P décident ou non de partager leurs fichiers, sachant que le téléchargement est plus aisé pour un utilisateur qui partage beaucoup de fichiers, mais le risque de se faire attraper par les autorités légales est plus élevé, ainsi que celui d’être infecté par un virus ou de perdre des ressources de son ordinateur¹⁸.

2.3.4 Copies numériques et transmission de l’information

Les copies numériques peuvent fournir de l’information sur la valeur ou les caractéristiques du produit original s’il s’agit d’un bien d’expérience. Elles permettent d’informer les consommateurs sur l’existence (Zhang [2002]) et les caractéristiques (Takeyama [2002],

¹⁸On trouve l’idée selon laquelle la copie d’un fichier est d’autant plus facile à trouver que les ventes de ce fichier sont importantes chez Doman et Yamakazi (2004). Dans leur modèle, un consommateur qui acquiert une copie numérique supporte un coût de transaction qui diminue lorsque les ventes de versions originales du fichier augmentent.

Peitz et Waelbroeck [2003b]) des produits originaux.

Zhang (2002) met en avant le rôle d'ouverture du marché des réseaux P2P aux artistes méconnus. Il considère deux produits différenciés horizontalement, assimilés à deux types d'artistes, une star (qui peut se promouvoir en dépensant des montants importants de publicité) et un artiste peu connu, vendus au même prix. Les consommateurs sont répartis uniformément sur un segment à la Hotelling. En l'absence de P2P, l'artiste star peut investir dans la promotion de manière à exclure l'autre artiste du marché. Le P2P permet à l'artiste peu connu de se distribuer (c'est l'effet d'exposition), de manière à toucher les consommateurs qui ont accès aux réseaux P2P.

Takeyama (2002) considère le cas d'un monopole produisant un bien durable dans un modèle à deux périodes en introduisant de la sélection adverse. Les consommateurs n'observent pas la qualité du bien, qui est soit bonne soit mauvaise, mais ont la possibilité de copier le bien en première période, afin d'obtenir de l'information sur la qualité. Si cette qualité s'avère bonne, ils peuvent décider d'acheter l'original (qui leur procure une plus grande utilité que la copie) en seconde période. La firme ne reçoit pas de demande tant que les consommateurs ne sont pas informés (*i.e.* elle fait un profit nul en l'absence de copies, quelle que soit la qualité). L'auteur considère deux types de consommateurs. D'une part, les consommateurs qui valorisent faiblement la copie ne copient pas en première période, quels que soient le prix et la qualité du bien (ce sont des consommateurs captifs). D'autre part, les consommateurs qui valorisent fortement la copie peuvent copier en première période et acheter l'original en seconde période s'il s'avère être de bonne qualité. Il existe alors un équilibre mélangeant avec discrimination inter-temporelle : le monopole vend l'original aux consommateurs captifs en première période, puis il propose aux autres consommateurs un prix en seconde période égal à la différence d'utilité entre l'original et la copie. Le rôle informationnel des copies permet donc à une firme produisant une bonne qualité de faire des profits en seconde période.

Peitz et Waelbroeck (2003b) montrent comment une firme multi-produits peut bénéficier du sampling sur les réseaux P2P qui permettent aux consommateurs de se rapprocher de leur produit idéal. Les consommateurs peuvent combler leur manque d'information par le

biais des copies numériques. Ils peuvent acheter un produit qu'ils ont téléchargé et apprécié, l'original leur procurant une utilité additionnelle par rapport à la copie (de même que dans Takeyama [2002]). La firme produit un nombre fini de produits différenciés horizontalement. Les copies numériques permettent aux consommateurs de tester ces produits avant de prendre leur décision d'achat afin de se rapprocher de leur produit idéal au lieu de choisir un produit au hasard. Les auteurs montrent que pour un nombre de produits suffisamment grand, le rôle informationnel des copies numériques, qui augmente la disponibilité à acheter l'original, peut compenser l'effet négatif de concurrence des copies sur l'original, si bien que la firme augmente ses profits malgré une baisse potentielle de ses recettes (du fait de la baisse des coûts) .

En ce qui concerne la musique, qui est un bien d'expérience, les copies jouent un rôle informationnel important.

2.4 Contribution

Nous proposons une représentation simplifiée de l'industrie musicale, afin d'analyser l'impact d'un renforcement de la protection du copyright à l'encontre du piratage, lorsque les firmes sont en mesure d'établir parallèlement des dispositifs de protection technologique sur les originaux. Trois particularités du modèle méritent d'être développées. La première correspond aux formes de protection anti-piratage. La deuxième correspond au point 2.3.1 de la littérature, sur la différence de qualité entre copies et originaux. La troisième correspond au point 2.3.4, sur la transmission d'information par les copies.

Nous considérons deux formes de protection anti-piratage des œuvres musicales. D'une part la protection juridique, établie par les autorités sous la forme d'un copyright. L'application du copyright implique des procès éventuels ainsi que des amendes à l'encontre des copieurs (l'activité de copie étant considérée comme illicite), qui doivent alors internaliser le risque de poursuites judiciaires. D'autre part, la protection technologique, établie par les détenteurs des droits sous la forme de dispositifs mis en place à la source, *i.e.* directement sur les produits originaux. Une telle protection, dont la mise en place est coû-

teuse, illustre le DRM qui a pour but -entre autres- d'empêcher la copie des originaux sur les réseaux P2P. Cette forme de protection peut néanmoins être contournée et mise en échec par des “*hackers*”, qui peuvent rapidement mettre en place et diffuser des dispositifs anti-protection. Une fois les mesures de protection technologique contournées, les fichiers numériques peuvent de nouveau être copiés et échangés sur les réseaux P2P. Utilisée seule, la protection technologique est donc vouée à l'échec : elle ne se suffit pas à elle-même pour lutter contre le piratage, et demande à être utilisée conjointement à la protection légale des droits.

La musique est un bien d'expérience, qui se révèle à son usage (*i.e.* son écoute). Nous considérons deux modes de distribution de la musique : d'une part le mode traditionnel coûteux de publicité / promotion qui permet aux producteurs de tenir tous les consommateurs informés, et d'autre part le P2P qui permet aux firmes de distribuer leur produits à un moindre coût (ce sont les consommateurs et non les producteurs qui supportent les coûts d'acquisition de l'information), au prix d'une demande potentielle plus faible (seuls les consommateurs informés sont susceptibles d'acheter). Illustration du mode de distribution P2P, le “*New Artist Program*” de Napster destiné à des groupes débutants proposait un lien hypertexte à un site marchand où leur produit original était vendu. Deux semaines après le lancement du programme, Napster comptait plus de 10.000 soumissions de groupes¹⁹. Le modèle met en opposition les deux modes de distribution, comme une technologie “*information-push*” d'une part, dans laquelle le producteur paye pour transmettre l'information aux consommateurs, et une technologie “*information-pull*” d'autre part, dans laquelle les consommateurs payent pour acquérir l'information. Bien qu'il s'agisse d'une représentation très simplifiée de la distribution musicale, une telle distinction permet d'analyser l'impact d'un renforcement de la protection légale selon le canal d'information utilisé.

Enfin, nous supposons que la copie numérique d'un produit, disponible sur internet sous format MP3, procure une moindre utilité que l'original. Autrement dit, nous considérons que les copies numériques disponibles en ligne ont une valeur espérée plus faible que les originaux. En effet, rappelons que certains utilisateurs valorisent fortement le CD, qui

¹⁹“Napster Cranks It ; EMusic Shanks It”, Michael Learmonth, The Standard, 19 juin 2000.

s'accompagne de textes et paroles, de photos, et d'autres informations qui font défaut aux copies MP3. De plus, la qualité technique d'un fichier MP3 peut être considérée comme dégradée par rapport au "son Laser" d'un CD, du fait de l'algorithme de compression, et de la possibilité de télécharger un fichier mal encodé ou corrompu. De plus en plus de sites de vente de musique en ligne (comme le *Music Store* d'Apple par exemple) proposent des services personnalisés aux consommateurs (des recommandations, des conseils, etc.), qui renforcent la valeur relative des originaux. Par ailleurs, le coût d'acquisition de la copie dépend de la désutilité de l'utilisateur à passer du temps en ligne sur son ordinateur à télécharger des fichiers. En effet, le temps de loisir disponible étant inélastique selon les consommateurs, nous considérons qu'ils sont hétérogènes par rapport au coût d'opportunité à passer du temps à chercher et télécharger des fichiers sur les réseaux P2P.

Notre modèle contribue à la littérature sur le piratage par les utilisateurs finaux sur trois points. Premièrement, nous introduisons un degré de protection technologique endogène déterminé par le producteur, et nous caractérisons sa relation avec la protection juridique. Nous montrons qu'un renforcement du copyright conduit les firmes utilisant la technologie "*information-push*" à renforcer la protection technologique, ce qui augmente leurs profits, et nuit en revanche aux firmes utilisant la technologie "*information-pull*". Deuxièmement, nous montrons que le renforcement du copyright par le biais de poursuites judiciaires accrues à l'encontre des copieurs diminue le surplus des consommateurs, à travers un effet direct négatif sur les copieurs, et un effet indirect négatif sur les acheteurs d'originaux qui voient la protection technologique et le prix augmenter. Troisièmement, nous illustrons le fait que les intérêts des producteurs peuvent être différents selon leur type : un renforcement du copyright peut alors réduire les profits de l'industrie lorsqu'une grande proportion de firmes produit des artistes à faible audience (en opposition aux *superstars*).

2.5 Le Modèle

Nous analysons l'impact d'une protection du copyright accrue, lorsque deux technologies de distribution sont disponibles. Ces deux technologies s'opposent dans la manière

dont les consommateurs sont informés sur les produits originaux. Nous supposons que les consommateurs doivent être informés pour prendre leur décision d'achat (un consommateur non informé n'achète pas).

2.5.1 Protection anti-piratage

Nous considérons deux formes de protection anti-piratage.

Les pouvoirs publics mettent en place une protection légale, à travers la loi du copyright, destinée à protéger œuvres originales contre la copie illégale (comme le DMCA par exemple). Nous modélisons le degré de sévérité des pouvoirs publics quant à l'application de la loi par le paramètre ϕ , qui représente un coût pour les copieurs qui téléchargent des copies en ligne. Il s'agit d'un coût direct à travers la désutilité espérée de l'amende en cas de poursuites judiciaires pour copie illégale, mais également d'un coût indirect à travers le blocage potentiel du réseau d'échange ou les difficultés d'accès au réseau²⁰.

Parallèlement à la protection légale, les producteurs peuvent mettre en place une protection technologique coûteuse sur les originaux. Cette protection vise à rendre la copie de l'original plus difficile à réaliser et plus rare sur les réseaux P2P. Nous notons $\alpha > 0$ le degré de protection technologique, mis en place par le producteur au coût croissant et convexe $c(\alpha) > 0$.

2.5.2 Expérience musicale

Comme tout bien d'expérience, la musique présente des caractéristiques qui se révèlent à son usage (en l'occurrence, son écoute). Écouter la musique (que ce soit par le biais de la publicité -à la radio par exemple- ou de la copie) permet à un consommateur de découvrir s'il aime ou non le produit en question. Nous supposons qu'un consommateur aime la musique qu'il écoute (son expérience musicale est positive) avec une probabilité ρ , et ne l'aime pas (son expérience musicale est négative) avec une probabilité $1 - \rho$ (avec $0 \leq \rho \leq 1$). Nous supposons qu'un consommateur qui a une expérience musicale négative

²⁰C'est le sort subi par Napster pendant les quelques mois qui ont suivi le procès, avant que le réseau ne soit transformé en site légal et payant.

retire une utilité de la musique que nous normalisons à 0. En revanche, le consommateur qui a une expérience musicale positive retire potentiellement une utilité positive de la musique, à travers l'achat d'un original ou le téléchargement d'une copie.

2.5.3 Originaux et copies

Nous supposons qu'il existe deux versions d'un même produit : la version originale et la copie. La version originale, vendue par les producteurs au prix p , procure une utilité $v_b(\alpha)$ aux consommateurs. La copie, pour sa part, est disponible sur Internet et peut être téléchargée gratuitement à travers les réseaux d'échange Peer-to-Peer. Elle procure une utilité $v_c(\alpha)$ aux consommateurs.

Nous supposons que $v_b(\alpha)$ et $v_c(\alpha)$ sont des fonctions décroissantes de la protection technologique α : les systèmes de verrouillage des originaux, qui visent à limiter le piratage (en réduisant la probabilité de trouver un fichier non protégé par exemple) et dégrader la qualité des copies, limitent toutefois les possibilités d'usage des originaux par les acheteurs légaux (à travers un usage à des fins privées -*fair use*- plus restreint).

De plus, nous supposons qu'une copie numérique procure moins de satisfaction que la version originale du même produit : $v_c(\alpha) \leq v_b(\alpha)$. Nous notons $\gamma(\alpha)$ le différentiel d'utilité entre la copie et l'original : $\gamma(\alpha) = v_b(\alpha) - v_c(\alpha) \geq 0$. Cette fonction représente la valeur ajoutée de l'original par rapport à la copie, qui illustre par exemple la satisfaction qu'un consommateur retire des paroles des chansons, des photos, des informations supplémentaires délivrées avec l'original, *etc.* Nous supposons que $\gamma(\alpha)$ est une fonction croissante et concave de la protection technologique α : une protection technologique accrue nuit davantage aux copieurs qu'aux acheteurs de l'original, mais l'effet marginal d'un renforcement de la protection technologique diminue avec son niveau²¹.

Notons que ces hypothèses recouvrent les modèles dans lesquels la protection technologique ne modifie pas la valeur de l'original tout en diminuant celle de la copie : si l'original procure une utilité $v_b = v$ tandis que la copie procure une utilité $v_c = (1 - \alpha)v$ ($0 \leq \alpha \leq 1$),

²¹Notons que la majorité des outils de protection technologique (protection du mot de passe, encryption, DRM) répondent à ces critères.

alors le différentiel d'utilité entre l'original et la copie est $\gamma(\alpha) = \alpha v$, et les hypothèses $v'_c(\alpha) \leq 0$ et $\gamma'(\alpha) \geq 0$ sont satisfaites²². Si les résultats de notre modèle restent inchangés lorsque la satisfaction retirée de l'original ne dépend pas de α ($v_b(\alpha) = v$), nous conservons toutefois la forme générale $v_b(\alpha)$ et $v_c(\alpha)$, en raison de l'impact potentiellement négatif de la protection technologique sur l'usage des originaux.

2.5.4 Consommateurs hétérogènes

Le piratage de fichiers numériques implique un coût d'opportunité s du temps passé à chercher et télécharger la musique sur le réseau P2P, qui diffère selon les consommateurs. Nous supposons que s est distribué uniformément sur un segment $[0, 1]$. Outre le coût de passer du temps en ligne, ce coût d'opportunité représente également un coût indirect, qui reflète la valeur financière de ce à quoi l'utilisateur renonce en consacrant ce temps en ligne -son salaire ou un autre loisir par exemple.

En résumé, le coût total espéré de la copie (*i.e.* sa désutilité) est égal à $s + \phi$. Notons que ce coût aurait pu prendre une forme multiplicative, par exemple $s(1 + \phi)$ (comme dans Novos and Waldman [1984]). Une telle spécification signifie qu'une augmentation de l'amende espérée ϕ accroît d'autant plus la désutilité de la copie que le coût d'opportunité s est élevé. Toutefois, il n'y a pas de raison pour que les copieurs ayant un coût d'opportunité s plus élevé souffrent plus que les autres d'un renforcement de la protection juridique. Nous considérons donc que ces deux paramètres -amende espérée de la protection juridique et coût d'opportunité de passer du temps sur internet- sont indépendants, et que la protection juridique engendre simplement une nuisance supplémentaire, qui est la même pour tous les copieurs.

²²Cet exemple correspond à la spécification utilisée par Besen et Kirby (1989). Notons toutefois que dans leur modèle, la protection technologique α est exogène, tandis qu'il s'agit d'une variable endogène dans notre modèle.

2.5.5 Technologies de transmission d'information

Nous étudions deux technologies de transmission de l'information, une technologie "*information-push*", et une technologie "*information-pull*" qui se distinguent selon plusieurs aspects.

Avec la technologie "*information-push*", ce sont les firmes qui supportent le coût de diffusion de l'information. Plus précisément, elles distribuent leur produit au coût fixe de publicité et de promotion K , supposé élevé. Le système de publicité / promotion touche l'ensemble des consommateurs, ce qui suppose qu'une fois le coût dépensé, tous les consommateurs sont complètement informés sur l'existence et les caractéristiques du bien. Enfin, le produit est distribué sous sa forme originale (accompagné d'une variété de produits : un boîtier, des paroles, des photos, *etc.*). Il s'agit d'une distribution traditionnelle de la musique, dans les enseignes spécialisées (comme la Fnac ou le Virgin Megastore en France), ou dans les hypermarchés.

En revanche, avec la technologie "*information-pull*", ce sont les consommateurs qui supportent le coût d'acquisition de l'information : cette technologie leur permet de chercher et tester les copies numériques en ligne. Elle n'implique aucun coût de distribution pour les firmes, qui se contentent de mettre leur produit en ligne sous sa forme numérique. Nous supposons que la version numérique d'un produit propose un ensemble limité de caractéristiques par rapport à l'original, dont elle est en quelque sorte une version dégradée. En contrepartie, seuls les consommateurs qui ont téléchargé les copies numériques sont informés. Ces utilisateurs de P2P sont des acheteurs potentiels. Le P2P joue un nouveau rôle de distribution, en tant que borne d'écoute et de découverte, qui peut motiver l'achat dans la mesure où l'original présente davantage d'éléments que la copie. Ce mode de distribution est illustré par le service Altnet par exemple²³, qui fonctionne avec le réseau P2P Kazaa. Altnet permet aux utilisateurs de tester des fichiers pendant une durée limitée, au delà de laquelle l'accès aux copies est bloqué et les utilisateurs reçoivent de l'information sur l'achat du fichier (chaque fichier a un accord de licence et un prix individuel). Les utilisateurs peuvent alors décider d'acheter l'original, qui propose en plus des services supplémentaires

²³www.altnet.com

(des informations sur l'artiste, des recommandations, *etc.*).

Dans l'ensemble du modèle, nous normalisons à 0 le coût fixe de production et le coût marginal de distribution. Notons que l'hypothèse d'un coût de création nul n'affecte pas nos résultats. En effet, nous comparons les profits selon les différentes technologies et selon le contexte juridique, et cette comparaison ne dépend pas du coût de création qui est dépensé dans tous les cas. En outre, le coût marginal de distribution des biens d'information est négligeable en comparaison du coût fixe de marketing et de publicité.

Face à deux versions d'un même produit (l'original et la copie numérique), un consommateur doit prendre deux types de décisions : celle d'acheter ou non l'original, et celle de copier ou non le fichier sur un réseau P2P. Rappelons que suivant la technologie de distribution choisie par le producteur, ces deux décisions peuvent être simultanées ou séquentielles. En effet, si le producteur choisit la technologie "*information-push*", le consommateur est initialement informé sur la musique, et voit les deux versions du produit comme des substituts imparfaits. Ses décisions sont alors simultanées. En revanche, si le producteur choisit la technologie "*information-pull*", le consommateur n'est pas informé initialement sur la musique et peut vouloir tester le produit en le copiant avant de prendre sa décision d'achat. Ses décisions sont alors séquentielles.

D'une manière générale, nous notons $u(x, y)$ l'utilité espérée d'un consommateur, où l'argument $x \in \{0, 1\}$ représente la décision d'achat de l'original, et l'argument $y \in \{0, 1\}$ représente la décision de copie. Nous notons $x = 1$ ($y = 1$) si le consommateur décide d'acheter (de copier) le produit, et $x = 0$ ($y = 0$) sinon²⁴. Nous supposons enfin que si le consommateur ne fait rien, il obtient une utilité nulle, *i.e.* $u(0, 0) = 0$.

2.6 Protection juridique et technologique

Nous étudions la stratégie de distribution et de protection d'un producteur faisant face à un niveau de protection légale ϕ donné. Nous analysons l'impact d'un renforcement de la

²⁴Bien que lorsque ces deux décisions soient séquentielles lorsque le produit est distribué par la technologie "*information pull*", nous notons l'utilité du consommateur qui achète après avoir copié $u(1, 1)$.

protection du copyright ϕ selon la technologie de distribution choisie (dans l'ensemble du modèle, nous considérons la loi sur le copyright en vigueur comme donnée). Les démonstrations, ainsi qu'une liste des notations, sont données en annexe.

2.6.1 Technologie “*information-push*”

Pour commencer, nous étudions la situation où le producteur distribue son produit de manière traditionnelle. Il utilise la publicité et la promotion pour informer l'ensemble des consommateurs sur le produit, et supporte pour cela le coût fixe²⁵, noté K .

La publicité / promotion permet au producteur d'informer tous les consommateurs sur l'existence et les caractéristiques de son produit. Par conséquent, les consommateurs prennent leurs décisions en information parfaite. Les consommateurs qui aiment la musique (en proportion ρ) peuvent acheter l'original ou copier la version MP3 sur le réseau P2P. Dans ce contexte, les consommateurs ne font usage du P2P que dans un but de substitution de l'original par la copie (la copie n'a pas de rôle informationnel). Autrement dit, les consommateurs qui copient peuvent être assimilés à des “passagers clandestins”, pour lesquels le P2P remplace la consommation de CD²⁶. Un consommateur qui aime la musique proposée a le choix entre ne rien faire, acheter l'original et télécharger la copie numérique. Ces décisions sont simultanées.

L'utilité nette qu'un consommateur retire de l'achat de l'original est $u(1, 0) = v_b(\alpha) - p$, où p est le prix de l'original. Par ailleurs, télécharger la copie lui procure une utilité $u(0, 1) = v_c(\alpha) - s - \phi$, où s est son coût d'opportunité de passer du temps en ligne, propre à chaque consommateur.

Le consommateur indifférent entre acheter l'original et télécharger la copie a un coût d'opportunité noté $\hat{s} = p - \phi - \gamma(\alpha)$, où $\gamma(\alpha) = v_b(\alpha) - v_c(\alpha)$. Tous les consommateurs dont le coût d'opportunité à passer du temps en ligne s est supérieur à \hat{s} préfèrent l'original

²⁵Pour des raisons de simplification, nous assimilons l'artiste à son producteur (*i.e.* sa maison de disque). Implicitement cela suppose qu'il leur est possible d'établir un contrat qui élimine les l'inefficacité de la relation verticale.

²⁶Dans son étude “Le Peer to Peer, un Autre Modèle Économique pour la Musique” (2004), Tariq Krim met ce type de copieur en opposition aux “samplers” qui utilisent au contraire le P2P comme un outil de découverte de la nouvelle musique.

à la copie. Un consommateur achète l'original si trois conditions sont remplies : si il aime le produit (une proportion ρ des consommateurs est dans ce cas) ; si l'original lui procure une utilité positive ; si il préfère acheter à copier. Ces deux dernières conditions s'écrivent de la manière suivante :

$$\begin{cases} u(1, 0) \geq u(0, 1) & \Leftrightarrow s \geq \hat{s} \\ u(1, 0) \geq u(0, 0) & \Leftrightarrow p \leq v_b(\alpha) \end{cases}$$

Lorsque le prix p vérifie la seconde condition ($p \leq v_b(\alpha)$), alors une proportion $1 - \hat{s}$ des consommateurs qui aiment le produit achète l'original (avec $0 \leq \hat{s} \leq 1 \Leftrightarrow \phi + \gamma(\alpha) \leq p \leq \phi + \gamma(\alpha) + 1$).

Par conséquent, la demande potentielle que le producteur reçoit est la suivante :

$$D(p, \alpha) = \begin{cases} \rho & \text{si } p \leq \min\{v_b(\alpha), \phi + \gamma(\alpha)\} \\ \rho(1 - \hat{s}) & \text{si } \gamma(\alpha) + \phi < p \leq \min\{v_b(\alpha), 1 + \phi + \gamma(\alpha)\} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Étant donnée cette demande, le producteur détermine le prix de l'original p ainsi que le degré de protection technologique α à mettre en place sur l'original de manière à maximiser son profit net des coûts de mise en place $c(\alpha)$ et de publicité K . Son objectif est le suivant :

$$\begin{cases} \max_{\alpha, p} \pi = pD(p, \alpha) - c(\alpha) - K \\ \text{s.c. } p \leq \min\{v_b(\alpha), 1 + \phi + \gamma(\alpha)\}. \end{cases}$$

Le producteur met en place une protection technologique α qui ne bloque pas toute possibilité de copie : la copie procure une utilité positive à au moins un consommateur (celui ayant le plus faible coût d'opportunité $s = 0$), pour un niveau de protection légale ϕ donné, i.e. $\phi \leq v_c(\alpha)$.²⁷ Il reçoit alors une demande $D = \rho(1 - \hat{s})$, qui lui procure un profit $\pi(p, \alpha) = p\rho(1 - \hat{s}) - c(\alpha) - K$. Le prix qui maximise ce profit est donné par $p(\alpha) = \frac{1 + \gamma(\alpha) + \phi}{2}$.

Si cette solution $p(\alpha) = \frac{1 + \gamma(\alpha) + \phi}{2}$ est inférieure à $\gamma(\alpha) + \phi$, i.e. si la protection technolo-

²⁷Ce qui entraîne $\min\{v_b(\alpha), \phi + \gamma(\alpha)\} = v_b(\alpha)$.

gique est telle que $1 - v_b(\alpha) \leq \phi - v_c(\alpha)$, le prix optimal est $p^*(\alpha) = \gamma(\alpha) + \phi$. Ce prix attire tous les consommateurs, de sorte que le producteur reçoit une demande maximale $D = \rho$. Le producteur peut alors extraire d'autant plus de surplus des acheteurs que la protection technologique est élevée. En effet, nous avons supposé qu'un renforcement de la protection technologique a un impact négatif plus fort sur l'utilité de la copie que sur celle de l'original (le différentiel d'utilité entre l'original et la copie est une fonction croissante de la protection technologique : $\gamma'(\alpha) \geq 0$). La disponibilité à payer des consommateurs, qui ont le choix entre copier et acheter, est donc une fonction croissante du degré de protection technologique α . Le producteur a alors intérêt à établir une protection technologique α^* positive, qui maximise son profit $\pi(\alpha) = \rho(\gamma(\alpha) + \phi) - c(\alpha) - K$, *i.e.* telle que $\rho\gamma'(\alpha^*) - c'(\alpha^*) = 0$.²⁸

En revanche, si la solution $p(\alpha) = \frac{1+\gamma(\alpha)+\phi}{2}$ est supérieure à $\gamma(\alpha) + \phi$, *i.e.* si $1 - v_b(\alpha) \geq \phi - v_c(\alpha)$, alors le prix optimal est $p^* = \frac{1+\gamma(\alpha)+\phi}{2}$. Ce prix doit respecter la contrainte de participation des acheteurs : $p \leq v_b(\alpha)$, c'est-à-dire que la protection technologique doit être telle que $1 - v_b(\alpha) \leq v_c(\alpha) - \phi$.²⁹ Le profit du producteur est alors le suivant : $\pi(\alpha) = \frac{\rho}{4}[1 + \gamma(\alpha) + \phi]^2 - c(\alpha) - K$. La protection technologique qui maximise ce profit est donnée par $\frac{\rho}{2}[1 + \gamma(\alpha^*) + \phi]\gamma'(\alpha^*) - c'(\alpha^*) = 0$.³⁰

Notons que le producteur pourrait également mettre en place une protection suffisamment forte pour bloquer toute possibilité de copie, *i.e.* telle qu'aucun consommateur ne retire une utilité positive de la copie (même le consommateur ayant le plus faible coût d'opportunité $s = 0$), à un niveau de protection légale donné : $\phi \geq v_c(\alpha)$. Dans la mesure où la protection technologique est coûteuse, le producteur la fixerait à son niveau minimal : $\phi = v_c(\alpha)$. Si la contrainte de participation des acheteurs ($p \leq v_b(\alpha)$) était respectée, le producteur pourrait capter toute la demande, et obtenir un profit $\pi = \rho p - c(\alpha) - K$, fonction croissante de p . Il fixerait donc un prix $p(\alpha) = v_b(\alpha)$, ce qui lui procurerait un profit $\pi = \rho(\gamma(\alpha) + \phi) - c(\alpha) - K$. Or ce profit atteint son maximum pour une protection

²⁸D'une part, la condition du second ordre est vérifiée car $\gamma''(\alpha) \leq 0$ et $c''(\alpha) \geq 0$ par hypothèse. D'autre part, nous supposons que la solution qui maximise le profit $\pi(\alpha) = \rho(\gamma(\alpha) + \phi) - c(\alpha) - K$ respecte la contrainte $\phi \leq v_c(\alpha)$, *i.e.* la protection technologique obtenue en maximisant le profit n'est pas trop élevée.

²⁹Nous excluons alors la solution de bord telle que $p = v_b(\alpha)$, car pour cette solution, la pente du profit est négative : $\frac{\partial \pi}{\partial p}|_{p=v_b(\alpha)} = \rho[1 + \phi - (v_b(\alpha) + v_c(\alpha))]$.

³⁰Une condition suffisante pour que la condition du second ordre par rapport à α soit vérifiée est : $(\gamma'(\alpha))^2 \frac{\rho}{2} - c''(\alpha) \leq 0$.

technologique telle que $\rho\gamma'(\alpha^*) - c'(\alpha^*) = 0$, comme nous l'avons vu précédemment (dans le cas où la protection technologique est telle que $\phi \leq v_c(\alpha)$ et $1 - v_b(\alpha) \leq \phi - v_c(\alpha)$). Le producteur n'a donc pas intérêt à mettre en place une protection suffisamment forte pour bloquer toute possibilité de copie.

Dans le lemme 2.1, nous analysons l'impact de la protection légale sur la protection technologique.

Lemme 2.1.

A l'optimum du producteur qui utilise la technologie "information-push", le degré de protection technologique α^ et le degré de protection légale ϕ sont des compléments : $\frac{\partial \alpha^*}{\partial \phi} \geq 0$.*

Le renforcement de la protection légale, en tant que conséquence du *Digital Millenium Copyright Act* par exemple, incite les firmes à renforcer leur protection technologique : le producteur utilise ici la protection technologique comme un outil complémentaire de la protection légale. L'intuition est la suivante : à la suite d'un renforcement de la protection légale, le coût de la copie augmente, ce qui rend l'achat relativement plus attractif aux yeux des consommateurs. Le producteur peut alors augmenter le prix de l'original afin d'extraire un plus grand surplus des acheteurs. Mais un prix plus élevé peut inciter certains consommateurs à redevenir des copieurs. Afin de les en dissuader, la firme va renforcer la protection technologique (pour rendre l'original plus attractif que la copie), en contrepartie de l'augmentation du prix.

Dans le lemme 2.2, nous analysons l'impact de la protection légale sur le prix et la demande pour l'original.

Lemme 2.2.

A l'optimum du producteur qui utilise la technologie "information-push", le prix p^ et la demande pour l'original $D(p^*, \alpha^*)$ sont des fonctions croissantes du degré de protection légale ϕ : $\frac{\partial p^*}{\partial \phi} \geq 0$ et $\frac{\partial D}{\partial \phi}(p^*, \alpha^*) \geq 0$.*

Un renforcement de la protection légale accroît le différentiel de valeur entre l'original et la copie $\gamma(\alpha)$. En conséquence, les consommateurs ont une disponibilité à payer l'original plus élevée.

La proposition 2.1 décrit l'impact d'un renforcement de la protection légale sur le profit de la firme et le surplus des consommateurs.

Proposition 2.1.

A l'optimum du producteur qui utilise la technologie "information-push", un renforcement de la protection légale ϕ

- (i) augmente le profit π^* ,*
- (ii) diminue le surplus des consommateurs.*

D'après le lemme 2.1, un renforcement de la protection légale incite les firmes à renforcer la protection technologique. Les firmes qui utilisent les modes traditionnels de publicité / promotion bénéficient d'une protection légale plus forte. L'impact sur le bien-être social est néanmoins altéré par la baisse du surplus des consommateurs. L'intuition est la suivante. Si le renforcement de la protection légale a un effet direct négatif sur les copieurs à travers ϕ , il a également un effet indirect négatif sur l'utilité des acheteurs à travers l'effet de ϕ sur la protection légale α^* et le prix p^* : $v'_b(\alpha) \leq 0$, $\frac{d\alpha^*}{d\phi} \geq 0$, et $\frac{dp^*}{d\phi} \geq 0$. En outre, certains consommateurs, incités à passer de la copie à l'achat, voient également leur surplus diminuer du fait de l'augmentation du prix³¹. En résumé, même les consommateurs dont le comportement n'est pas illégal souffrent d'un renforcement de la protection du copyright.

Notons que si le coût fixe de publicité / promotion K est élevé, il se peut que le profit du producteur qui utilise la technologie "information-push" soit négatif : $p^*D(p^*, \alpha^*) - c(\alpha^*) - K < 0$. Dans ce cas, le producteur ne distribue pas son produit, les consommateurs ignorent l'existence de l'artiste et les profits sont nuls. La technologie que nous présentons maintenant présente l'avantage d'éviter ce type de situation.

2.6.2 Technologie "information-pull"

Nous étudions maintenant la situation où le producteur distribue son produit par le réseau P2P, et n'investit donc plus dans la publicité / promotion. Dans ce contexte, les

³¹Cette proposition diffère du résultat de Novos et Waldman (1984) selon lesquels un renforcement de la protection légale a un effet ambigu sur le surplus des consommateurs, car certains consommateurs qui passent de la copie à l'achat de l'original économisent le coût social de la copie.

consommateurs, initialement non informés sur les caractéristiques du bien, ont la possibilité d'acquérir de l'information en téléchargeant des copies numériques. Les consommateurs qui ont copié le produit et aimé la musique peuvent alors s'adresser directement au producteur pour se procurer l'original. Ces consommateurs font donc un usage du P2P différent de celui de la section précédente, car ici la copie peut avoir un rôle informationnel : les consommateurs qui téléchargent des copies dans le but de tester la musique peuvent être assimilés à des "sampleurs", pour lesquels le P2P est un canal d'acquisition de l'information.

Notons qu'à la différence de la section précédente, un consommateur peut ici détenir deux versions d'un même produit (la copie et l'original). Cela s'explique par la différence dans les structures d'information. Initialement dépourvus d'information sur les caractéristiques du produit, les consommateurs peuvent le tester (en téléchargeant la copie) afin de savoir s'ils l'aiment ou non. Ils agissent donc de manière séquentielle.

Deux situations sont possibles, selon que les consommateurs, non informés initialement sur les caractéristiques du produit, observent ou non le prix de l'original au moment de prendre leur décision de copie. Si le prix de l'original est souvent annoncé *ex ante* et observé par l'ensemble des consommateurs, il peut également différer selon l'artiste et le contenu de l'œuvre et n'être observé qu'*ex post*, une fois la copie téléchargée : la copie joue alors un véritable rôle de test du produit, et le prix est proposé au copieur après la période de test de la copie³². Nous considérons en revanche que le degré de protection technologique α mise en place par le producteur est observable par tous les consommateurs.

2.6.2.1 Les consommateurs n'observent pas le prix *ex ante*

Nous étudions ici le cas où les consommateurs ne sont pas informés initialement sur le prix de l'original, au moment de prendre leur décision de copie. Seuls les consommateurs qui ont téléchargé la copie sont en mesure d'observer le prix de l'original avant de prendre une décision d'achat informée. Ils ne peuvent pas acheter le produit sans l'avoir testé par la copie préalablement (à travers un processus de recherche en ligne coûteux en temps) : dans un premier temps (en $t=1$), ils décident de copier ou non le produit ; dans un second

³²C'est par exemple le cas sur le service Altnet.

temps (en $t=2$), une fois la copie testée, ils deviennent informés sur les caractéristiques du produit (et savent s'ils l'aiment ou non) ainsi que sur son prix, et décident d'acheter ou non l'original. Si ils ne sont pas en mesure d'observer le prix *ex ante*, les consommateurs peuvent toutefois l'anticiper, car ils savent que le producteur le choisit de manière à maximiser son profit. Tous les consommateurs observent en revanche le niveau de protection technologique α .

Un consommateur achète l'original s'il a copié et aimé le produit. Acquérir l'original au prix p lui procure une utilité additionnelle $\gamma(\alpha) = v_b(\alpha) - v_c(\alpha)$. Le copieur qui a aimé le produit devient donc un acheteur si et seulement si $p \leq \gamma(\alpha)$.

Par conséquent, l'utilité espérée d'un consommateur de type s qui prend la décision de copier s'écrit $\rho \max\{\gamma(\alpha) - \tilde{p}; 0\} + \rho v_c(\alpha) - s - \phi$, où \tilde{p} représente le prix anticipé de l'original³³. Il télécharge la copie si et seulement si cette utilité espérée est positive, *i.e.* si $s \leq \rho \max\{\gamma(\alpha) - \tilde{p}; 0\} + \rho v_c(\alpha) - \phi$. Nous notons $\hat{s} = \rho \max\{\gamma(\alpha) - \tilde{p}; 0\} + \rho v_c(\alpha) - \phi$ le coût d'opportunité du consommateur indifférent entre télécharger la copie et ne rien faire.

Examinons la stratégie de prix du producteur au moment où les copieurs qui ont aimé le produit doivent choisir entre garder la copie et acheter l'original. Il reçoit *ex post* une demande nulle s'il fixe un prix p supérieur à $\gamma(\alpha)$, car les copieurs n'ont alors pas intérêt à acquérir l'original. Si en revanche il fixe un prix inférieur ou égal à $\gamma(\alpha)$, alors tous les copieurs qui aiment la musique achèteront l'original et il servira une demande égale à $D(\alpha) = \rho \hat{s}$ si $\hat{s} \leq 1$, et $D = \rho$ si $\hat{s} > 1$. Par conséquent, le prix qui maximise le profit du producteur *ex post* est $p^* = \gamma(\alpha)$, tel qu'il capte toute l'utilité additionnelle des acheteurs.

A l'équilibre, les consommateurs anticipent parfaitement ce prix : $\tilde{p} = p^* = \gamma(\alpha)$. Ils anticipent donc que l'utilité espérée de copier est $\rho v_c(\alpha) - \phi - s$, et décident de copier si cette utilité espérée est positive, *i.e.* si leur coût d'opportunité à passer du temps en ligne s est inférieur à $\rho v_c(\alpha) - \phi$. Sachant cela, le producteur établit le niveau de protection technologique α qui maximise son profit. Notons qu'il doit nécessairement établir une protection assez faible pour qu'au moins un consommateur ait intérêt à copier, (celui qui a le

³³Le copieur retire de la copie une utilité brute $v_c(\alpha)$ avec une probabilité ρ (si il aime la musique), et une utilité brute nulle avec une probabilité $1 - \rho$ (si il n'aime pas la musique). Il prend en compte le coût d'opportunité s et la désutilité espérée des poursuites judiciaires ϕ qu'il aime ou non le produit.

coût le plus faible, $s = 0$) : $\phi \leq \rho v_c(\alpha)$.

Si la protection est suffisamment faible pour que tous les consommateurs copient, c'est-à-dire si $\phi \leq \rho v_c(\alpha) - 1 \Leftrightarrow \alpha \leq v_c^{-1}(\frac{\phi+1}{\rho})$, alors le producteur reçoit une demande maximale égale à ρ , ce qui implique un profit $\pi(p, \alpha) = \gamma(\alpha)\rho - c(\alpha)$.

En revanche, si la protection est plus forte, de telle sorte qu'au moins un consommateur ne copie pas (celui qui a le coût d'opportunité le plus élevé, $s = 1$), *i.e.* $\rho v_c(\alpha) - 1 \leq \phi \leq \rho v_c(\alpha)$, c'est-à-dire $v_c^{-1}(\frac{\phi+1}{\rho}) \leq \alpha \leq v_c^{-1}(\frac{\phi}{\rho})$, alors le producteur reçoit une demande plus faible, égale à $\rho(\rho v_c(\alpha) - \phi)$. Si cette situation est telle que le producteur reçoit une demande plus faible au prix d'une protection technologique plus forte que dans la situation précédente, elle n'est cependant pas absurde à étudier. Il se peut en effet que le producteur ne soit pas en mesure de capter tous les consommateurs même avec une protection technologique nulle, si la protection légale mise en place par les autorités est suffisamment forte pour que $\phi > \rho v_c(0) - 1$ (*i.e.* qu'il y ait au moins un consommateur qui ne copie pas même en l'absence de protection technologique). Dans cette situation le profit s'écrit : $\pi = \rho\gamma(\alpha)(\rho v_c(\alpha) - \phi) - c(\alpha)$. Le producteur arbitre entre une protection technologique faible qui accroît le nombre de copieurs (donc d'acheteurs potentiels) et une protection technologique élevée qui permet d'extraire plus de surplus des acheteurs.

2.6.2.2 Les consommateurs observent le prix *ex ante*

Nous étudions ici la situation où les consommateurs, bien que non informés initialement sur les caractéristiques du produit, observent le prix de l'original au moment de prendre la décision de copier. Les consommateurs sont donc en mesure d'acheter le produit *ex ante*, sans pour autant être informés sur ses caractéristiques au préalable. Ils peuvent certes copier le produit pour le tester (ce sont potentiellement des acheteurs indirects), mais ils peuvent également faire un achat non informé, sans avoir testé le produit par la copie au préalable (ce sont des acheteurs directs). Dans un premier temps, les consommateurs observent le prix p (et le niveau de protection technologique α) et décident d'acheter l'original, télécharger la copie ou ne rien faire ; dans un second temps, ceux qui ont acheté ou copié découvrent s'ils aiment ou non le produit, et les copieurs qui l'ont aimé ont alors la possibilité d'acquérir

l'original.

Tous les consommateurs observent le prix p de l'original *ex ante*. Le supplément d'utilité de passer de la copie à l'original est égal à $\gamma(\alpha) - p$ (où $\gamma(\alpha) = v_b(\alpha) - v_c(\alpha)$). Par conséquent, si le prix p est inférieur à $\gamma(\alpha)$, les consommateurs anticipent que s'ils copient et aiment le produit (avec une probabilité ρ), ils achèteront l'original. L'utilité d'un copieur est alors égale à $u(0, 1) = \rho(v_b(\alpha) - p) - s - \phi$.

En revanche, si le prix p est supérieur à $\gamma(\alpha)$, les consommateurs qui copient et aiment le produit n'achèteront pas l'original; l'utilité d'un copieur est alors égale à $u(0, 1) = \rho v_c(\alpha) - s - \phi$. L'utilité d'acheter l'original directement (*i.e.* sans copie préalable) est pour sa part égale à $u(1, 0) = \rho v_b(\alpha) - p$.

Si $u(1, 0) \geq u(0, 0) \Leftrightarrow p \leq \rho v_b(\alpha)$, les consommateurs se divisent en deux catégories, selon leur coût d'opportunité à chercher, télécharger et tester les copies numériques en ligne (s) : les consommateurs dont le coût d'opportunité est élevé achètent le produit directement (en aveugle), tandis que les autres copient le produit. Le consommateur indifférent entre l'achat non informé et la copie a alors un coût d'opportunité s égal à $p(1 - \rho) - \phi$ si $p \leq \gamma(\alpha)$, et à $p - \rho\gamma(\alpha) - \phi$ si $p \geq \gamma(\alpha)$.

Deux situations sont possibles, selon les valeurs relatives de $\rho v_b(0)$ et $\gamma(0)$.

2.6.2.2.1 Premier cas : $\rho v_b(0) \leq \gamma(0)$

Dans ce cas, $\rho v_b(\alpha) \leq \gamma(\alpha)$ quel que soit le niveau de protection technologique α ³⁴. Ce cas correspond à des valeurs faibles de la probabilité ρ d'aimer la musique, c'est-à-dire à des "petits artistes" (dont le public potentiel est restreint), ou bien à une valeur de la copie très faible (telle que $v_c(0)$ tend vers 0)³⁵. La demande qui s'adresse au producteur est alors donnée par :

$$D(p, \alpha) = \begin{cases} 1 - (1 - \rho)[p(1 - \rho) - \phi] & \text{si } p \leq \rho v_b(\alpha), \\ \rho[\rho(v_b(\alpha) - p) - \phi] & \text{si } \rho v_b(\alpha) < p \leq \gamma(\alpha). \end{cases}$$

³⁴En effet, $v_b(\alpha)$ est une fonction décroissante et $\gamma(\alpha)$ est une fonction croissante : si $\rho v_b(0) \leq \gamma(0)$, alors $\rho v_b(\alpha) \leq \gamma(\alpha) \forall \alpha$.

³⁵La condition $\rho v_b(0) \leq \gamma(0)$ peut se réécrire $\rho \leq \frac{v_b(0) - v_c(0)}{v_b(0)}$.

Lorsque $p \leq \rho v_b(\alpha)$, les deux types d'acheteurs (directs et indirects) co-existent. En revanche, lorsque $\rho v_b(\alpha) < p \leq \gamma(\alpha)$, le prix dissuade les consommateurs de faire un achat non informé, et la demande potentielle n'est composée que d'acheteurs indirects.

Examinons la première situation, lorsque $p \leq \rho v_b(\alpha)$. Le profit du producteur s'écrit $\pi(p, \alpha) = p[1 - p(1 - \rho)^2 + \phi(1 - \rho)] - c(\alpha)$. Le prix qui maximise ce profit est $\hat{p} = \frac{1 + \phi(1 - \rho)}{2(1 - \rho)^2}$, et le profit qui s'ensuit $\pi(\alpha) = \frac{(1 + \phi(1 - \rho))^2}{4(1 - \rho)^2} - c(\alpha)$ est une fonction décroissante de α .

- Si ce prix est tel que $\hat{p} \leq \rho v_b(0)$, alors à l'optimum du producteur $p^* = \hat{p}$ et $\alpha^* = 0$ (et la contrainte est respectée).
- Sinon, la contrainte est saturée : $p = \rho v_b(\alpha)$, et le profit qui s'ensuit $\pi(\alpha) = \rho v_b(\alpha)[1 - \rho v_b(\alpha)(1 - \rho)^2 + \phi(1 - \rho)] - c(\alpha)$ est également une fonction décroissante de α ³⁶ : l'optimum du producteur est alors tel que $p^* = \rho v_b(0)$ et $\alpha^* = 0$.

Examinons maintenant la seconde situation, lorsque $\rho v_b(\alpha) < p \leq \gamma(\alpha)$. Le profit du producteur s'écrit $\pi(\alpha) = p\rho[v_b(\alpha) - p] - c(\alpha)$. Le prix qui maximise ce profit est $\hat{p}(\alpha) = \frac{\rho v_b(\alpha) - \phi}{2\rho}$, et le profit qui s'ensuit $\pi(\alpha) = \frac{(\rho v_b(\alpha) - \phi)^2}{4} - c(\alpha)$ est une fonction décroissante de α .

- Si ce prix est tel que $\rho v_b(0) < \hat{p}(0) \leq \gamma(0)$, alors à l'optimum du producteur $p^* = \hat{p}(0)$ et $\alpha^* = 0$ (et la contrainte est respectée).
- Si en revanche $\gamma(0) \leq \hat{p}(0)$, la seconde contrainte est saturée : $p(\alpha) = \gamma(\alpha)$, ce qui conduit à un profit $\pi(\alpha) = \rho\gamma(\alpha)[\rho v_c(\alpha) - \phi] - c(\alpha)$. Le producteur met alors en place la protection technologique qui maximise ce profit, *i.e.* telle que $\rho\gamma'(\alpha)[\rho v_c(\alpha) - \phi] + \rho^2\gamma(\alpha)v'_c(\alpha) - c'(\alpha) = 0$ ³⁷.
- Si enfin $\hat{p}(0) \leq \rho v_b(0)$, le producteur se retrouve dans la première situation, où $p \leq \rho v_b(\alpha)$.

En résumé, dans le cas où $\rho v_b(0) \leq \gamma(0)$, la protection optimale α^* est telle que

- pour $p^* \leq \gamma(0)$: $\alpha^* = 0$,
- pour $p^* > \gamma(0)$: $p^* = \gamma(\alpha^*)$ et $\rho\gamma'(\alpha^*)[\rho v_c(\alpha^*) - \phi] + \rho^2\gamma(\alpha^*)v'_c(\alpha^*) - c'(\alpha^*) = 0$.

³⁶En effet, $\pi'(\alpha) = \rho v'_b(\alpha)[1 - 2\rho v_b(\alpha)(1 - \rho)^2 + \phi(1 - \rho)] - c'(\alpha)$. Or $v'_b(\alpha) \leq 0$ par hypothèse, et $1 - 2\rho v_b(\alpha)(1 - \rho)^2 + \phi(1 - \rho) \geq 0$ si $p^* \leq \rho v_b(0)$

³⁷L'objectif est concave en α si $\rho\gamma''(\alpha)[\rho v_c(\alpha) - \phi] + 2\rho^2v'_c(\alpha)\gamma'(\alpha) + \rho^2\gamma(\alpha)v''_c(\alpha) - c''(\alpha) \leq 0$, avec par hypothèse $\gamma''(\alpha) \leq 0$, $v'_c(\alpha) \leq 0$ et $\gamma'(\alpha) \leq 0$.

2.6.2.2.2 Second cas : $\gamma(0) < \rho v_b(0)$

Ce cas correspond à des valeurs élevées de la probabilité ρ d'aimer la musique, c'est-à-dire à des "stars" (dont le public potentiel est important), ou bien à une valeur de la copie élevées (telle que $v_c(0)$ tend vers $v_b(0)$)³⁸.

Lorsque $\gamma(0) > \rho v_b(0)$, il existe une valeur de α , notée $\bar{\alpha}$, telle que $\gamma(\alpha) \leq \rho v_b(\alpha)$ pour $\alpha \leq \bar{\alpha}$, et $\gamma(\alpha) \geq \rho v_b(\alpha)$ pour $\alpha \geq \bar{\alpha}$.

Si la protection technologique est telle que $\alpha \geq \bar{\alpha}$, nous retrouvons le premier cas, à ceci près que $\alpha^* = \bar{\alpha}$ lorsque $p^* < \gamma(\bar{\alpha})$ et $\rho\gamma'(\alpha^*)[\rho v_c(\alpha^*) - \phi] + \rho^2\gamma(\alpha^*)v'_c(\alpha^*) - c'(\alpha^*) = 0$ lorsque $p^* = \gamma(\alpha^*)$.

Si au contraire la protection technologique est telle que $\alpha \geq \bar{\alpha}$, la situation n'est pas la même que dans le premier cas. La demande qui s'adresse au producteur est alors donnée par :

$$D(p, \alpha) = \begin{cases} 1 - (1 - \rho)[p(1 - \rho) - \phi] & \text{si } p \leq \gamma(\alpha), \\ 1 - [p - \rho\gamma(\alpha) - \phi] & \text{si } \gamma(\alpha) < p \leq \rho v_b(\alpha). \end{cases}$$

Lorsque $p \leq \gamma(\alpha)$, les deux types d'acheteurs (directs et indirects) co-existent. En revanche, lorsque $\gamma(\alpha) < p \leq \rho v_b(\alpha)$, le prix dissuade les copieurs d'acquérir l'original, et la demande potentielle n'est composée que d'acheteurs directs.

Examinons la première situation, lorsque $p \leq \gamma(\alpha)$. Le profit du producteur s'écrit $\pi(p, \alpha) = p[1 - p(1 - \rho)^2 + \phi(1 - \rho)] - c(\alpha)$. Le prix qui maximise ce profit est $\hat{p} = \frac{1 + \phi(1 - \rho)}{2(1 - \rho)^2}$, et le profit qui s'ensuit $\pi(\alpha) = \frac{(1 + \phi(1 - \rho))^2}{4(1 - \rho)^2} - c(\alpha)$ est une fonction décroissante de α .

- Si ce prix est tel que $\hat{p} \leq \gamma(0)$, alors à l'optimum du producteur $p^* = \hat{p}$ et $\alpha^* = 0$ (et la contrainte est respectée).
- Sinon, la contrainte est saturée : $p = \gamma(\alpha)$, ce qui conduit à un profit $\pi(\alpha) = \gamma(\alpha)[1 - \gamma(\alpha)(1 - \rho)^2 + \phi(1 - \rho)] - c(\alpha)$. Le producteur met alors en place la protection technologique qui maximise ce profit, *i.e.* telle que $\gamma'(\alpha)[1 - 2\gamma(\alpha)(1 - \rho)^2 + \phi(1 - \rho)] - c'(\alpha) = 0$ ³⁹.

Examinons maintenant la seconde situation, lorsque $\gamma(\alpha) < p \leq \rho v_b(\alpha)$. Le profit du

³⁸La condition $\gamma(0) > \rho v_b(0)$ peut se réécrire $\rho \geq \frac{v_b(0) - v_c(0)}{v_b(0)}$.

³⁹L'objectif est concave en α , car $\gamma''(\alpha)[1 - 2\gamma(\alpha)(1 - \rho)^2 + \phi(1 - \rho)] - 2(1 - \rho)^2(\gamma'(\alpha))^2 - c''(\alpha) \leq 0$ d'après les hypothèses du modèle.

producteur s'écrit $\pi(\alpha) = p[1 - p + \phi + \rho\gamma(\alpha)] - c(\alpha)$. Le prix qui maximise ce profit est $\hat{p}(\alpha) = \frac{1+\phi+\rho\gamma(\alpha)}{2}$, et le profit qui s'ensuit est $\pi(\alpha) = \frac{[1+\rho\gamma(\alpha)+\phi]^2}{4} - c(\alpha)$.

- Si ce prix est tel que $\gamma(\alpha) < \hat{p}(\alpha) \leq \rho v_b(\alpha)$, alors à l'optimum du producteur $p^*(\alpha) = \hat{p}(\alpha)$ et le profit qui s'ensuit est $\pi(\alpha) = \frac{[1+\rho\gamma(\alpha)+\phi]^2}{4} - c(\alpha)$: dans ce cas le producteur met en place une protection technologique de manière à maximiser son profit, i.e. telle que $\rho\gamma'(\alpha)\frac{1+\rho\gamma(\alpha)+\phi}{2} - c'(\alpha) = 0$ ⁴⁰.
- Si en revanche $\rho v_b(0) \leq \hat{p}(0)$, la seconde contrainte est saturée : $p = \rho v_b(\alpha)$. Le profit qui s'ensuit $\pi(\alpha) = \rho v_b(\alpha)[1 + \rho v_c(\alpha) + \phi] - c(\alpha)$ est décroissant en α , donc l'optimum du producteur est tel que $p^* = \rho v_b(0)$ et $\alpha^* = 0$.
- Si enfin $\hat{p}(\alpha) \leq \gamma(\alpha)$, le producteur se retrouve dans la première situation, où $p \leq \gamma(\alpha)$.

En résumé, dans le cas où $\gamma(0) < \rho v_b(0)$, la protection optimale α^* est telle que

- pour $p^* \leq \gamma(0)$: $\alpha^* = 0$,
- pour $p^* > \gamma(0)$:
 - soit $p^* = \gamma(\alpha^*)$ et
 - $\gamma'(\alpha^*)[1 - 2\gamma(\alpha^*)(1 - \rho)^2 + \phi(1 - \rho)] - c'(\alpha^*) = 0$ pour $\alpha^* \leq \bar{\alpha}$,
 - $\rho\gamma'(\alpha^*)[\rho v_c(\alpha^*) - \phi] + \rho^2\gamma(\alpha^*)v'_c(\alpha^*) - c'(\alpha^*) = 0$ pour $\alpha^* > \bar{\alpha}$.
 - soit $p^* = \frac{1+\phi+\rho\gamma(\alpha^*)}{2}$ et $\rho\gamma'(\alpha^*)\frac{1+\rho\gamma(\alpha^*)+\phi}{2} - c'(\alpha^*) = 0$ (pour $\alpha^* \leq \bar{\alpha}$).

2.6.2.3 Impact de la protection légale dans la technologie “*information-pull*”

Dans le lemme 2.3, nous analysons l'impact de la protection légale sur la protection technologique, selon que l'achat direct non informé est possible ou non.

Lemme 2.3.

*A l'optimum du producteur qui utilise la technologie “*information-pull*”, le degré de protection technologique α^* et le degré de protection légale ϕ*

- *sont des substituts si les consommateurs ne font pas d'achat direct non informé ex post : $\frac{d\alpha^*}{d\phi} \leq 0$,*

⁴⁰L'objectif est concave en α si $\rho\gamma''(\alpha)[1 + \rho\gamma(\alpha) + \phi] + \rho^2(\gamma'(\alpha))^2 - 2c''(\alpha) \leq 0$.

- sont des compléments si il existe des consommateurs qui font un achat direct non informé *ex post* : $\frac{d\alpha^*}{d\phi} \geq 0$.

Que le prix soit observé ou non *ex ante*, lorsque l'achat direct non informé est exclu à l'optimum du producteur, la demande potentielle n'est constituée que de copieurs. Un renforcement de la protection légale ϕ réduit cette demande potentielle, car les acheteurs potentiels doivent télécharger la copie numérique préalablement à leur décision d'achat, et cette activité est d'autant plus coûteuse que la protection légale est forte. Dans le but de compenser cette perte de consommateurs, le producteur réduit le niveau de protection technologique α : il utilise ici la protection technologique comme un substitut de la protection légale.

En revanche, lorsque l'achat direct non informé est possible, la demande potentielle est constituée non seulement de copieurs mais également d'acheteurs directs. Un renforcement de la protection légale (si ϕ augmente localement) augmente la proportion de ces acheteurs en augmentant le coût espéré de la copie. La hausse de la demande potentielle permet au producteur d'augmenter le prix de l'original. Mais afin de compenser l'effet négatif de la hausse du prix sur l'incitation à acheter l'original, le producteur renforce la protection technologique α .

Dans la proposition 2.2, nous analysons l'impact d'un renforcement de la protection légale sur le profit du producteur et le surplus des consommateurs.

Proposition 2.2.

A l'optimum du producteur qui utilise la technologie "information-pull", un renforcement de la protection légale

- (i) *réduit le profit du producteur si il n'y a pas d'acheteurs directs non informés ex post,*
- (ii) *augmente le profit du producteur si il y a des acheteurs directs non informés ex post,*
- (iii) *réduit la perte sociale liée au coût de copie,*
- (iv) *réduit le surplus des acheteurs.*

L'intuition de la proposition 2.2 est la suivante. Si il n'y a pas d'acheteurs directs non informés à l'optimum du producteur, un renforcement de la protection légale réduit

la demande potentielle pour les originaux et nuit au producteur. Comme le producteur extrait tout le surplus des acheteurs, les consommateurs obtiennent seulement le surplus de la copie, qui lui même diminue suite à une augmentation de ϕ . Si il y a des acheteurs directs non informés à l'optimum du producteur, un renforcement de la protection légale augmente la demande potentielle pour les originaux et profite au producteur. Mais à travers le renforcement de la protection légale et l'augmentation du prix de l'original, même les acheteurs directs souffrent de ce renforcement.

Si le producteur pouvait déterminer directement la valeur de la copie $v_c(\alpha)$ indépendamment de l'original, il ferait un arbitrage entre l'incitation des utilisateurs de réseaux P2P à télécharger la copie (d'autant plus forte que la valeur de la copie est forte) et l'incitation des copieurs à acheter l'original pour éviter les comportements de “*free-riding*” des copieurs (incitation d'autant plus forte que la valeur de la copie est faible). Le producteur aurait alors intérêt à ne laisser un consommateur télécharger la copie qu'un nombre limité de fois, ou pendant une période limitée. C'est la stratégie adoptée par la société Altnet qui, rappelons le, permet aux utilisateurs de tester des fichiers pendant une durée limitée, au delà de laquelle ils n'ont plus accès aux copies et doivent décider s'ils achètent l'original, qui propose en plus des services supplémentaires (des informations sur l'artiste, des recommandations, *etc.*).

La principale différence par rapport à la technologie (“*information-push*” réside dans le fait qu'ici la protection légale par le copyright implique deux effets opposés sur les consommateurs : en réduisant le nombre de copieurs, une augmentation de ϕ réduit le nombre de copieurs qui dépensent des ressources dans la copie inutilement (ceux qui n'aiment pas la musique), mais également le nombre de copieurs qui deviennent des acheteurs potentiels.

La comparaison du profit avec la technologie “*information-push*” montre que lorsque l'original apporte très peu de valeur ajoutée par rapport à la copie (*i.e.* lorsque $\gamma(\alpha)$ tend vers 0), le producteur préfère la technologie “*information-pull*”, même pour un coût fixe de publicité / promotion K nul. Cela provient du fait qu'avec la technologie “*information-pull*”, la probabilité d'aimer la musique ρ ne joue que dans le choix des consommateurs entre copier et acheter directement le produit, tandis qu'avec la technologie “*information-push*”,

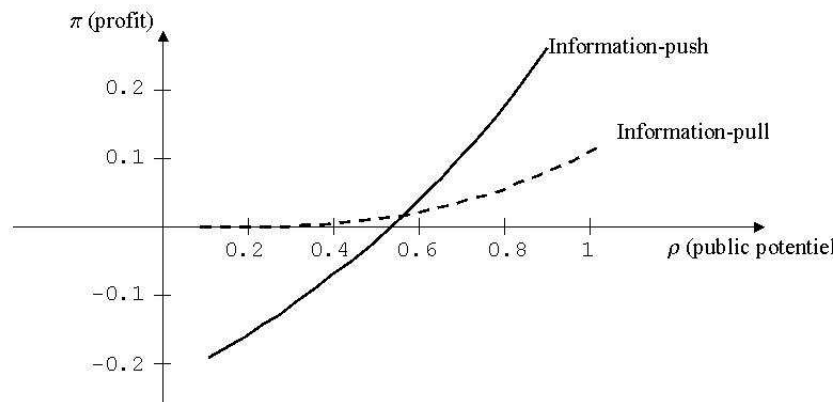
qui informe les consommateurs *ex ante* sur la musique, cette probabilité joue sur l'ensemble de la demande, qui est alors plus faible. Il est donc préférable pour le producteur d'un produit dont la version originale diffère très peu de la copie de laisser les consommateurs non informés sur la musique afin de les faire acheter directement le bien sans être informés au préalable.

Notons que lorsque le producteur ne se fonde que sur la copie pour attirer les consommateurs (et pas sur l'achat direct non informé), la protection légale ϕ nuit à l'ensemble des agents : les copieurs voient leur surplus diminuer et deviennent moins nombreux, ce qui diminue la demande potentielle pour les originaux et le profit du producteur. Par conséquent, si la protection légale était appliquée de façon différente selon les œuvres, il serait optimal de fixer $\phi = 0$ pour les œuvres distribuées sur la technologie "*information-pull*". Toutefois, le système légal actuel est uniforme quels que soient les produits, de sorte que les pouvoirs publics poursuivent en justice les individus pour copie illégale indépendamment du type d'œuvres copiées. En outre, les consommateurs peuvent ne pas savoir si l'œuvre qu'ils téléchargent est protégée ou non, de sorte qu'ils ignorent si leur comportement est effectivement illégal au moment de télécharger une copie. Cela conduit les consommateurs à prendre en compte une désutilité espérée de l'amende ϕ positive lorsqu'ils téléchargent des copies en ligne.

2.7 Application : impact de la protection légale sur les profits de l'industrie

Nous proposons ici un exemple paramétré de notre modèle dans le but d'étudier l'impact d'un renforcement de la protection légale sur les stratégies de distribution des firmes selon la taille potentielle de leur public (ρ), ainsi que sur les profits du secteur. Nous considérons la situation où les consommateurs ne sont pas informés sur le prix de l'original lorsque le produit est distribué à travers la technologie "*information-pull*" : ils ne deviennent informés sur les caractéristiques et sur le prix qu'une fois la copie téléchargée et testée.

Pour simplifier, nous supposons que $c(\alpha) = \frac{c\alpha^2}{2}$, $v_b(\alpha) = v$, et $v_c(\alpha) = v(1 - \alpha)$. Le

FIG. 2.1: Application avec $\phi = 0.15$

prix, le niveau de protection technologique et le profit optimaux sont les suivants, selon la technologie de distribution choisie :

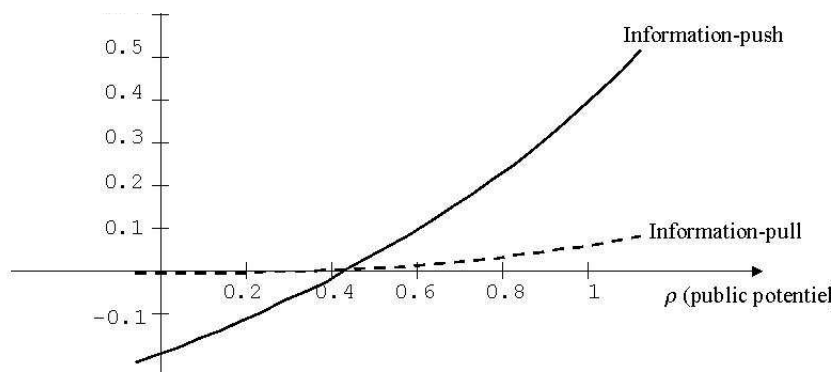
- Une firme qui distribue son produit par la technologie “*information-push*” fixe un prix $p_1^* = \frac{c(\phi+1)}{2c-v^2\rho}$, une protection technologique $\alpha_1^* = \frac{v\rho(\phi+1)}{2c-v^2\rho} \geq 0$, ce qui conduit à un profit $\pi_1^* = \frac{c\rho(\phi+1)^2}{4c-2v^2\rho}$
- Une firme qui distribue son produit par la technologie “*information-pull*” fixe un prix $p_2^* = \alpha^*v$, une protection technologique $\alpha^* = \frac{v\rho(v\rho-\phi)}{c+2v^2\rho^2}$, ce qui conduit à un profit $\pi_2^* = \frac{v^2\rho^2(v\rho-\phi)^2}{2(c+2v^2\rho^2)}$.

Nous fixons les paramètres à $v = 1$, $K = 0.45$, $c = 1$, et comparons deux contextes juridiques différents, selon que $\phi = 0.15$ ou $\phi = 0.30$.⁴¹ Chacune des deux figures suivantes correspond à un contexte. Le choix d’une firme entre les deux technologies de distribution repose sur le public potentiel pour sa musique ρ .

Dans les deux cas, la musique au public potentiel ρ faible n’est pas distribuée, la musique au public potentiel moyen est distribuée par la technologie “*information-pull*” (bien que la technologie “*information-push*” soit également profitable), et la musique grand public est distribuée par la technologie “*information-push*”.

Un accroissement de ϕ de 0.15 à 0.30 a plusieurs effets. La technologie “*information-*

⁴¹Notons que toutes les autres configurations possibles des paramètres nous ont donné les mêmes résultats qualitatifs.

FIG. 2.2: Application avec $\phi = 0.30$

push” devient profitable à plus de firmes, et plus de firmes préfèrent cette technologie à la technologie “*information-pull*”. Par ailleurs, la taille minimale du public potentiel requise pour que l’entrée (avec la technologie “*information-pull*”) soit profitable augmente. En conséquence, il y a moins de firmes viables dans l’industrie, qui choisissent la technologie “*information-push*” en plus grande proportion. L’impact global du renforcement de la protection légale sur l’ensemble de l’industrie dépend des types de musique produites par les firmes (*i.e.* de la distribution des ρ). Si l’industrie compte une grande proportion d’artistes ou de logiciels célèbres et renommés, un renforcement de la protection légale augmente les profits du secteur. Mais si il y a proportionnellement plus de “petits artistes”, ou de “petits logiciels”, les profits de l’industrie peuvent diminuer.

2.8 Discussion

La technologie “*information-pull*”, qui permet aux artistes de distribuer leurs produits sans avoir à supporter les coûts fixes de publicité / promotion, ouvre le marché à de nouveaux artistes et des petites maisons de disque. En effet, les producteurs au public potentiel faible (comme les artistes “niche” rejetés par les majors), ont la possibilité de télécharger leur produit en ligne afin de le mettre à disposition des utilisateurs de réseaux P2P en visant notamment les utilisateurs ayant un faible coût d’opportunité à passer du temps en

ligne. Les copies numériques procurent un moyen de tester ces produits aux utilisateurs, et un profit potentiel positif à ces artistes. À ce titre, les réseaux P2P peuvent accroître le nombre de produits proposés aux consommateurs. L'impact global d'un renforcement de la protection légale sur les profits de l'industrie et les incitations à introduire de nouveaux produits est donc ambigu. D'une part, les producteurs qui se distribuent par la technologie "*information-push*" voient leur perte liée à la présence de copie numériques sur les réseaux P2P diminuer. D'autre part, les producteurs et les consommateurs de musique ou de logiciels à petit public, qui bénéficient essentiellement de la technologie "*information-pull*" souffrent d'un renforcement de la protection légale. La loi sur le copyright ne devrait cependant pas être utilisée comme un outil de *foreclusion* à l'encontre des nouveaux produits.

Si certains producteurs (ceux qui utilisent la technologie "*information-push*") s'opposent à l'utilisation du P2P et soutiennent les poursuites judiciaires exercées par les pouvoirs publics à l'encontre des copieurs, d'autres (ceux qui utilisent la technologie "*information-pull*") contestent le renforcement récent de la protection légale. Toutefois cette division entre producteurs provient du fait que la politique de poursuites anti-piratage est actuellement appliquée de manière uniforme à l'ensemble des utilisateurs par les pouvoirs publics (le ϕ est le même quel que soit le producteur et la technologie de distribution utilisée). Si la protection légale pouvait être mise en œuvre "sur mesure", en fonction du type de produits téléchargés, les pouvoirs publics pourraient ne poursuivre que les copieurs d'œuvres distribuées à travers la technologie "*information-push*", et laisser les consommateurs copier librement les œuvres distribuées à travers la technologie "*information-pull*" lorsque l'achat direct non informé n'est pas possible. Une telle situation, qui correspond à l'absence totale de protection du copyright pour certaines œuvres, est cependant difficile à mettre en œuvre dans la mesure où un produit non protégé peut être très facilement plagié par des concurrents pour être ensuite revendu. Nous n'avons considéré dans ce chapitre que le piratage par les utilisateurs finaux, mais sans possibilité de revente ultérieure. Ne pas protéger un produit permettrait certes d'accroître la demande potentielle pour l'original en laissant les consommateurs télécharger la copie librement, mais cela renforcerait également la menace d'imitation et de "vol" par les concurrents.

Nous avons considéré que les consommateurs évaluent de la même manière le coût espéré de la copie, constitué en partie de l'amende en cas de poursuites judiciaires. La décision de copie est cependant une décision risquée, et les consommateurs pourraient ne pas adopter le même comportement face au risque de se faire prendre par les pouvoirs publics. Prendre en compte l'aversion au risque reviendrait à considérer une autre forme d'hétérogénéité des consommateurs que le coût d'opportunité à passer du temps en ligne à chercher et tester les copies numériques. Cette forme d'hétérogénéité pourrait être résumée de façon simplifiée dans le fait que télécharger une copie impliquerait un coût croissant avec le degré d'aversion au risque. Cette idée est illustrée dans le modèle par le paramètre s , coût d'opportunité des consommateurs à passer du temps en ligne. Introduire l'aversion au risque de manière plus précise dans l'utilité des copieurs conduirait à une proportion de copieurs plus faible, mais les résultats sur l'impact de la protection légale et le choix de distribution des producteurs demeureraient toutefois similaires.

Nous pouvons nous attendre à ce que l'accroissement du nombre de produits disponibles rende les consommateurs moins bien informés sur l'existence d'un produit particulier qui pourrait les intéresser. Nous pensons que les nouvelles technologies de distribution (que nous appelons "*information-pull*") peuvent ouvrir le marché à de nouveaux intermédiaires informationnels. Dans notre modèle, les deux technologies de distribution sont des modes inefficaces de transmission de l'information. D'une part, à travers le coût fixe de publicité / promotion, le producteur qui utilise la technologie "*information-push*" dépense des ressources inutiles pour informer des consommateurs qui ne sont pas intéressés par sa musique. D'autre part, en ce qui concerne la technologie "*information-pull*", certains utilisateurs du réseau P2P dépensent des ressources inutilement en téléchargeant des fichiers qu'ils découvrent ne pas aimer. Les intermédiaires informationnels pourraient réduire ces inefficacités informationnelles, à travers la promotion de certains nouveaux produits, et des recommandations à l'égard des consommateurs, avec pour cible les consommateurs ayant une forte disponibilité à acheter l'original (un tel système est déjà disponible sur Amazon.com et d'autres sites internet similaires). Certains des nouveaux modèles d'affaire sont basés sur des plate-formes croisées, c'est par exemple le cas de Kazaa, qui collabore avec des

maisons de disques pour leur permettre de toucher le grand public. Le rôle de publicitaire du P2P conduit les maisons de disques à devenir de simples distributeurs.

2.9 Conclusion

Notre modèle montre qu'un renforcement de la protection légale contre le piratage par les utilisateurs peut avoir un impact indirect négatif sur le bien-être social, lorsqu'une protection technologique coûteuse peut être parallèlement mise en place sur les originaux par les producteurs. Nous montrons que ce renforcement peut provoquer un déséquilibre entre le surplus des consommateurs et le profit des producteurs, en faveur des producteurs de musique grand public.

L'un des facteurs déterminants de l'impact d'un renforcement de la protection technologique est le degré de différenciation entre les originaux et les copies. Afin de maximiser les incitations à créer, les producteurs devraient améliorer la qualité des originaux, en offrant un certain nombre de produits et services accompagnant le produit en vente : un livret avec des paroles de chanson, des photos, ou un code d'accès à des forums de discussion en ligne, des *making-offs*, des offres spéciales (par exemple de la musique supplémentaire), des enregistrements live, des recommandations, *etc.* En particulier, la possibilité d'offrir une connexion internet avec un nom d'utilisateur et un mot de passe pour accéder à un site offrant des services additionnels aux acheteurs d'originaux illustre la possibilité de rendre les produits numériques rivaux et d'assimiler l'original à un bien privé.

2.10 Bibliographie

- Arrow, K. J. (1962), "Economic Welfare and the Allocation of Ressources for Invention", National Bureau of Economic Research, The Rate and Direction of Inventive Activity : Economic and Social Factors, Princeton : Princeton Universtiy Press.
- Bakos, Y., E. Brynjolfsson et D. Lichtman (1999), "Shared Information Goods", *Journal of Law and Economics*, 42(1) : 117-55.
- Belleflamme, P. (2002), "Pricing Information Goods in the Presence of Copying", *University of London Queen Mary Economics Working Paper*, 463.
- Besen, S., et S. N. Kirby (1989), "Private Copying, Appropriability, and Optimal Copying Royalties", *Journal of Law and Economics*, 32(1) : 255-80.
- Conner K.R., et R.P. Rumelt (1991), "Software Piracy - An Analysis of Protection Strategies", *Management Science*, 37(2) : 125-139.
- Domon K. et N. Yamazaki (2004), "Unauthorized file-sharing and the pricing of digital content", *Economics Letters*, 85 : 179-184.
- Eckersley, P. (2003), "The Economic Evaluation of Alternatives to Digital Copyright", *Mimeo*.
- Hahn, J.H. (2000), "Functional Quality Degradation of Software with Network Externalities", *Mimeo*.
- Holm, H.J. (2000), "The Computer Generation's Willingness to Pay for Originals when Pirates are Present - A CV Study", *Mimeo*.
- Hui, K.L., I.P.L. Png et Y. Cui (2001), "Piracy and the Legitimate Demand for Recorded Music", *Mimeo*.
- Hurt, R.M. et R.M. Schumchman (1966), "The Economic Rationale of Copyright", *The American Economic Review*, 56 : 421-432.
- Liebowitz, S. J. (1985), "Copying and indirect Appropriability : Photocopying of Journals", *Journal of Political Economy*, 93(5) : 945-57.
- Liebowitz, S.J. (2002), *Rethinking the Networked Economy*, Amacom Press.

- Liebowitz, S.J. (2004), "Pitfalls in Measuring the Impact of File-sharing", *Mimeo*.
- Novos I., et M. Waldman (1984), "The Effects of Increased Copyright Protection : An Analytic Approach", *Journal of Political Economy*, 92(2) : 236-46.
- Peitz, M. et P. Waelbroeck (2003a), "An Economist's Guide to the Technology, Law and Business of Digital Music Distribution", *Mimeo*.
- Peitz, M. et P. Waelbroeck (2003b), "Making Use of File-sharing Technologies in Music Distribution", *Mimeo*.
- Peitz, M. et P. Waelbroeck (2004), "The Effect of Internet Piracy on CD Sales : Cross-Section Evidence", CESifo Working Paper Series No. 1122.
- Samuelson, P. (2003), "DRM and, or, vs. the Law", *Communication of the ACM*, 46 : 41-45.
- Shy, O. et J.F. Thisse (1999), "A Strategic Approach to Software Protection", *Journal of Economics and Management Strategy*, 8(2) : 163-190.
- Takeyama, L.N. (1994), "The Welfare Implications of Unauthorized Reproduction of Intellectual Property in the Presence of Demand Network Externalities", *Journal of Industrial Economics*, 62(2) : 155-66.
- Takeyama, L.N. (2002), "Piracy, asymmetric information, and product quality revelation", *Mimeo*.
- Yoon, K. (2002), "The optimal level of copyright protection", *Information Economics and Policy*, Elsevier, vol. 14(3), pages 327-348.
- Zhang, M.X. (2002), "A Model of Welfare Analysis of Music Distribution", *Mimeo*, Sloan School of Management, MIT.
- "Digital Dilemma : Intellectual Property in the Information Age" , *National Academy of Sciences, Washington D.C.*, 2000.

2.11 Annexes

2.11.1 Démonstration du Lemme 2.1

- Lorsque α^* est telle que $\rho\gamma'(\alpha^*) - c'(\alpha^*) = 0$, la protection légale ϕ n'a pas d'influence sur la protection technologique optimale α^* . Donc $\frac{\partial\alpha^*}{\partial\phi} = 0$.
- Lorsque α^* est telle que $\frac{\rho}{2}[1 + \gamma(\alpha^*) + \phi]\gamma'(\alpha^*) - c'(\alpha^*) = 0$, appliquons le théorème des fonctions implicites à la fonction $\frac{\partial\pi}{\partial\alpha}(\alpha^*, \phi) = \frac{\rho}{2}[1 + \gamma(\alpha^*) + \phi]\gamma'(\alpha^*) - c'(\alpha^*) = 0$. Nous avons alors $\frac{\partial\alpha^*}{\partial\phi} = -\frac{\frac{\partial\pi}{\partial\phi}(\alpha^*, \phi)}{\frac{\partial^2\pi}{\partial\alpha^2}(\alpha^*, \phi)}$. Puisque α^* est un maximum, le dénominateur est négatif. De plus, $\frac{\partial\pi}{\partial\phi}(\alpha^*, \phi) = \frac{\rho\gamma'(\alpha^*)}{2} \geq 0$. Par conséquent, $\frac{\partial\alpha^*}{\partial\phi} \geq 0$.

2.11.2 Démonstration du Lemme 2.2

- Lorsque α^* est telle que $\rho\gamma'(\alpha^*) - c'(\alpha^*) = 0$ et $p^*(\alpha^*) = \gamma(\alpha^*) + \phi$, la demande reçue par le producteur est également $d = \rho$. Par conséquent : $\frac{\partial p^*}{\partial\phi} \geq 0$ et $\frac{\partial d}{\partial\phi}(p^*, \alpha^*) = 0$.
- Lorsque α^* est telle que $\frac{\rho}{2}[1 + \gamma(\alpha^*) + \phi]\gamma'(\alpha^*) - c'(\alpha^*) = 0$ et $p^*(\alpha) = \frac{1+\gamma(\alpha)+\phi}{2}$, la firme reçoit une demande $d = 1 - \hat{s}^*$. Nous avons $\hat{s}^* = p^*(\alpha^*) - \phi - \gamma(\alpha^*) = \frac{1-\phi-\gamma(\alpha^*)}{2}$, donc $\frac{d\hat{s}^*}{d\phi} = -\frac{1}{2}(1 + \gamma'(\alpha^*)\frac{\partial\alpha^*}{\partial\phi})$. Or $\gamma'(\alpha^*) \geq 0$ par hypothèse, et $\frac{\partial\alpha^*}{\partial\phi} \geq 0$ d'après le Lemme 2.1. Donc $\frac{d\hat{s}^*}{d\phi} \leq 0$, ce qui implique que $\frac{\partial D}{\partial\phi}(\alpha^*, p^*) \geq 0$. De plus, $\frac{\partial p^*}{\partial\phi} = \frac{1}{2}(1 + \gamma'(\alpha^*)\frac{\partial\alpha^*}{\partial\phi})$, donc $\frac{\partial p^*}{\partial\phi} \geq 0$ d'après un raisonnement similaire.

2.11.3 Démonstration de la Proposition 2.1

- (i) - Lorsque α^* est telle que $\rho\gamma'(\alpha^*) - c'(\alpha^*) = 0$ et $p^*(\alpha^*) = \gamma(\alpha^*) + \phi$, le producteur reçoit un profit $\pi^* = \rho[\gamma(\alpha^*) + \phi] - c(\alpha^*) - K$. D'après le théorème de l'enveloppe, nous avons alors $\frac{d\pi^*}{d\phi} = \rho \geq 0$.
- Lorsque α^* est telle que $\frac{\rho}{2}[1 + \gamma(\alpha^*) + \phi]\gamma'(\alpha^*) - c'(\alpha^*) = 0$ et $p^*(\alpha) = \frac{1+\gamma(\alpha)+\phi}{2}$, la firme reçoit un profit $\pi^* = \frac{\rho}{4}[1 + \gamma(\alpha^*) + \phi]^2 - c(\alpha^*) - K$. D'après le théorème de l'enveloppe, nous avons alors $\frac{d\pi^*}{d\phi} = \frac{\rho}{2}(1 + \phi + v\alpha^*) \geq 0$.
- (ii) - Les consommateurs qui continuent de copier après l'augmentation de ϕ voient leur utilité nette diminuer. En effet, à l'optimum du producteur, $u(0, 1) = v_c(\alpha^*) - s - \phi$. D'après le Lemme 2.1, $\frac{\partial\alpha^*}{\partial\phi} \geq 0$, et comme par ailleurs $v'_c(\alpha) \leq 0$, $\frac{du(0,1)}{d\phi} \leq 0$.
- Les consommateurs qui achètent toujours après l'augmentation de ϕ voient également leur

utilité diminuer. En effet, à l'optimum du producteur, $u(1,0) = v_b(\alpha^*) - p^*$. D'après le Lemme 2.2, $\frac{\partial p^*}{\partial \phi} \geq 0$, et comme par ailleurs $v'_b \leq 0$ et $\frac{\partial \alpha^*}{\partial \phi} \geq 0$ d'après le Lemme 2.1, $\frac{du(1,0)}{d\phi} \leq 0$.

- Les consommateurs qui passent de la copie à l'achat suite à l'augmentation de ϕ ont une perte de satisfaction. Considérons deux degrés de protection légale différents : $\phi_1 < \phi_2$. D'après le Lemme 2.2, $\hat{s}^*(\phi_1) > \hat{s}^*(\phi_2)$. La variation de surplus des consommateurs qui passent de la copie à l'original ont une variation de surplus donnée par : $\frac{\rho}{1} \int_{\hat{s}(\phi_2)}^{\hat{s}(\phi_1)} (v_b(\alpha^*(\phi_2)) - p^*(\phi_2) - v_c(\alpha^*(\phi_1)) + s + \phi_1) ds = \frac{\rho}{2} (\hat{s}^*(\phi_1) - \hat{s}^*(\phi_2)) (v_b(\alpha^*(\phi_2)) - v_b(\alpha^*(\phi_1)) + v_c(\alpha^*(\phi_2)) - v_c(\alpha^*(\phi_1)) + \phi_1 - \phi_2 + p^*(\phi_1) - p^*(\phi_2))$. Comme $\frac{dv_c}{d\phi}(\alpha)^* \leq 0$ et $\frac{\partial p^*}{\partial \phi} \geq 0$, la variation de surplus est négative.

2.11.4 Démonstration du lemme 2.3

2.11.4.1 Si les consommateurs n'observent pas le prix *ex ante*

- Si $\alpha \leq v_c^{-1}(\frac{\phi+1}{\rho})$, alors le profit s'écrit $\pi_1(p, \alpha) = \gamma(\alpha)\rho - c(\alpha)$. Nous en déduisons : $\frac{\partial \pi_1}{\partial \alpha} = \rho\gamma'(\alpha) - c'(\alpha)$.
- Si $v_c^{-1}(\frac{\phi+1}{\rho}) \leq \alpha \leq v_c^{-1}(\frac{\phi}{\rho})$, alors le profit s'écrit : $\pi_2 = \rho\gamma(\alpha)(\rho v_c(\alpha) - \phi) - c(\alpha)$. Nous en déduisons : $\frac{\partial \pi_2}{\partial \alpha} = \rho\gamma'(\alpha)(\rho v_c(\alpha) - \phi) + \rho^2\gamma(\alpha)v'_c(\alpha) - c'(\alpha)$.

Nous remarquons que $\frac{\partial \pi_1}{\partial \alpha}|_{\alpha=v_c^{-1}(\frac{\phi+1}{\rho})} \geq \frac{\partial \pi_2}{\partial \alpha}|_{\alpha=v_c^{-1}(\frac{\phi+1}{\rho})}$. Il y a trois cas possibles :

- si $\frac{\partial \pi_1}{\partial \alpha}|_{\alpha=v_c^{-1}(\frac{\phi+1}{\rho})} < 0$: le degré de protection optimal α^* est tel que $\frac{\partial \pi_1}{\partial \alpha}(\alpha^*) = 0 \Leftrightarrow \rho\gamma'(\alpha^*) - c'(\alpha^*) = 0$.⁴² Dans ce cas, $\frac{\partial \alpha^*}{\partial \phi} = 0$.
- si $\frac{\partial \pi_2}{\partial \alpha}|_{\alpha=v_c^{-1}(\frac{\phi+1}{\rho})} < 0 < \frac{\partial \pi_1}{\partial \alpha}|_{\alpha=v_c^{-1}(\frac{\phi+1}{\rho})}$: le degré de protection optimal α^* est tel que $\alpha^* = v_c^{-1}(\frac{\phi+1}{\rho})$. Dans ce cas, $\frac{\partial \alpha^*}{\partial \phi} = \frac{1}{\rho v'_c(\alpha^*)} \leq 0$.
- si $0 < \frac{\partial \pi_2}{\partial \alpha}|_{\alpha=v_c^{-1}(\frac{\phi+1}{\rho})}$: le degré de protection optimal α^* est tel que $\frac{\partial \pi_2}{\partial \alpha}(\alpha^*) = 0 \Leftrightarrow \rho\gamma'(\alpha^*)(\rho v_c(\alpha^*) - \phi) + \rho^2\gamma(\alpha^*)v'_c(\alpha^*) - c'(\alpha^*) = 0$.⁴³ D'après le théorème des fonctions implicites, $\frac{\partial \alpha^*}{\partial \phi} = -\frac{\frac{\partial^2 \pi_2}{\partial \alpha \partial \phi}(\alpha^*)}{\frac{\partial^2 \pi_2}{\partial \alpha^2}(\alpha^*)}$. Or $\frac{\partial^2 \pi_2}{\partial \alpha \partial \phi}(\alpha^*) = -\rho\gamma'(\alpha^*) \leq 0$, et $\frac{\partial^2 \pi_2}{\partial \alpha^2}(\alpha^*) \leq 0$ (puisque (α^*) est un maximum). Par conséquent, $\frac{\partial \alpha^*}{\partial \phi} \leq 0$.

⁴²La condition du second ordre est vérifiée d'après les hypothèses $\gamma''(\alpha) \leq 0$ et $c''(\alpha) \geq 0$.

⁴³Une condition suffisante pour que la condition du second ordre soit vérifiée est $\gamma(\alpha^*)v'_c(\alpha^*)\rho^2 - c''(\alpha^*) \leq 0$.

2.11.4.2 Si les consommateurs observent le prix *ex ante*

A l'optimum du producteur, les acheteurs directs sont exclus *ex post* si $p^* > \rho v_b(\alpha^*)$. Cela correspond à un degré de protection optimale α^*

- soit constant (0 dans le premier cas, ou $\bar{\alpha}$ dans le second cas), ce qui implique $\frac{d\alpha^*}{d\phi} = 0$,
- soit tel que $\frac{\partial \pi}{\partial \alpha} = \rho \gamma'(\alpha^*)[\rho v_c(\alpha^*) - \phi] + \rho^2 \gamma(\alpha^*) v'_c(\alpha^*) - c'(\alpha^*) = 0$. D'après le théorème des fonctions implicites, $\frac{d\alpha^*}{d\phi} = -\frac{\frac{\partial^2 \pi}{\partial \alpha \partial \phi}}{\frac{\partial^2 \pi}{\partial \alpha^2}}(\alpha^*)$. En d'autres termes, $\frac{d\alpha^*}{d\phi}$ est du signe de $-\rho \gamma'(\alpha^*)$, ce qui implique $\frac{d\alpha^*}{d\phi} \leq 0$.

A l'optimum du producteur, il y a des acheteurs directs *ex post* si $p^* \leq \rho v_b(\alpha^*)$. Cela correspond à un degré de protection optimale α^*

- soit nul, ce qui implique $\frac{d\alpha^*}{d\phi} = 0$,
- soit tel que $\gamma'(\alpha^*)[1 - 2\gamma(\alpha^*)(1 - \rho)^2 + \phi(1 - \rho)] - c'(\alpha^*) = 0$. D'après le théorème des fonctions implicites, $\frac{d\alpha^*}{d\phi}$ est du signe de $\gamma'(\alpha^*)(1 - \rho)$, ce qui implique $\frac{d\alpha^*}{d\phi} \geq 0$.
- soit tel que $\rho \gamma'(\alpha^*) \frac{1 + \rho \gamma(\alpha^*) + \phi}{2} - c'(\alpha^*) = 0$. D'après le théorème des fonctions implicites, $\frac{d\alpha^*}{d\phi}$ est du signe de $\rho \gamma'(\alpha^*)$, ce qui implique également $\frac{d\alpha^*}{d\phi} \geq 0$.

Donc lorsqu'il y a des acheteurs directs *ex post* et que ϕ augmente localement, les extrema locaux vérifient $\frac{d\alpha^*}{d\phi} \geq 0$.

2.11.5 Démonstration de la proposition 2.2

- (i) Que le producteur informe ou non les consommateurs sur le prix *ex ante*, si il n'y a pas d'achat direct non informé à l'optimum du producteur, alors d'après le théorème de l'enveloppe, $\frac{\partial \pi^*}{\partial \phi} = -\rho p^* \leq 0$.
- (ii) D'après le théorème de l'enveloppe, nous avons $\frac{\partial \pi^*}{\partial \phi} = p^*(1 - \rho) \geq 0$ lorsque $p^* \leq \gamma(\alpha^*)$, et $\frac{\partial \pi^*}{\partial \phi} = p^* \geq 0$ sinon.
- (iii) Considérons la proportion de consommateurs qui copient s_c . Lorsque les consommateurs ne sont pas informés sur le prix *ex ante*, cette proportion est égale à $\rho v_c(\alpha) - \phi$. En différenciant par rapport à ϕ , on obtient $\frac{ds_c}{d\phi} = \rho v'_c(\alpha) \frac{d\alpha}{d\phi} - 1 \leq 0$ d'après le lemme 2.3. Lorsque les consommateurs sont informés sur le prix *ex ante*, il y a plusieurs cas possibles selon l'optimum du producteur.
 - Dans le cas où il n'y a que des acheteurs indirects *ex post*, $s_c = \rho(v_b(\alpha) - p) - \phi$: si $p = \frac{\rho v_b(0) - \phi}{2\rho}$, alors $s_c = \frac{\rho v_b(0) - \phi}{2}$ donc $\frac{ds_c}{d\phi} \leq 0$; si $p = \gamma(\alpha)$, $s_c = \rho v_c(\alpha^*) - \phi$, et

$\frac{ds_c}{d\phi} = \rho v'_c(\alpha) \frac{d\alpha}{d\phi} - 1 \leq 0$ d'après le lemme 2.3.

- Dans le cas où il y a les deux types d'acheteurs *ex post* (directs et indirects), $s_c = p(1 - \rho) - \phi$: si $p = \frac{1+\phi(1-\rho)}{2(1-\rho)^2}$, alors $s_c = \frac{1-\phi(1-\rho)}{2(1-\rho)}$ donc $\frac{ds_c}{d\phi} \leq 0$; si $p = \gamma(\alpha)$, alors $s_c = \gamma(\alpha^*)(1 - \rho) - \phi$, ce qui conduit à $\frac{ds_c}{d\phi} = (1 - \rho)\gamma'(\alpha) \frac{d\alpha^*}{d\phi} - 1 \leq 0$ d'après le lemme 2.3; si enfin $p = \rho v_b(0)$, alors $\frac{ds_c}{d\phi} = -1 \leq 0$.
- Dans le cas où il n'y a que des acheteurs directs *ex post*, $s_c = p - \rho\gamma(\alpha) - \phi$: si $p = \frac{1+\phi+\rho\gamma(\alpha)}{2}$, alors $s_c = \frac{1-\phi-\rho\gamma(\alpha)}{2}$, donc $\frac{ds_c}{d\phi} = -\frac{\rho}{2}\gamma'(\alpha) \frac{d\alpha}{d\phi} - \frac{1}{2} \leq 0$ d'après le lemme 2.3; si en revanche $p = \rho v_b(\alpha)$, $s_c = \rho v_c(\alpha) - \phi$, donc $\frac{ds_c}{d\phi} = \rho v'_c(\alpha) \frac{d\alpha}{d\phi} - 1 \leq 0$ d'après le lemme 2.3;

Par conséquent, un renforcement de la protection légale réduit la proportion de copieurs, donc également la proportion de copieurs qui dépensent inutilement des ressources pour copier sans aimer le produit $(1 - \rho)s_c$.

- (iii) Les consommateurs qui passent de la copie à l'achat suite à un renforcement de la protection légale voient leur surplus diminuer puisque leur choix initial de copier leur procurait un surplus plus grand. Que les consommateurs soient informés ou non sur le prix *ex ante*, lorsque le producteur capte tout le supplément d'utilité entre la copie et l'achat ($p = \gamma(\alpha)$), le surplus des consommateurs est égal au surplus des copieurs, qui diminue suite à un renforcement de la protection légale. Lorsque les consommateurs sont informés sur le prix *ex ante*, l'utilité des consommateurs qui font un achat direct non informé est $u(0, 1) = \rho[v_b(\alpha) - p] - s - \phi$.

Donc à l'optimum du producteur, $\frac{du(0,1)}{d\phi} = \rho[v'_b(\alpha) \frac{d\alpha^*}{d\phi} - \frac{dp^*}{d\phi}] - 1$.

- Lorsque $p^* = \frac{1+\phi(1-\rho)}{2(1-\rho)^2}$ et $\alpha^* = 0$, $\frac{du(0,1)}{d\phi} = \rho[-\frac{1}{2(1-\rho)}] - 1 \leq 0$.
- Lorsque $p^* = \rho v_b(0)$ et $\alpha^* = 0$, $\frac{du(0,1)}{d\phi} = -1 \leq 0$.
- Lorsque $p^* = \gamma(\alpha^*)$, α est telle que $\frac{d\alpha^*}{d\phi} \geq 0$ d'après le lemme 2.3. Nous avons alors $\frac{du(0,1)}{d\phi} = \rho[v'_b(\alpha) \frac{d\alpha^*}{d\phi} - \gamma'(\alpha) \frac{d\alpha^*}{d\phi}] - 1 \leq 0$.
- Lorsque $p^*(\alpha^*) = \frac{1+\phi+\rho\gamma(\alpha^*)}{2}$, α^* est telle que $\frac{d\alpha^*}{d\phi} \geq 0$ d'après le lemme 2.3. Nous avons alors $\frac{du(0,1)}{d\phi} = \rho[v'_b(\alpha) \frac{d\alpha^*}{d\phi} - \frac{\rho\gamma'(\alpha)}{2} \frac{d\alpha^*}{d\phi}] - 1 \leq 0$.

En bref, cette utilité diminue lorsque ϕ augmente. Donc le surplus des consommateurs directs diminue suite à un renforcement de la protection légale.

2.12 Notations

α : degré de protection technologique ($0 \leq \alpha \leq 1$).

$c(\alpha)$: coût de mise en place de la protection technologique par le producteur.

ϕ : degré de protection légale ($0 \leq \phi$).

s : coût d'opportunité des consommateurs à passer du temps en ligne ($s \sim U[0, 1]$)

ρ : probabilité qu'un consommateur aime la musique.

$v_b(\alpha)$: satisfaction retirée de l'original ($v'_b(\alpha) \leq 0$).

$v_c(\alpha)$: satisfaction retirée de la copie ($v'_c(\alpha) \leq 0$).

$\gamma(\alpha) = v_b(\alpha) - v_c(\alpha)$: différentiel d'utilité entre l'original et la copie ($\gamma'(\alpha) \geq 0$).

$u(0, 0)$: utilité de ne rien faire.

$u(1, 0)$: utilité d'acheter l'original.

$u(0, 1)$: utilité de télécharger la copie.

$u(1, 1)$: utilité d'acheter l'original après avoir téléchargé la copie.

Chapitre 3

Enregistrer ou sélectionner ? Le mandat incertain de l'office des brevets dans l'innovation ¹

3.1 Introduction

Si l'office des brevets, souvent réduit à une simple chambre d'enregistrement, fait d'ordinaire l'objet de peu d'attention de la part des économistes, le récent débat autour des brevets accordés par l'office des brevets américain a soulevé des questions sur la validité de ses décisions d'accord ou de rejet, l'efficacité de son processus d'examen et ses conséquences économiques. Chargé de recevoir les demandes de brevets, l'office des brevets est supposé les examiner afin de déterminer si elles répondent ou non aux critères de brevetabilité. Aux États-Unis, une invention est brevetable si elle est utile, nouvelle, et non évidente au regard des innovations antérieures, brevetées ou non². Plus précisément, le critère de nouveauté requiert que l'invention n'ait pas été décrite ou utilisée dans le passé, *i.e.* qu'elle ne figure pas dans l'état actuel de la technique (c'est-à-dire dans l'ensemble des inventions déjà

¹Ce chapitre reprend un article co-écrit avec Bernard Caillaud.

²Le système européen des brevets exige pour sa part qu'une invention soit nouvelle, inventive, et qu'elle ait une application industrielle pour être brevetable.

existantes), tandis que le critère de non évidence requiert qu'elle se situe à une distance adéquate de l'état actuel de la technique³. À l'issue de son examen, une demande de brevet est rejetée si l'examineur est en mesure de prouver que l'invention ne répond pas à l'un des critères. Il s'agit la plupart du temps des critères de nouveauté et de non évidence, et c'est par exemple l'existence d'une antériorité (*i.e.* une invention similaire déjà existante) qui prouve la non brevetabilité de l'invention et justifie le rejet de la demande. L'office des brevets américain a récemment fait l'objet de nombreuses critiques au sujet de son processus d'examen et des brevets qu'il délivre à certains types d'inventions comme les logiciels et les *business methods*. Fondées sur les invalidations ultérieures de brevets par les tribunaux, ces critiques portent en particulier sur la "mauvaise" qualité des brevets accordés par les examinateurs, suspectés de délivrer des brevets qui ne satisfont pas toujours le critère de nouveauté ou de non évidence.

Quels sont les éléments à l'origine de cette situation dont se nourrissent les critiques? Le relâchement des standards de brevetabilité imputé à l'office des brevets américain est motivé par plusieurs arguments.

Comme le suggèrent Lemley et Shapiro (2004), les brevets sont devenus un marché très lucratif. Aux États-Unis, chaque année, les entreprises déposent plus de 350.000 demandes de brevets et dépensent plus de 5 milliards de dollars dans le but de les obtenir (Lemley [2001]). On observe une extension progressive du domaine du brevetable (Gallini [2002]) : aux États-Unis, au cours des vingt dernières années, une série de décisions juridiques a rendu certaines technologies brevetables alors qu'elles ne l'étaient pas auparavant, comme par exemple les organismes génétiquement modifiés, les logiciels, ou plus récemment les *business methods*⁴. Ces changements se sont accompagnés d'un accroissement du volume des demandes de brevets (passé d'environ 100.000 en 1985 à près de 300.000 en 2000), ainsi que du volume des brevets accordés (Allison et alii [2003]). En 1999, l'office des brevets

³Encaoua et alii (2003) soulignent la différence d'interprétation de ce critère entre les examinateurs -qui s'intéressent aux caractéristiques techniques de l'invention- et les économistes -qui prennent en compte le bénéfice et le coût sociaux de l'invention.

⁴Le procès Diamond vs. Chakrabarty (1980) pour les organismes génétiquement modifiés; le procès Diamond vs. Diehr (1981) pour les logiciels; le procès State Street et ATT vs. Excel (1998) pour les *business methods*.

américain a accordé 143.000 brevets sur 272.000 demandes, tandis qu'en 2000, il en a accordé 165.000 sur 293.000 demandes⁵.

Les statistiques montrent également que l'office des brevets américain est nettement moins sélectif que les offices européen et japonais. L'office américain a la particularité d'autoriser les "demandes de continuation" ("*continuation patent applications*"), dont le principe est de renouveler une demande déposée à une date antérieure et d'en revendiquer la date de dépôt. Les données annuelles de l'office américain comptabilisent ces demandes au même titre que les autres, bien qu'elles constituent en réalité le renouvellement de demandes déjà déposées et comptabilisées. En corrigeant les données par rapport aux demandes de continuation pour la période 1993-1998, Quillen et Webster (2001) estiment le "taux d'accord" (*i.e.* le volume des accords divisé par le volume des demandes) à au moins 85% aux États-Unis, tandis qu'il est inférieur à 67% en Europe et à 64% au Japon⁶.

Parallèlement, les litiges sur brevets, dont le volume a augmenté (Merz et Pace [1994] estiment cet accroissement à 50% dans les années 1980), conduisent souvent à des invalidations. D'après Allison et Lemley (1998), 46% des brevets contestés sont invalidés par les tribunaux aux États-Unis. Au cours d'un litige, un brevet peut être contesté par la partie adverse dans l'optique de gagner (ou annuler) le procès suite à une invalidation du brevet par le tribunal. Motivée par l'existence d'une antériorité dans l'état de l'art qui remet en cause la nouveauté ou la non-évidence de l'invention, la contestation d'un brevet peut donner lieu à une invalidation si le tribunal juge qu'au regard de cette antériorité l'invention devient évidente ou n'est plus nouvelle. L'invalidation remet donc en cause la décision d'accord *ex ante* de l'office des brevets, et traduit une erreur commise par les examinateurs. De ce point de vue, les invalidations de brevets par les tribunaux constituent une preuve de la baisse des standards de brevetabilité appliqués par les examinateurs, et par conséquent la baisse de qualité des brevets accordés par l'office.

⁵Notons que la création en 1982 d'une cour d'appel du circuit fédéral américaine (CAFC) est susceptible d'avoir contribué à la dégradation de la qualité des brevets à travers une baisse du standard de brevetabilité. En effet, la CAFC a invalidé plusieurs décisions de l'office des brevets en accordant des brevets qui avaient été rejetés par l'office pour manque de nouveauté auparavant.

⁶Entre 1993 et 1998, les demandes de continuation représentent 28,4% des demandes globales selon les auteurs.

De plus en plus nombreux, les brevets accordés sont par conséquent susceptibles d'être d'une qualité de plus en plus faible. Cette baisse de qualité suggère que les critères de nouveauté et de non évidence sont appliqués par l'office des brevets américain de manière de plus en plus laxiste. D'après Encaoua et *alii* (2003), cette tendance est renforcée par la création récente d'autres formes de droits de propriété intellectuelle, qui procurent une protection plus faible que le brevet mais dont les critères d'obtention sont encore moins sévères (par exemple le "US Semiconductor Chips Protection Act" de 1984).

Quelles sont les explications possibles de cette dégradation et de l'inefficacité du processus d'examen de l'office des brevets ? Si l'office des brevets n'a pas pour unique vocation la validation administrative et l'enregistrement des demandes de brevets et s'il joue avant tout un rôle de sélectionneur, les moyens insuffisants dont il dispose l'empêchent cependant d'assurer pleinement ce rôle. Face à chacune des demandes de brevets, les examinateurs de l'office sont censés confronter les standards de brevetabilité au prior art (*i.e.* aux inventions passées) du domaine technologique de l'invention⁷. En ce qui concerne des inventions comme les logiciels et les *business methods*, entrées seulement récemment dans le domaine du brevetable, l'état de la technique est constitué en grande partie d'inventions non brevetées. De fait, les examinateurs ont des difficultés à évaluer le prior art⁸, et se voient accusés de manque de rigueur quant à l'examen des inventions antérieures, brevetées et non brevetées. D'après Merges (1999), ce problème est loin d'être résolu, du fait de la croissance rapide du volume des demandes dans ces secteurs, qui ne laisse pas le temps au système des brevets de s'ajuster. On constate en effet que la part des verdicts rendus en deux ans (à compter de la date de dépôt de la demande) a chuté de 85% à 70% entre 1990 et 2000. En 2002, le temps moyen d'attente d'un demandeur de brevet avait dépassé 26 mois. Pendant cette période d'attente ("*patent pending*"), un examinateur ne consacre que 18 heures en moyenne à lire le dossier, rechercher et lire le prior art, le comparer au dossier, formuler des objections, étudier les réponses, rencontrer l'avocat et rendre son verdict (Lemley [2001]).

⁷Ce processus est appelé "patent prosecution". Il peut durer jusqu'à 3 ans -du fait de négociations entre l'examineur et le demandeur et coûter jusqu'à 100.000 \$ au demandeur, selon la technologie.

⁸D'après Cohen (1995), "Bon nombre de développements dans le domaine de la programmation ne sont pas publiés. Certains sont simplement incorporés dans les produits mis sur le marché; d'autres sont expliqués dans des manuels qui ne sont pas disponibles pour l'examineur".

Et malgré cet examen rapide, l'office des brevets compte actuellement 500.000 dossiers qui n'ont pas encore été examinés (Lemley et Shapiro [2004]). Il s'ensuit une sélection inefficace et un engorgement des dossiers.

En conséquence, le manque d'information des examinateurs peut donner lieu à des erreurs de jugement, potentiellement néfastes à la société. Ayant pour objectif l'incitation à innover, le système des brevets arbitre entre le bénéfice social de l'introduction sur le marché d'un nouveau produit ou d'une nouvelle technologie et les coûts sociaux qui résultent de son octroi. Outre la perte sèche statique qui résulte de la position de monopole conférée par le brevet à son détenteur, la détention d'un brevet peut donner lieu à des coûts sociaux indirects dans une perspective dynamique. Plus précisément, le brevet peut engendrer une duplication des coûts de R&D par les entreprises qui se font concurrence pour obtenir un brevet (dans une course au brevet). De plus, si le brevet fait l'objet d'un litige il implique des coûts de transaction entre les parties lors de la procédure juridique. Pour les technologies cumulatives ou séquentielles, où une invention se fonde sur la précédente, le brevet peut décourager les développements d'innovations brevetées en raison des coûts de licences qui devraient être versées aux détenteurs des brevets initiaux. Enfin, les brevets peuvent orienter la direction de la R&D en faveur de substituts aux inventions brevetées au détriment de compléments (Eswaran et Gallini [1996]). Si les brevets accordés par les examinateurs sont censés contribuer à une augmentation du surplus social malgré le coût qu'ils engendrent, les "mauvais" brevets peuvent cependant créer un déséquilibre et être la source d'un coût net pour la société. En effet, si l'invention protégée n'est pas réellement nouvelle (en particulier si son usage est déjà répandu chez d'autres entreprises), le bénéfice social du brevet est nul, et ne reste que la perte sèche issue du monopole. À ce titre, les "mauvais" brevets constituent un coût social sans contrepartie en termes d'innovation. En outre, l'éventualité où le brevet n'est pas contesté peut correspondre à une situation où les entrants potentiels, incapables d'assumer les coûts du litige qui permettrait son invalidation, sont dissuadés d'entrer et découragés d'innover. Lerner (1995) montre que la peur d'un litige peut décourager les petites entreprises de pénétrer là où des entreprises en place détiennent de nombreux brevets qui, lorsqu'ils sont "mauvais", bloquent donc l'introduction

d'alternatives socialement désirables.

Caillaud (2003) pointe le problème d'engorgement des dossiers reçus par l'office des brevets et son impact sur l'effectivité des critères de brevetabilité. Il suggère notamment que face à un processus d'examen superficiel dû à l'engorgement des dossiers, les entreprises soient encouragées à déposer des demandes peu fondées en misant sur l'attention moindre portée aux dossiers par les examinateurs. En effet, la délivrance de brevets de mauvaise qualité peut augmenter le volume des demandes : les "innovateurs" sont d'autant plus incités à déposer une demande qu'ils savent que leurs chances d'obtenir un brevet sont importantes. En conséquence, la charge de travail des examinateurs augmente, ce qui les contraint à effectuer un effort d'examen plus faible sur chaque demande, et à étudier les antériorités de manière moins approfondie, avec le risque de commettre des erreurs de jugement et d'accorder plus de "mauvais" brevets. Dans une revue de l'analyse économique des brevets de Hall (2003), on retrouve l'idée selon laquelle les erreurs de délivrance peuvent donner lieu à un cercle vicieux.

Notons que ce problème est imputable non seulement à l'inefficacité du processus d'examen de l'office des brevets, mais aussi au comportement stratégique des "innovateurs", qui anticipent les erreurs des examinateurs et demandent des brevets sur des inventions dont ils savent qu'elles ne répondent pas forcément aux critères de brevetabilité. Il est clair que les "innovateurs" sont a priori mieux informés que les examinateurs de la qualité de leurs demandes, qu'ils peuvent adopter un comportement opportuniste et exploiter ce problème d'asymétrie d'information renforcé par l'engorgement des demandes. Dans les secteurs économiques fondés sur la connaissance, où la protection de la propriété intellectuelle joue un rôle non négligeable (les changements légaux décrits précédemment lui confèrent de plus en plus d'importance), détenir un brevet constitue pour une entreprise un signal tenant lieu de rempart et de menace face à l'entrée de concurrents : il y a donc un intérêt stratégique à déposer un brevet, source potentielle de revenus, indépendamment de la qualité de l'invention protégée et de sa légitimité⁹.

⁹A travers le droit exclusif d'exploitation qu'il confère, le brevet permet en effet à son détenteur de bénéficier de revenus sur les licences qu'il octroie.

Dans ce modèle, nous cherchons à expliquer le problème de surcharge de demandes reçues par l'office des brevets et à analyser son impact sur l'activité de R&D. L'idée sous-jacente est similaire à celle qui apparaît dans Hall (2003) et Caillaud (2003) à propos du lien réciproque entre les stratégies de demande de brevets de la part des entreprises et l'engorgement des dossiers reçus par l'office des brevets. Nous considérons un secteur constitué de n entreprises qui possèdent chacune une innovation, dont la qualité est leur information privée. Ces entreprises peuvent décider de demander un brevet auprès de l'office ou de garder leur invention secrète. Le secret, bien qu'il n'offre pas les rentes potentielles du brevet (issues des licences), évite à une entreprise de divulguer son invention, au contraire d'une demande de brevet qui impose la révélation d'informations auxquelles les concurrents ont libre accès. La demande de brevet est coûteuse et fait l'objet d'un examen et d'une recherche de prior art. Un processus d'examen parfaitement efficace est supposé rejeter toutes les mauvaises demandes et n'accorder que des "bons" brevets. Il existe cependant des sources d'inefficacité de l'examen, qui résident essentiellement dans la surcharge de travail des examinateurs : comme ces derniers ne sont pas en mesure de couvrir toutes les antériorités d'une demande, ils peuvent laisser passer des innovations déjà existantes lors du processus de recherche et délivrer des brevets à des innovations qui ne sont pas réellement nouvelles. Si l'on considère que le nombre d'erreurs augmente avec la charge de travail de l'office, la décision de demande de brevet de la part d'une entreprise repose partiellement sur son anticipation du volume des demandes reçues par l'office. Nous montrons qu'il existe plusieurs équilibres possibles, qui diffèrent selon le nombre de "mauvaises" demandes déposées auprès de l'office des brevets. L'absence de coordination entre les entreprises, source d'équilibres multiples, montre les limites de réformes locales du processus de dépôt des dossiers et de leur impact sur les stratégies des entreprises. Les erreurs potentielles de la part de l'office des brevets ont certes une incidence sur le comportement de demande des "innovateurs", mais elles ont également un impact non négligeable sur leur activité de R&D. Nous étudions cet impact, et nous comparons les efforts de R&D (qui déterminent la qualité de l'innovation obtenue) selon le volume des demandes anticipé à l'équilibre. Enfin, nous analysons le processus d'examen de l'office des brevets en introduisant un effort spécifique d'examen qui influence

positivement la probabilité de trouver une antériorité sur une “mauvaise” demande. Après avoir spécifié l’objectif de l’office des brevets, nous déterminons quelle doit être sa politique optimale en termes de délivrance et de rejets. Notons que le modèle n’a pas pour objet les problèmes d’agence au sein de l’office des brevets et les mécanismes d’incitation des examinateurs. Il vise essentiellement à caractériser la politique optimale de l’office et l’impact de ses instruments sur les stratégies de R&D et de demande des entreprises.

3.2 Lien avec la littérature

Les analyses économiques du brevet, dont le principal objet était le lien entre brevets, innovation et concurrence, se sont longtemps placées une fois le brevet délivré, sans s’intéresser au mécanisme d’obtention du brevet, ni soulever la question de son invalidité potentielle. Néanmoins, suite aux observations d’erreurs de l’office des brevets et de dégradation de la qualité des brevets, le processus d’obtention d’un brevet et les imperfections des mécanismes de délivrance ont suscité l’intérêt des juristes, et plus récemment celui des économistes.

Un certain nombre d’études juridiques récentes s’intéressent à l’efficacité de l’office des brevets et la mise en œuvre des standards de brevetabilité. La plupart de ces articles adopte une approche normative et propose des réformes afin de limiter le problème d’engorgement que subit l’office des brevets américain.

Merges (1999) et Kesan (2002) proposent notamment de renforcer le degré de non évidence requis pour qu’une invention soit brevetable, en particulier pour les logiciels et *business methods*. Ils avancent également la solution d’une procédure de re-examen ex post, avec la possibilité pour un tiers de contester le brevet d’une invention donnée en apportant la preuve d’une antériorité. Un tel système, qui revient pour l’office des brevets à déléguer la recherche d’antériorité aux entreprises, a priori mieux informées sur le prior art, est selon eux beaucoup moins coûteux que le litige. Enfin Merges (1999) insiste sur les problèmes structurels de l’office des brevets, qui connaît de fréquents changements d’examineurs dont le mode de rémunération les incite à accorder des brevets et non à en rejeter.

A contre-courant des principaux travaux juridiques, Lemley (2000) suggère que le processus d'examen de l'office des brevets américain ne doit pas être amélioré. Selon l'auteur, il est socialement moins coûteux de laisser l'office commettre des erreurs de délivrance pour qu'elles soient éventuellement corrigées *ex post* lors d'un litige (dont les coûts sont supportés par les entreprises), plutôt que de modifier le processus d'examen des dossiers *ex ante* afin d'augmenter la qualité des brevets. De son point de vue, l'office des brevets est "rationnellement ignorant", dans la mesure où le coût d'améliorer la qualité des brevets dépasse largement le bénéfice associé en termes de réduction des coûts de litige, car la probabilité qu'un brevet fasse l'objet d'un procès est relativement faible.

Dans la majeure partie de la littérature économique sur les brevets, l'autorité qui accorde les brevets est considérée comme une simple chambre d'enregistrement. Le rôle des instances de brevets, et son impact sur l'activité de R&D a été très peu formalisé jusqu'ici, à l'exception de Langinier et Marcoul (2003). Dans leur article, ils s'intéressent au problème posé par le manque d'information des examinateurs concernant le prior art d'une demande. Leur modèle décrit une situation dans laquelle ni l'office des brevets, ni l'innovateur n'observe la qualité de l'innovation a priori (qui est soit "bonne", soit "mauvaise"). De plus, le domaine technologique de l'innovation peut être riche ou pauvre (comme c'est le cas des logiciels) en prior art. Dans un jeu séquentiel, l'innovateur peut effectuer un effort coûteux de recherche du prior art (qui lui fournit de l'information et un signal sur la qualité de son innovation), préalablement à sa décision de demande d'un brevet. Il peut ensuite décider du montant d'information qu'il révèle à l'office au moment de déposer sa demande. Il existe donc un problème d'aléa moral sur la recherche de prior art, ainsi qu'un problème d'antisélection sur le résultat de la recherche. Enfin, une fois la demande reçue, l'office des brevets effectue un effort coûteux pour rechercher des informations supplémentaires (l'effort de l'innovateur et celui de l'examineur sont complémentaires) avant de déterminer si l'invention est brevetable ou non. Les auteurs s'intéressent à l'alternative pour l'office des brevets, entre effectuer un effort identique sur toutes les demandes, et adapter son effort à chaque demande pour n'en examiner qu'une partie.

Il existe également deux articles qui modélisent le critère de "non évidence" (Hunt [1999])

et O'Donoghue [1998]). L'objet de ces articles est de déterminer le seuil optimal de "non évidence", afin de formuler des recommandations en termes de politiques d'accord et de rejet de la part de l'office des brevets. Dans ces articles, l'effort de R&D est déterminé par le degré de sévérité de ce standard. Obtenir un brevet permet à une entreprise d'occuper une position dominante sur le marché, jusqu'à ce qu'elle soit remplacée par une meilleure innovation protégée par un autre brevet. Le principe général du système des brevets est le suivant : le brevet procure une position de monopole qui crée des pertes sèches (effet statique), mais il encourage l'innovation car les entreprises sont incitées à obtenir ou garder une position dominante (effet dynamique).

Hunt (1999) propose un modèle d'innovation séquentielle avec un standard de brevetabilité (non évidence) variable. Il s'interroge sur l'impact du standard sur l'innovation. La qualité des innovation est exogène et stochastique, dans la mesure où le résultat de l'effort de R&D est incertain. À chaque période, seule l'innovation de meilleure qualité est profitable (et une meilleure innovation remplace la précédente). Le standard de non évidence requis pour qu'une invention soit brevetable détermine la proportion d'innovations qui peuvent être introduites sans dégrader le profit de l'entreprise en place. Une baisse du standard a deux effets : la probabilité d'obtenir un brevet est plus élevée, ce qui encourage la R&D (effet de court terme), mais une innovation sera remplacée plus vite, donc son profit potentiel est plus faible, ce qui décourage la R&D (effet de long terme). L'auteur montre que la fonction qui relie le taux d'arrivée des innovations au seuil de "non évidence" a une forme en U inversé, c'est-à-dire que l'effet de long terme domine l'effet de court terme lorsque le seuil est relativement faible. Cela implique l'existence d'un seuil optimal de "non évidence" qui maximise le taux d'innovation. En outre, diminuer le standard encourage davantage la R&D dans un secteur faiblement innovant, car il y a peu d'effet de remplacement, de sorte que l'effet de court terme (positif) domine l'effet de long terme (négatif). En d'autres termes, le seuil optimal de non évidence est d'autant plus élevé que le secteur est innovant.

O'Donoghue (1998) obtient une conclusion similaire, en endogénéisant la taille des innovations : un standard de brevetabilité plus sévère augmente la durée de vie effective d'un brevet (car il sera remplacé plus tard), ce qui incite les entreprises à obtenir des projets

très innovants, donc encourage la R&D.

Rappelons que nous ne cherchons pas ici à proposer des solutions pour rendre le système plus efficace, et des moyens d'améliorer le processus d'examen des brevets (par exemple à travers un mécanisme d'incitation des examinateurs)¹⁰. L'objectif du modèle est avant tout d'étudier l'impact des réformes du processus de dépôt sur les stratégies des entreprises et d'en montrer les limites potentielles.

3.3 Le Modèle

Nous considérons un secteur constitué de n entreprises dont l'activité de R&D peut déboucher sur des innovations et un office de brevets, autorité chargée de recevoir, examiner et éventuellement accorder les demandes de brevets déposées par les entreprises.

Types des entreprises

Une entreprise i peut être de deux types ($i \in \{0, 1\}$), selon le résultat de son activité de R&D. Si l'innovation découverte est de bonne qualité, *i.e.* si elle est réellement nouvelle par rapport à l'état de l'art et n'enfreint pas un brevet existant, nous désignons cette entreprise comme un "innovateur" (noté $i = 1$). En revanche, si l'innovation est de mauvaise qualité, *i.e.* si elle n'est pas nouvelle par rapport aux inventions antérieures, nous désignons l'entreprise comme un "imitateur" (noté $i = 0$). Cette terminologie explicite le fait que la qualité de l'innovation observée reflète l'effort de R&D dont elle résulte (une innovation de mauvaise qualité suggère que l'entreprise a effectué un effort de R&D relativement faible). En d'autres termes, nous interprétons la qualité de l'innovation au regard des critères de brevetabilité, en tant que caractéristique technique observable *ex ante*, et non pas comme sa valeur sociale, observable *ex post*.

Information privée de l'entreprise i , son type n'est pas observable par les autres acteurs. La probabilité a priori qu'une entreprise soit de type 1 est notée π et est connaissance

¹⁰Si les mécanismes d'incitation internes à l'office étaient efficaces, cela ne permettrait toutefois pas de résoudre l'inefficacité du processus de délivrance liée au volume des demandes. C'est cet aspect du problème que le modèle étudie.

publique. En d'autres mots, un projet de R&D a une probabilité π d'aboutir avec succès à une innovation de bonne qualité, et une probabilité $1 - \pi$ d'échouer.

Profits des entreprises

Qu'ils aient ou non un contenu innovant, les projets ont une valeur commerciale, une rentabilité associée au mode de protection juridique. En particulier, un brevet confère à son détenteur un droit exclusif d'exploitation, qui lui permet de vendre des licences aux autres entreprises, sources de revenus potentiels. Cela concerne les projets de bonne qualité, mais également les autres projets, comme par exemple les "*business methods*", dont l'apport innovant n'est pas toujours vérifié, mais qui offrent toutefois des ressources financières importantes une fois brevetées¹¹.

Une entreprise peut demander un brevet auprès de l'office des brevets : le profit du projet de type i est noté v_i si le brevet est accordé, et μ_i si la demande est rejetée. Une entreprise peut au contraire décider de garder son invention secrète et de ne pas déposer de demande de brevet : le profit est alors λ_i . Nous supposons que $\mu_i \leq \lambda_i \leq v_i$: l'entreprise retire un profit plus élevé du brevet, mais si le brevet a été refusé, les fuites d'information sur le projet suite au dépôt de la demande réduisent le profit en deçà de sa valeur en l'absence de demande (*i.e.* avec le secret). Considéré comme la forme de protection la plus forte, le brevet permet à son détenteur d'empêcher une autre entreprise de faire, utiliser ou vendre le produit ou le procédé protégé en l'absence de licence, même si cette entreprise a développé son projet de manière indépendante (*i.e.* sans imiter le brevet). Mais le dépôt d'une demande implique la révélation de toute l'information nécessaire pour réaliser l'invention, qui peut être exploitée librement et imitée par les autres entreprises si le brevet est refusé. Ne pas demander de brevet a l'avantage de maintenir cette information secrète aux yeux des autres entreprises, mais ne permet pas en revanche d'empêcher une autre entreprise de développer un projet similaire, ni de lui imposer une licence. Le profit issu du secret est donc plus élevé que si le brevet a été refusé, et plus faible que si le brevet a été accordé.

De plus, nous supposons qu'à configuration légale équivalente, une "innovation" est plus

¹¹Comme l'a démontré Amazon en avec les licences obtenues sur son brevet "1 click".

profitable qu'une "imitation" : $v_1 \geq v_0$, $\lambda_1 \geq \lambda_0$ et $\mu_1 \geq \mu_0$. En particulier, il est possible que $\lambda_0 = \mu_0 = 0$, *i.e.* la valeur commerciale d'un projet de mauvaise qualité ne se révèle que par la détention d'un brevet qui permet d'obtenir des licences. Notons qu'il existe des secteurs dans lesquels garder le secret n'est pas possible, parce que la commercialisation de l'innovation en révèle automatiquement le contenu. C'est par exemple le cas du secteur pharmaceutique et des biotechnologies. L'absence de brevet expose alors l'innovation à la menace d'une imitation, et le secret n'est alors pas plus profitable que le refus d'une demande de brevet : $\lambda_i = \mu_i$. Dans ce type de secteurs les "innovateurs" sont fortement enclins à demander des brevets, seul moyen pour eux d'engendrer des profits.

Processus de délivrance des brevets

Le dépôt d'une demande de brevet est coûteux pour le demandeur, qui paye un montant f auprès de l'office des brevets, quel que soit le résultat de l'examen.

L'office des brevets a pour rôle de recevoir et examiner les demandes de brevets faites par les entreprises. L'examen d'un projet consiste à découvrir si il existe une antériorité dans l'état de la technique. Le brevet n'est accordé que si l'invention se révèle nouvelle par rapport aux innovations antérieures. Le processus d'examen est imparfait, dans la mesure où les examinateurs ne disposent pas des moyens et du temps nécessaires pour couvrir l'ensemble des innovations antérieures dans tous les domaines lors de leur recherche. Il en résulte des erreurs de délivrance : des brevets peuvent être accordés à des inventions qui ne sont pas réellement nouvelles (de mauvaise qualité), ou refusés à des inventions nouvelles (de bonne qualité).

L'office des brevets fait face à deux situations possibles, selon son budget et sa capacité (en particulier le nombre d'examineurs qu'il peut embaucher). Si l'office des brevets n'a pas de contrainte budgétaire ou de capacité, il peut adapter ses ressources au volume des demandes qu'il reçoit en engageant des examinateurs supplémentaires lorsque le nombre de demandes augmente. Dans ce cas, la probabilité d'obtenir un brevet, indépendante du volume de demandes, est notée p_i pour le projet de type i . Toutefois, nous supposons qu'un projet de bonne qualité (qui est nouveau par rapport à l'état de la technique) se voit délivrer

un brevet avec une probabilité plus élevée qu'un projet de mauvaise qualité : $p_1 \geq p_0$.

Si il est en revanche limité par son budget ou sa capacité, alors l'office des brevets ne peut pas répondre à une hausse du volume de demandes en embauchant plus d'examineurs. Dans ce cas, le volume des demandes influence le processus d'examen dans la mesure où la charge de travail de chaque examinateur augmente avec le nombre de demandes : la qualité et l'efficacité de l'examen s'en trouve alors dégradée. Nous résumons l'impact du volume des demandes sur le processus d'examen dans la probabilité d'obtention d'un brevet, notée $p_i(j)$ pour le projet i , lorsque l'office reçoit j demandes.

Avant d'analyser la seconde situation, dans laquelle la surcharge de travail de l'office rend les stratégies de demande des entreprises dépendantes du volume des demandes, nous étudions la première situation en tant que point de référence. Toutes les démonstrations sont données en annexe.

3.4 Situation de référence : pas de contrainte de l'office

Nous supposons dans un premier temps que l'office des brevets n'est pas contraint par ses capacités ou son budget, de sorte qu'il peut embaucher autant d'examineurs que le volume des demandes le nécessite. Le détenteur d'un projet de type i a une probabilité p_i d'obtenir le brevet, avec $p_0 \leq p_1$. L'entreprise i préfère déposer une demande de brevet plutôt que garder son invention secrète si cela lui procure un profit espéré plus élevé, c'est-à-dire si

$$p_i v_i + (1 - p_i) \mu_i - f \geq \lambda_i \Leftrightarrow p_i \geq \frac{\lambda_i + f - \mu_i}{v_i - \mu_i}.$$

Notons $\rho_i \equiv \frac{\lambda_i + f - \mu_i}{v_i - \mu_i}$ la probabilité d'obtenir un brevet qui laisse l'entreprise i indifférente entre déposer ou non une demande. Se voir refuser une demande de brevet est l'issue la plus défavorable à l'entreprise i , dont le profit net est alors $(\mu_i - f)$. Elle gagne donc au plus $(v_i - f) - (\mu_i - f) = v_i - \mu_i$ à demander un brevet, et $\lambda_i - (\mu_i - f) = \lambda_i + f - \mu_i$ à garder le secret. La probabilité ρ_i reflète l'intérêt de garder le secret plutôt que demander un brevet, par rapport au profit minimal $\mu_i - f$. Par exemple, parce qu'un accroissement de λ_i (toutes choses égales par ailleurs) renforce l'intérêt du secret par rapport au brevet,

l'entreprise i demeure indifférente entre le secret et la demande de brevet à condition qu'en contrepartie la probabilité d'obtention du brevet augmente elle aussi. En bref, ρ_i mesure le profit relatif du secret (pour l'entreprise i). Notons que $\rho_i \leq 1$ si et seulement si $\lambda_i \leq v_i - f$, *i.e.* si une entreprise préfère toujours détenir un brevet plutôt que garder le secret.

Si le coût de dépôt d'une demande de brevet f est tel que $p_1 \geq \rho_1$ et $p_0 \leq \rho_0$, alors l'office des brevets ne reçoit que des demandes de bonne qualité : les "innovateurs" demandent un brevet tandis que les "imitateurs" gardent le secret¹². Libre de consacrer toutes les ressources nécessaires pour examiner de manière efficace chacune des demandes de brevets, l'office peut aisément mettre en place un coût de dépôt de demande qui ne sélectionne que les "bonnes" demandes (de type $i = 1$).

Nous considérons désormais le cas où l'office des brevets n'est pas en mesure d'effectuer un processus d'examen efficace de toutes les demandes qu'il reçoit. Nous étudions les conséquences de l'engorgement des dossiers et l'impact de sa politique de délivrance sur les stratégies des firmes.

3.5 Office contraint : nature et volume des demandes

Dans cette section, l'office des brevets est contraint par son budget ou par ses capacités, de sorte que le volume des demandes influence l'efficacité de son processus d'examen : plus la quantité de demandes à examiner est importante, plus il est probable que les examinateurs commettent des erreurs de jugement.

Un examinateur rejette une demande de brevet (ou certaines des revendications formulées dans la demande) si il juge l'invention (revendiquée comme telle) non brevetable au regard des critères de brevetabilité. Lorsque le rejet des revendications est fondé sur les critères de nouveauté ou de non évidence, l'examinateur doit citer les antériorités auxquelles il se réfère et spécifier les raisons du rejet. Si en revanche il ne découvre pas d'antériorité qui remette en cause la brevetabilité de la demande, l'examinateur accorde le brevet. Si il doit

¹²Notons que cela n'est possible que si $p_1 v_1 + (1 - p_1) \mu_1 - \lambda_1 \geq p_0 v_0 + (1 - p_0) \mu_0 - \lambda_0$, *i.e.* si le gain relatif de demander un brevet plutôt que garder le secret est plus élevé pour un innovateur que pour un imitateur.

justifier son approbation, cela consiste cependant à dire simplement que les revendications délimitent un champ qui n'empiète pas sur l'état antérieur de la technique¹³. En résumé, les examinateurs de l'office des brevets sont chargés de rechercher, rassembler et dresser l'ensemble des raisons pour lesquelles une demande doit être rejetée, en s'appuyant sur toutes les données concernant l'état de la technique dont ils disposent. Plus le volume des demandes est important, plus il leur est difficile de couvrir tout le champ des antériorités sur chaque dossier : à défaut de pouvoir prouver l'existence d'une antériorité qui justifierait un rejet, ils sont alors plus susceptibles d'accorder des brevets. La technologie de délibération de l'office est caractérisée par $p_i(j)$, probabilité qu'aucune preuve d'antériorité ne soit apportée pour une demande de type i ($i \in \{0, 1\}$) lorsque l'office reçoit j demandes de brevets. L'entreprise i reçoit donc un brevet avec une probabilité $p_i(j)$, fonction croissante de j : la probabilité de ne pas trouver de preuve d'antériorité diminue avec le nombre de projets à examiner. Nous supposons que pour un volume de demandes j donné, un projet de bonne qualité obtient un brevet avec une probabilité plus forte qu'une innovation de mauvaise qualité : $p_1(j) > p_0(j)$, $\forall j \in [1..n]$.

Toutes les entreprises prennent leur décision simultanément. Cela détermine le volume global des demandes reçues par l'office des brevets, ainsi que le volume de brevets accordés et le degré d'imperfection du processus d'examen.

Nous cherchons à caractériser la stratégie d'équilibre d'une entreprise qui n'observe que son propre type, qui détermine le volume des demandes à l'équilibre, ainsi que leur nature : bonne ou mauvaise.

3.5.1 Les différents équilibres possibles

Dans un premier temps, nous cherchons les équilibres en stratégies pures : la stratégie de l'entreprise i ($j \in \{0, 1\}$) est notée $s_i \in \{0, 1\}$, où $s_i = 1$ signifie que l'entreprise de type i demande un brevet, et $s_i = 0$ signifie qu'elle préfère le secret. La firme i prend le nombre k de demandes déposées par les $n - 1$ autres firmes à l'équilibre : ce nombre est

¹³Ce principe figure dans la description du processus de délivrance de l'office américain des brevets (www.uspto.org).

donc variable et dépend des stratégies des $n - 1$ autres firmes à l'équilibre. L'utilité espérée d'une entreprise i est donnée par :

$$U_i(s_i, s_{-i}) = (1 - s_i)\lambda_i + s_i[\mu_i + (v_i - \mu_i)E(p_i(k + 1)) - f].$$

L'entreprise i peut déposer une demande de brevet, ou bien garder son innovation secrète. Face à cette alternative, sa stratégie est déterminée par la probabilité espérée de voir accorder un brevet. Plus précisément, l'entreprise i décide de demander un brevet si, étant donnée la stratégie des autres entreprises, sa probabilité espérée de l'obtenir est telle que :

$$E(p_i(k + 1)) \geq \frac{\lambda_i + f - \mu_i}{v_i - \mu_i}.$$

Nous étudions les stratégies de demande d'équilibre des entreprises, en considérant uniquement les équilibres symétriques.

Nous restreignons l'analyse au cas où $p_1(1) \geq \rho_1$, de sorte qu'un "innovateur" (une entreprise de type $i = 1$) a toujours intérêt à demander un brevet quel que soit le volume des demandes. Sans pour autant modifier l'analyse des cas que nous traitons ici, cette restriction permet d'exclure des équilibres qui n'auraient pas de sens (i.e. qui ne pourraient pas correspondre à une politique de l'office), comme par exemple un équilibre où seuls les "imitateurs" déposent une demande. Nous proposons toutefois une analyse du cas général en annexe.¹⁴

Pour les "imitateurs", l'alternative dépend du volume des demandes reçues par l'office des brevets. Plus précisément, considérons une entreprise de type $i = 0$, qui prend sa décision en considérant la stratégie des $n - 1$ autres entreprises comme donnée. Outre les "innovateurs", si les imitateurs déposent également une demande, l'entreprise a une probabilité $p_0(n)$ d'obtenir un brevet. Cependant, si seuls les "innovateurs" demandent un brevet, la probabilité

¹⁴ Notons que le principe de délivrance de l'office des brevets, selon lequel un brevet doit être délivré en l'absence de preuve de non brevetabilité, suggère que les "bonnes" demandes (pour lesquelles il n'existe pas d'antériorité) obtiennent un brevet quel que soit le volume total des demandes : $p_1(k) = 1 \forall k$. Toutefois, il se peut que l'absence d'antériorité ne soit pas un critère suffisant pour la brevetabilité, dans la mesure où d'autres critères tels que l'utilité ou l'inventivité peuvent également intervenir. Nous étudions donc le cas général où $p_1(k) \leq 1$ et $p'_1(k) \geq 0$.

pour l'entreprise d'obtenir un brevet s'écrit : $H_0(\pi, n) = \sum_{k=0}^{n-1} C_{n-1}^k \pi^k (1-\pi)^{n-1-k} p_0(k+1)$. Notons que $H_0(\pi, n)$ est une fonction croissante de π ,¹⁵ avec $H_0(0, n) = p_0(1)$ et $H_0(1, n) = p_0(n)$.

Dans la proposition 3.1, nous caractérisons les différents équilibres possibles, ainsi que le volume et la nature des demandes qui s'ensuivent, selon la valeur du profit relatif du secret pour les "imitateurs" ρ_0 .

Proposition 3.1. Équilibres en stratégies pures

- Pour des valeurs élevées du profit relatif du secret pour un imitateur, telles que $\rho_0 > p_0(n)$, l'unique équilibre possible est un équilibre séparateur dans lequel seuls les "innovateurs" déposent une demande de brevet.
- Pour des valeurs faibles du profit relatif du secret pour un imitateur, telles que $\rho_0 < H_0(\pi, n)$, l'unique équilibre possible est un équilibre mélangeant dans lequel toutes les entreprises déposent une demande de brevet, indépendamment de la qualité de leur projet.
- Enfin, pour des valeurs intermédiaires du profit relatif du secret pour un imitateur, telles que $H_0(\pi, n) \leq \rho_0 \leq p_0(n)$, les deux équilibres (séparateur et mélangeant) co-existent.

Ces équilibres sont représentés sur la figure 3.1.

Démonstration 1.

Considérons le cas d'une entreprise i , qui prend la stratégie de demande des autres entreprises comme donnée.

- D'après l'hypothèse $\rho_1 \leq p_1(1)$, un "innovateur" préfère déposer une demande que garder son invention secrète. Par conséquent, les "innovateurs" demandent des brevets et un équilibre dans lequel toutes les entreprises gardent le secret ne peut exister.
- Supposons qu'au contraire les $n-1$ autres entreprises déposent une demande de brevet. Dans ce cas, le volume des demandes est maximal : $k = n - 1$. Si l'entreprise i demande un brevet, elle l'obtient alors avec une probabilité $p_i(n)$. Elle demande donc

¹⁵Cela est montré en annexe.

également un brevet si $p_i(n) \geq \rho_i$. Par conséquent, il existe un équilibre où toutes les entreprises déposent une demande (que nous appellerons équilibre mélangeant) si :

$$\rho_0 \leq p_0(n).$$

- Enfin, supposons que parmi les $n - 1$ autres entreprises, seuls les “innovateurs” demandent un brevet. Dans ce cas, si l'entreprise i demande un brevet, elle l'obtient avec la probabilité espérée suivante¹⁶ : $H_i(\pi, n) = \sum_{k=0}^{n-1} C_{n-1}^k \pi^k (1 - \pi)^{n-1-k} p_i(k + 1)$. Dans ces conditions, une entreprise de type $i = 0$ garde le secret si $H_0(\pi, n) \leq \rho_0$. Il existe donc un équilibre dans lequel seuls les “innovateurs” déposent une demande de brevet si : $\rho_0 \geq H_0(\pi, n)$.

L'intuition de la Proposition 3.1 est la suivante. Raisonons à π donné, *i.e.* pour une répartition donnée du secteur entre “innovateurs” et “imitateurs”. Lorsque les $n - 1$ autres entreprises déposent une demande, l'entreprise $i = 0$ dépose également une demande si sa probabilité d'obtenir un brevet $p_0(n)$ est suffisamment élevée par rapport au profit relatif du secret : $p_0(n) \geq \rho_0$ (cela conduit à un équilibre mélangeant). Ce n'est certes pas la qualité de son projet qui joue sur cette probabilité et l'incite à déposer une demande, mais le volume total des demandes, dont elle sait qu'il limite la probabilité qu'une antériorité soit trouvée par les examinateurs. En d'autres termes, c'est l'anticipation d'un processus d'examen inefficace dû au volume important des demandes qui, à travers une faible probabilité de voir leur demande rejetée, incite les imitateurs à demander un brevet malgré la mauvaise qualité de leur projet. En revanche, lorsque parmi les $n - 1$ autres entreprises, tous les imitateurs gardent le secret, l'entreprise $i = 0$ garde également le secret si sa probabilité d'obtenir un brevet est suffisamment faible par rapport au profit relatif du brevet : $\rho_0 \geq H_0(\pi, n)$ (cela conduit à un équilibre séparateur). Si les seules demandes correspondent à des projets de bonne qualité, les entreprises anticipent un processus d'examen efficace en raison du faible volume des demandes, de telle sorte que les projets de mauvaise qualité ont une probabilité d'être rejetés suffisamment élevée pour dissuader les “imitateurs” de déposer une demande.

Il est possible que le profit relatif du secret ρ_0 soit conjointement trop élevé pour qu'un

¹⁶ Rappelons qu'une entreprise j est un “innovateur” avec une probabilité π et un “imitateur” avec une probabilité $1 - \pi$.

imitateur désire déposer une demande lorsque les autres imitateurs gardent le secret et assez faible pour que lorsque les autres imitateurs déposent une demande, un imitateur le fasse également. Il existe donc des valeurs de f , le coût de dépôt d'une demande, pour lesquelles les deux équilibres (séparateur et mélangeant) sont possibles. Cette multiplicité d'équilibre suggère que les mesures prises localement par l'office des brevets pour n'attirer que les "bonnes" demandes (pour être dans l'équilibre séparateur) sont insuffisantes si elles ont pour unique instrument le coût de dépôt f . En effet, en raison de l'absence de coordination entre les entreprises, des deux équilibres, il n'est pas possible de savoir lequel va émerger. En d'autres termes, dans certaines situations, la politique de l'office des brevets n'a pas d'impact : il n'est pas en mesure d'établir un tarif qui lui permette d'influencer localement les stratégies de demande des entreprises à l'équilibre.

Analysons maintenant la proposition 3.1 à la lumière du type de l'industrie (*i.e.* de la proportion π d'"innovateurs") à ρ_0 donné. Pour un profit relatif du secret donné $\rho_0 \leq p_0(n)$, les stratégies d'équilibre diffèrent selon la proportion d'"innovateurs" π . Pour des faibles valeurs de π , la probabilité pour un imitateur d'obtenir un brevet lorsque seuls les "innovateurs" déposent une demande $H_0(\pi, n)$ est également faible (π est tel que $H_0(n, \pi) \leq \rho_0$). Dans ce cas, les deux équilibres (séparateur et mélangeant) co-existent. En revanche, pour des fortes valeurs de π , $H_0(\pi, n)$ est proche de $p_0(n)$ (π est tel que $H_0(n, \pi) \geq \rho_0$). Dans ce cas, toutes les entreprises demandent un brevet indépendamment de leur type (équilibre mélangeant).

La proportion d'"innovateurs" dans un secteur donné π peut s'interpréter comme une mesure de son avancement technologique. Cela nous permet d'inférer l'impact de l'avancement technologique d'un secteur sur le volume des demandes reçues par l'office des brevets.

Corollaire 3.1.

Pour un profit relatif du secret donné $\rho_0 \leq p_0(n)$, le volume des demandes reçues par l'office des brevets et la proportion de "mauvais" brevets accordés augmentent avec l'avancement technologique du secteur π : lorsque π est faible, $H_0(n, \pi) \leq \rho_0$ et l'équilibre séparateur est possible, tandis que lorsque π est élevé, $H_0(n, \pi) \geq \rho_0$ et l'unique équilibre possible est mélangeant.

En d'autres termes, plus le secteur est innovant, plus l'office des brevets est surchargé, comme c'est justement le cas dans le secteur des logiciels. À cet égard, l'office des brevets pourrait adapter sa politique aux caractéristiques du secteur concerné afin de limiter le volume de "mauvaises" demandes.

Néanmoins, les caractéristiques d'un secteur, notamment son degré d'avancement technologique, dépendent du comportement des entreprises et de leur activité de R&D. Nous pouvons donc penser que la répartition du secteur entre "bons" et "mauvais" projets, *i.e.* la proportion π des "innovateurs" est déterminée de manière endogène par les entreprises.

3.5.2 Extension de l'analyse aux stratégies mixtes

Supposons maintenant que parmi les $n - 1$ autres entreprises, tous les "innovateurs" demandent un brevet, et les imitateurs jouent en stratégies mixtes, *i.e.* déposent une demande avec une probabilité α , et gardent le secret avec une probabilité $1 - \alpha$ ($\alpha \in [0, 1]$). Il s'ensuit que parmi les $n - 1$ autres entreprises, outre les "innovateurs", une proportion α d'imitateurs dépose une demande de brevet. L'entreprise $i = 0$ obtient alors un brevet avec une probabilité

$$H_0(\pi, n, \alpha) = \sum_{k=0}^{n-1} C_{n-1}^k \pi^k (1 - \pi)^{n-1-k} \sum_{j=0}^{n-1-k} C_{n-1-k}^j \alpha^j (1 - \alpha)^{n-1-k-j} p_0(k + j + 1).$$

L'équilibre en stratégies mixtes est tel que les imitateurs déposent une demande avec une probabilité α^* , définie par $\rho_0 = H_0(\pi, n, \alpha^*)$ (qui laisse un imitateur indifférent entre déposer ou non une demande étant donnée la stratégie des autres entreprises).

La proposition 3.2 décrit les valeurs du profit relatif du secret pour un imitateur pour lesquelles un équilibre en stratégies mixtes est possible.

Proposition 3.2. Équilibre en stratégies mixtes

Pour des valeurs intermédiaires du profit relatif du secret pour un imitateur, telles que $H_0(\pi, n) \leq \rho_0 \leq p_0(n)$, il existe -en plus des équilibres séparateur et mélangeant- un équilibre en stratégies mixtes dans lequel les imitateurs déposent une demande avec une probabilité α^ et tous les "innovateurs" demandent un brevet.*

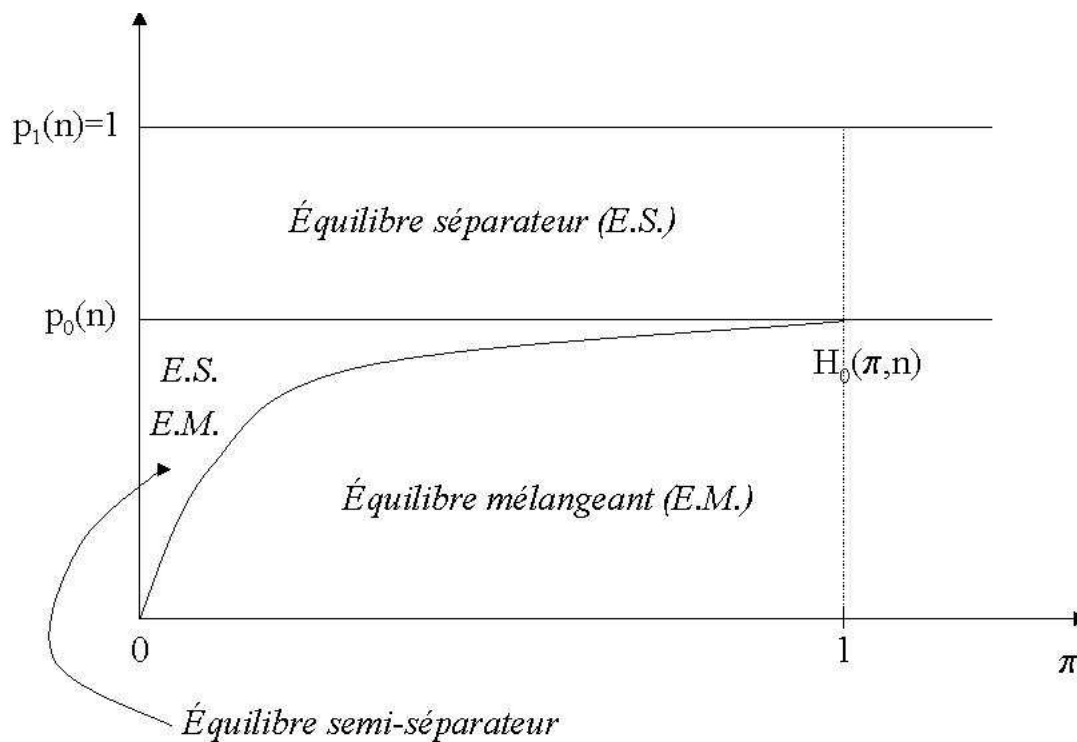


FIG. 3.1: Équilibres en stratégies pures et en stratégies mixtes

Cet équilibre est représenté sur la figure 3.1.

Démonstration 2.

La fonction $H_0(\pi, n, \alpha)$ est une fonction croissante de α ¹⁷, variant de $H_0(\pi, n) = \sum_{k=0}^{n-1} C_{n-1}^k \pi^k (1-\pi)^{n-1-k} p_0(k+1)$ à $p_0(n)$ lorsque α varie de 0 à 1.

3.5.3 Représentation graphique des équilibres

La figure 3.1 représente l'ensemble des équilibres, selon la proportion π d'“innovateurs” dans l'industrie (en abscisses). Le profit relatif du secret pour un imitateur ρ_0 peut prendre différentes valeurs possibles (en ordonnées).

¹⁷La démonstration est similaire à celle de la note 15.

3.6 Activité de R&D endogène

Afin d'analyser l'impact du processus d'examen de l'office des brevets sur l'activité de R&D et l'innovation, nous introduisons la possibilité pour les entreprises d'effectuer un effort de R&D dans le but d'innover et d'obtenir un projet de bonne qualité. À travers cet effort, les entreprises déterminent leur type ($i \in 0, 1$) et la qualité de leur projet.

Plus précisément, les n entreprises décident simultanément et indépendamment du montant de leur effort de R&D, et si elles déposent ou non une demande auprès de l'office des brevets. L'effort de R&D effectué par une entreprise lui procure un projet de bonne qualité (de type $i = 1$) avec une probabilité π , au coût $\gamma(\pi)$ croissant et convexe : $\gamma(\pi) = \frac{\gamma\pi^2}{2}$. Avec une probabilité $1 - \pi$, l'entreprise demeure capable de comprendre l'état de la technique et d'obtenir un projet potentiellement profitable commercialement, mais de mauvaise qualité (de type $i = 0$). L'effort de R&D et le résultat de cet effort (*i.e.* la qualité du projet qui en résulte) ne sont observables que par l'entreprise qui l'effectue. Nous étudions les équilibres symétriques globaux, caractérisés à la fois par un effort de R&D noté π^* et par un équilibre de continuation (dont les stratégies de demande sont définies dans la section précédente).

Avant tout, il est important de remarquer que le fait de dévier de l'équilibre π^* pour une entreprise (qui fournirait un effort de R&D $\pi \neq \pi^*$) ne modifie en rien sa stratégie de demande (qui reste sur le sentier d'équilibre), car cette déviation n'est de toute façon pas observée par les autres entreprises, qui continuent d'agir comme si l'entreprise ne déviait pas.

Rappelons que selon les valeurs de ρ_0 , deux équilibres de continuation sont possibles : l'équilibre séparateur, dans lequel seuls les "innovateurs" déposent une demande, est possible si $\rho_0 \geq H_0(\pi, n)$, et l'équilibre mélangeant dans lequel toutes les entreprises déposent une demande est possible si $p_0(n) \geq \rho_0$.

Le profit espéré d'un imitateur est λ_0 dans l'équilibre séparateur, et $p_0(n)v_0 + (1 - p_0(n))\mu_0 - f$ dans l'équilibre mélangeant, tandis que le profit d'un "innovateur" est $v_1 - f$ quel que soit l'équilibre.

Si une entreprise anticipe l'équilibre séparateur, elle sait qu'elle ne demandera un brevet que si son effort débouche sur un projet de bonne qualité. Elle détermine l'effort de R&D

qui maximise son gain espéré :

$$\max_{\pi} \pi(v_1 - f) + (1 - \pi)\lambda_0 - \frac{\gamma\pi^2}{2},$$

ce qui conduit à un effort optimal de R&D $\pi_S^* = \frac{1}{\gamma}[v_1 - f - \lambda_0]$. Par hypothèse, $v_1 - f \geq \lambda_1 \geq \lambda_0$, donc $\pi_S^* \geq 0$.¹⁸

Si en revanche l'entreprise anticipe l'équilibre mélangeant, elle sait qu'elle demandera un brevet quel que soit le résultat de son effort. Elle détermine l'effort de R&D qui maximise son gain espéré :

$$\max_{\pi} \pi[v_1 - f] + (1 - \pi)[p_0(n)v_0 + (1 - p_0(n))\mu_0 - f] - \frac{\gamma\pi^2}{2},$$

ce qui conduit à un effort optimal de R&D $\pi_P^* = \frac{1}{\gamma}[v_1 - v_0 + (1 - p_0(n))(v_0 - \mu_0)]$. Par hypothèse, $v_1 \geq v_0 \geq \mu_0$, donc cet effort est positif. Notons qu'un cas extrême de cet équilibre correspond à l'absence totale d'un système d'examen des brevets : dans ce cas $p_0(n) = 1$, *i.e.* les entreprises sont certaines d'obtenir un brevet, et effectuent donc un effort de R&D $\pi = \frac{1}{\gamma}(v_1 - v_0)$.

Dans la Proposition 3.3, nous caractérisons les efforts de R&D effectués par les entreprises ainsi que les stratégies de demande qui s'ensuivent à l'équilibre, selon la valeur du profit relatif du secret pour les imitateurs ρ_0 .

Proposition 3.3. Efforts de R&D d'équilibres en stratégies pures

- Si le profit relatif du secret est élevé, tel que $\rho_0 > p_0(n)$, il existe un seul équilibre possible : l'équilibre séparateur, caractérisé par un effort de R&D π_S^* où seuls les "innovateurs" déposent une demande.
- Si le profit relatif du secret est faible, tel que $H_0(\pi_S^*, n) > \rho_0$, il existe un seul équilibre possible : l'équilibre mélangeant, caractérisé par un effort de R&D π_P^* où toutes les entreprises déposent une demande.
- Enfin, si le profit relatif du secret est tel que $H_0(\pi_S^*, n) \leq \rho_0 \leq p_0(n)$, il existe deux

¹⁸De plus, $\pi_S^* \leq 1$ si et seulement si le coût de dépôt d'une demande f est tel que $f \geq v_1 - \lambda_0 - \gamma$.

équilibres possibles : l'équilibre séparable caractérisé par un effort de R&D π_S^* , et l'équilibre mélangeant caractérisé par un effort de R&D π_P^* .

Démonstration 3.

- Si $\rho_0 \leq p_0(n)$, les deux équilibres de continuation sont possibles :
 - Si l'entreprise anticipe l'équilibre séparable, elle fournit l'effort optimal $\pi_S^* = \frac{1}{\gamma}[v_1 - f - \lambda_0]$. Mais si $H_0(\pi_S^*, n) > \rho_0$, il y a une contradiction, car l'équilibre séparable n'est plus possible. Si en revanche $H_0(\pi_S^*, n) \leq \rho_0$, les entreprises fournissent toutes l'effort de R&D $\pi = \pi_S^*$, et seules celles qui obtiennent un projet de bonne qualité ($i = 1$) demandent un brevet.
 - Si l'entreprise anticipe l'équilibre mélangeant, elle fournit l'effort optimal $\pi_P^* = \frac{1}{\gamma}[v_1 - v_0 + (1 - p_0(n))(v_0 - \mu_0)]$.
- Si au contraire $\rho > p_0(n)$, alors l'unique équilibre possible est l'équilibre séparable. Anticipant cela, les entreprises fournissent l'effort optimal de R&D $\pi_S^* = \frac{1}{\gamma}[v_1 - f - \lambda_0]$, et seuls les "innovateurs" déposent une demande.

Nous remarquons que lorsque les deux équilibres co-existent, le profit des entreprises dans l'équilibre mélangeant est plus élevé que leur profit dans l'équilibre séparable. Toutefois, du fait de l'absence de coordination, l'équilibre séparable peut également émerger.

Il est possible que les imitateurs n'adoptent pas tous la même stratégie de demande, et que seule une fraction d'entre eux dépose une demande de brevet. Dans la proposition 3.4, nous caractérisons l'effort de R&D dans l'équilibre en stratégies mixtes :

Proposition 3.4. Effort de R&D d'équilibre en stratégie mixte

Si le profit relatif du secret est tel que $H_0(\pi_S^, n) \leq \rho_0 \leq p_0(n)$, il existe également un équilibre en stratégies mixtes, caractérisé par un même effort de R&D π_S^* que dans l'équilibre séparable, mais où les imitateurs déposent une demande avec une probabilité α^* et tous les "innovateurs" demandent un brevet (avec $H_0(\pi_S^*, n, \alpha^*) = \rho_0$).*

Démonstration 4.

L'équilibre en stratégies mixtes est tel qu'un "imitateur" est indifférent entre demander

ou non un brevet : $H_0(\pi_S^*, n, \alpha^*) = \rho_0$. l'objectif d'une entreprise alors est le suivant : $\max_{\pi} \pi(v_1 - f) + (1 - \pi)\lambda_0 - \frac{\gamma\pi^2}{2}$, ce qui conduit à un effort de R&D $\pi = \pi_S^*$.

Les propositions 3.3 et 3.4 permet d'inférer plusieurs résultats de statique comparative.

En premier lieu, le corollaire 3.2 compare les efforts de R&D d'équilibre, lorsque les deux équilibres sont possibles.

Corollaire 3.2.

Lorsque $H_0(\pi_S^, n) \leq \rho_0 \leq p_0(n)$, les deux équilibres de continuation en stratégies pures et l'équilibre en stratégies mixtes co-existent, et les efforts de R&D sont tels que $\pi_P^* < \pi_S^*$.*

Ce résultat provient du fait que $\pi_S^* - \pi_P^* = \frac{1}{\gamma}(p_0(n) - \rho_0)(v_0 - \mu_0)$, ce qui implique que lorsque $\rho_0 \leq p_0(n)$, $\pi_P^* < \pi_S^*$. La perspective d'une demande de brevet quel que soit le résultat de l'activité en R&D réduit l'effort fourni par les entreprises par rapport à la situation où seules celles qui obtiennent un projet de bonne qualité déposent une demande. Cela s'explique par le fait que lorsque le profit relatif du secret est tel que $\rho_0 \leq p_0(n)$, le profit d'un imitateur est plus élevé dans l'équilibre mélangeant ($p_0(n)v_0 + (1 - p_0(n))\mu_0 - f$) que dans l'équilibre séparateur (λ_0). Par conséquent une entreprise est plus incitée à être un imitateur dans l'équilibre mélangeant, de telle sorte qu'elle fournit un moindre effort de R&D. *En résumé, lorsque $H_0(\pi_S^*, n) \leq \rho_0 \leq p_0(n)$, deux équilibres co-existent : un équilibre caractérisé par un faible niveau de R&D et un volume élevé de demandes (équilibre mélangeant), et un équilibre caractérisé par un niveau élevé de R&D et un faible volume de demandes (équilibre séparateur).*

Cela met en évidence l'impact négatif de l'engorgement de l'office des brevets sur l'activité de R&D. Lorsque l'office des brevets est submergé de dossiers, la probabilité d'obtenir un brevet sur un projet de mauvaise qualité augmente. Moins incitées à obtenir un projet de bonne qualité, les entreprises réduisent leur effort de R&D. En conséquence, la proportion de brevets accordés augmente et la qualité moyenne des innovations (*i.e.* la proportion d'"innovateurs" dans le secteur) diminue.

En second lieu, le corollaire 3.3 compare le nombre espéré des brevets accordés dans chaque équilibre lorsque les deux équilibres co-existent. L'office des brevets accorde $n\pi_S^*$

brevets dans l'équilibre séparateur, et $n\pi_P^* + n(1 - \pi_P^*)p_0(n)$ brevets dans l'équilibre mélangeant (en espérance). La comparaison indique comment évolue le nombre de brevet accordés lorsque l'on passe de l'équilibre séparateur à l'équilibre mélangeant, *i.e.* lorsque l'effort de R&D diminue et le nombre de demandes augmente.

Corollaire 3.3.

Lorsque les deux équilibres coexistent, une baisse de l'effort de R&D et une hausse du nombre de demandes entraîne une hausse du nombre de brevets accordés

- *si la R&D est très coûteuse, i.e. si $\gamma \geq v_0 - \mu_0 + v_1 - \mu_0$,*
- *ou pour des valeurs très faibles et très élevées de $p_0(n)$.*

En effet, lorsque $p_0(n)$ est très élevé (*i.e.* n est grand ou l'office des brevets est peu sévère), dans l'équilibre mélangeant il y a beaucoup d'imitateurs, et ces imitateurs, qui demandent tous un brevet, l'obtiennent avec une forte probabilité. Donc le nombre espéré de brevets délivrés est plus élevé que dans l'équilibre séparateur. Par ailleurs, lorsque la R&D est très coûteuse, ou lorsque $p_0(n)$ est très faible (*i.e.* n est faible ou l'office des brevets est très sévère), il y a presque autant d'"innovateurs" dans l'équilibre mélangeant que dans l'équilibre séparateur, et parallèlement il y a des imitateurs qui obtiennent un brevet dans l'équilibre mélangeant. Donc le nombre espéré de brevets délivrés est plus élevé que dans l'équilibre séparateur. Par conséquent, une baisse de l'activité de R&D peut entraîner une hausse du nombre de brevets accordés, par exemple dans un secteur où il y a un très grand nombre d'entreprises.

En troisième lieu, la proposition 3.3 permet d'étudier l'impact du coût de dépôt d'une demande f sur les stratégies de demande à l'équilibre et les efforts de R&D qui s'ensuivent.

Supposons que l'office des brevets a pour objectif d'exclure les mauvaises demandes et s'assurer de ne recevoir que des demandes de bonne qualité. Il lui suffit dans ce cas de fixer le coût de dépôt f de sorte que seuls les "innovateurs" déposent une demande (pour que le seul équilibre possible soit séparateur). Rappelons que de toute façon la contrainte $\rho_1 \leq p_1(1)$ doit être respectée pour assurer que les "innovateurs" déposent une demande et que les entreprises anticipent au moins l'un des deux équilibres de continuation. Il suffit donc à l'office de fixer f tel que $\rho_1 \leq p_1(1)$ et $\rho_0 > p_0(n)$, *i.e.* tel que $v_0 - \lambda_0 - (1 - p_0(n))(v_0 - \mu_0) \leq$

$$f \leq v_1 - \lambda_1.$$

Si l'office des brevets peut utiliser le coût de dépôt dans le but de réduire sa charge de travail, décourager *ex ante* les mauvaises demandes peut cependant ne pas être un objectif en soi dans la mesure où le coût de dépôt a également un impact sur le taux d'innovation.

Le corollaire 3.4 décrit l'impact du coût de dépôt sur les efforts de R&D.

Corollaire 3.4.

Un accroissement du coût de dépôt f a un impact négatif sur l'effort π_S^ et un impact nul sur l'effort π_P^* .*

En effet, $\frac{\partial \pi_S^*}{\partial f} = -\frac{1}{\gamma}$, tandis que $\frac{\partial \pi_P^*}{\partial f} = 0$, car dans l'équilibre mélangeant l'entreprise sait qu'elle dépensera ce coût f indépendamment du résultat de son effort en R&D.

Comme nous l'avons vu, si l'office fixe f tel que $\rho_0 > p_0(n)$ (et $\rho_1 \leq p_1(1)$), il est assuré de ne recevoir que les demandes de bonne qualité. Néanmoins, l'effort de R&D dans ce cas est inférieur aux deux efforts d'équilibre lorsque $\rho_0 \leq p_0(n)$. En effet, π_S^* est une fonction décroissante de f , telle que $\pi_S^* \geq \pi_P^*$ si $\rho_0 \leq p_0(n)$, et $\pi_S^* \leq \pi_P^*$ sinon. Le montant f qui permet d'encourager la R&D doit donc être tel que $H_0(\pi_S^*, n) \leq \rho_0 \leq p_0(n)$. Il doit en particulier être le plus petit possible car l'effort π_S^* décroît avec f , et l'effort π_P^* est constant. Toutefois, dans ce cas les deux équilibres (séparateur et mélangeant) sont possibles, ce qui suggère que le coût de dépôt d'une demande f n'est pas un instrument suffisant pour assurer l'effort de R&D maximal (qui correspond à π_S^* dans ce cas), et ne permet pas à l'office des brevets de distinguer les deux équilibres. L'absence de coordination entre les entreprises rend impossible la distinction entre les deux équilibres et empêche l'office de sélectionner uniquement les "bonnes" demandes. L'existence d'équilibres multiples, dus à l'absence de coordination, implique qu'une politique de changement du coût de dépôt ne permet pas régler le problème d'engorgement des dossiers de l'office des brevets ni d'incitation à l'innovation.

Ce résultat suggère que le coût de dépôt d'une demande de brevet n'est pas un instrument suffisant pour orienter les stratégies de demande des entreprises et contrôler le volume des dossiers reçus par l'office. En d'autres termes, modifier ce coût à la marge ne résout pas le problème d'engorgement des dossiers. Néanmoins, la politique d'examen de l'office

ne se résume pas nécessairement à ce coût, supporté par les entreprises avant que l'office entame sa procédure d'examen. L'office peut également contrôler le cours de cette procédure : dans la section suivante, nous endogénéisons le processus d'examen et de délivrance afin de déterminer impact sur le volume des demandes.

3.7 Processus d'examen endogène

Dans cette section, nous étudions de plus près le rôle de l'office des brevets, en modélisant le fonctionnement de son processus d'examen.

Si le volume des demandes exerce une externalité positive sur la probabilité d'accord d'un brevet ($p_i(n)$ est croissante en n), c'est plus précisément à travers son impact sur l'effort consacré par les examinateurs à chaque dossier. Dans cette section, nous modélisons l'externalité du volume des demandes sur la probabilité de découverte d'antériorité en introduisant un effort explicite d'examen par dossier. Cet effort consiste essentiellement à étudier le dossier et rechercher une preuve d'antériorité dans l'état de la technique : une hausse de cet effort augmente la probabilité de trouver une telle preuve et réduit donc la probabilité d'accord. L'effort global implique toutefois un coût pour l'office des brevets (si par exemple il engage un examinateur par tranche de N demandes anticipées, le coût global est donné par le nombre total d'examineurs employés).

Le processus d'instruction des brevets se fait en deux temps.

En premier lieu, l'office des brevets annonce le coût de dépôt d'une demande f . Conjointement au coût de dépôt d'une demande, l'office des brevets annonce la probabilité q d'obtenir un brevet lorsqu'aucune antériorité n'a été trouvée. Cette probabilité reflète des critères (autres que l'état de la technique) qui interviennent dans le choix de délivrance d'un brevet : si la preuve d'une antériorité est réhabilitaire, l'absence de preuve peut toutefois être insuffisante pour obtenir un brevet, dans la mesure où des aspects tels que l'utilité ou l'innovativité sont également des critères de brevetabilité. La probabilité $1 - q$ (qu'une demande soit rejetée en l'absence de preuve d'antériorité) peut illustrer le degré de sévérité de l'office quant à ces critères.

L'office des brevets a pour fonction de délivrer ou refuser des brevets dont le rôle est d'encourager les innovations socialement bénéfiques. À ce titre, nous supposons que son objectif consiste à maximiser la valeur sociale espérée des innovations. Encourager l'innovation a cependant pour contrepartie le coût social associé à la délivrance de brevets qui confèrent une position de monopole à leur détenteur. Nous mesurons ce coût social au nombre de brevets délivrés¹⁹. En outre, l'office des brevets doit tenir compte du coût global du processus d'examen dans son objectif. En résumé, il a donc pour objectif la maximisation de la valeur sociale espérée des innovations nette du coût social espéré des brevets (égal au volume espéré de brevets délivrés ajouté au coût global des efforts d'examen).

Si l'on note W_1 la valeur sociale des innovations, et $\Delta(\pi, e)$ le coût social des brevets, son objectif est le suivant :

$$\max_{f,q} n\pi W_1 - \Delta(\pi, e).$$

En second lieu, après avoir observé le coût de dépôt d'une demande f , les entreprises déterminent conjointement leur effort de R&D (π) et leur stratégie de demande. Parallèlement, l'office des brevets détermine l'effort d'examen e consacré à chaque demande. Cet effort influence positivement la probabilité de découvrir une antériorité sur un dossier de type i . Comme nous l'avons suggéré dans la section 3.3, le processus d'examen des demandes, appelé "instruction" du brevet, se caractérise par une négociation entre le demandeur de brevet et l'examineur. Ainsi que le soulignent Lemley et Shapiro (2004), il incombe à l'examineur de fournir une raison *de ne pas* délivrer le brevet demandé. En d'autres termes, tant qu'une preuve d'antériorité n'est pas fournie, une demande demeure brevetable. Définies dans le modèle par l'absence d'antériorité, les "bonnes" demandes (de type $i = 1$) sont donc susceptibles d'obtenir un brevet quel que soit le temps consacré par l'examineur au dossier. En effet, l'effort de recherche d'antériorité résulte de toute façon

¹⁹Cela justifie que l'office s'engage sur q *ex ante* pour accorder des brevets *ex post* : le brevet crée un coût social sans contrepartie sur l'incitation à innover si la R&D a déjà été effectuée auparavant ; sans engagement sur q , les entreprises savent donc qu'une fois la R&D effectuée et les demandes déposées, l'office des brevets rejettera toutes les demandes, ce qui les décourage d'investir en R&D. Cette hypothèse sur l'engagement de l'office est une manière de résumer un modèle dynamique de réputation dans lequel le résultat du processus d'examen à une période donnée, observable par les entreprises, aurait un impact sur le volume des demandes à la période suivante.

en l'absence de preuve d'antériorité (puisque celle-ci n'existe pas). Si nous notons la probabilité pour le projet de type i d'obtenir un brevet $r_i(e)$, alors $r_1(e) = 1 \forall e$ et $r_0(e) \leq 1 \forall e$ (avec $r'_0(e) \leq 0$, $r''_0(e) \geq 0$ et $r_0(0) = 1$). En contrepartie, le processus d'examen est coûteux : nous notons $c(ke)$ le coût global des efforts individuels lorsque l'office fait face à k demandes. Ce coût est supposé croissant et convexe²⁰.

Une fois les demandes reçues, l'objectif de l'office des brevets est alors de minimiser le coût social espéré des brevets (*i.e.* le nombre espéré de brevets délivrés ajouté au coût total de l'effort d'examen). Son objectif, si parmi les k demandes qu'il reçoit, j projets sont de bonne qualité, est le suivant²¹ :

$$\min_e \Delta(\pi, e) = E_j[qj + (k - j)qr_0(e) + c(ke)].$$

Nous supposerons dans cette section que le profit relatif du secret est plus grand pour un "innovateur" que pour un "imitateur" : $\rho_0(f) \leq \rho_1(f)$.

Afin de déterminer les valeurs optimales de f et q , nous cherchons l'équilibre parfait en sous-jeu. Plusieurs équilibres peuvent émerger.

Dans le lemme 3.1, nous étudions le cas où $q < \rho_1(f)$.

Lemme 3.1.

Si le profit relatif du secret est supérieur à la probabilité d'obtenir un brevet pour les "innovateurs", i.e. $q < \rho_1(f)$, alors la politique optimale de l'office des brevets est $q = 0$, ce qui conduit à un équilibre dans lequel les entreprises gardent le secret et font un effort de R&D $\pi_0 = \frac{\lambda_1 - \lambda_0}{\gamma}$, et la valeur sociale nette des innovations est $n \frac{\lambda_1 - \lambda_0}{\gamma} W_1$.

En effet, si $q < \rho_1(f)$, les "innovateurs" gardent le secret, et le gain espéré d'innover est λ_1 . Si $0 < q < \rho_1(f)$, le gain espéré d'innover est égal à λ_1 , tandis que le gain espéré d'imiter est supérieur ou égal à λ_0 . L'effort de R&D est alors inférieur ou égal à π_0 , et l'office des brevets doit supporter le coût d'examen des demandes. La valeur sociale nette

²⁰Nous noterons $c'(ke)$ la dérivée du coût par rapport à l'effort total ke (la dérivée par rapport à l'effort individuel e étant égale à $kc'(ke)$).

²¹Notons que l'office des brevets ne s'engage pas sur l'effort d'examen e *ex ante* : c'est au moment où ils reçoivent les demandes de brevet que les examinateurs déterminent leur effort d'examen.

espérée des innovations est alors inférieure à $n \frac{\lambda_1 - \lambda_0}{\gamma} W_1$. En d'autres termes, exclure les "bonnes" demandes (en fixant $q < \rho_1(f)$) conduit l'office des brevets à exclure l'ensemble des demandes. L'objectif d'une entreprise s'écrit alors : $\max_{\pi} \pi \lambda_1 + (1 - \pi) \lambda_0 - \frac{\gamma \pi^2}{2}$, ce qui conduit à un effort de R&D $\pi = \frac{\lambda_1 - \lambda_0}{\gamma}$. Le lemme 3.1 décrit un équilibre sans brevets, dans lequel l'activité de R&D est motivée par le secret. Cette situation évite le coût social des brevets ainsi que le coût du processus d'examen.

Dans la suite, nous limiterons l'analyse au cas où $q \geq \rho_1(f)$, qui implique que tous les "innovateurs" déposent une demande.

Dans la Proposition 3.5, nous montrons qu'à l'optimum de l'office des brevets il n'existe pas d'équilibre séparateur dans lequel seuls les "innovateurs" déposent une demande.

Proposition 3.5.

La politique optimale de l'office des brevets n'engendre pas d'équilibre séparateur dans lequel seuls les "innovateurs" demanderaient un brevet.

Démonstration 5.

Un équilibre séparateur dans lequel seuls les "innovateurs" déposent une demande caractérisé par des efforts (π, e) est possible si $qr_0(e) \leq \rho_0$. Le volume des demandes qui s'ensuit est $k = i$, de sorte que l'objectif de l'office des brevets est le suivant : $\min_e E_i[iq + c(ie)]$. Cet objectif est croissant en e : sachant que les demandes sont toutes du même type $i = 1$ pour lequel il n'existe pas d'antériorité, l'office des brevets fournit un effort d'examen nul, $e = 0$. La probabilité pour un imitateur d'obtenir un brevet devient alors $qr_0(0) = q$. Or nous avons supposé $q \geq \rho_1 \geq \rho_0$, il y a donc une contradiction, sauf si $e = 0$ et $\rho_1 = \rho_0 = q$: toutes les entreprises sont indifférentes entre garder le secret et demander un brevet pour l'obtenir avec une probabilité q ; elles font alors un effort de R&D $\pi = 0$; cette situation, qui n'engendre aucun bénéfice social, est alors dominée par la politique de "tout secret" $q = 0$ (se référer au lemme 3.1 pour cette politique).

D'après la proposition 3.5, il n'existe pas d'équilibre dans lequel l'office des brevets ne reçoit que des "bonnes" demandes. L'effort d'examen ne modifie pas la probabilité d'obtenir un brevet sur une innovation, donc l'office n'examine pas les demandes dans un équilibre

séparateur, ce qui conduit à des erreurs certaines, et rend la situation d'un innovateur équivalente à celle d'un imitateur. Dans l'optique de faire jouer aux brevets leur rôle d'incitation à l'innovation, l'office doit rendre les brevets attractifs aux yeux des "innovateurs", mais cela implique en contrepartie de recevoir également des "mauvaises" demandes. Il lui est impossible de filtrer uniquement les "bons" projets avant le processus d'examen. En d'autres termes, l'engorgement des dossiers est un mal nécessaire dans un environnement où la R&D est motivée par l'obtention d'un brevet.

Soient $\tilde{e}(\pi)$ et $\tilde{\pi}(e)$ les fonctions définies par :

$$\begin{cases} (1 - \pi)qr'_0(\tilde{e}(\pi)) + c'(n\tilde{e}(\pi)) = 0, \\ \gamma\tilde{\pi}(e) = q(v_1 - \mu_1) - qr_0(e)(v_0 - \mu_0) + \mu_1 - \mu_0, \end{cases}$$

Le lemme 3.2 montre qu'il existe un équilibre unique pour ces fonctions.

Lemme 3.2.

$\tilde{e}(\pi)$ est une fonction décroissante sur $[0, 1]$, avec $\tilde{e}(1) = 0$, et $\tilde{\pi}(e)$ est une fonction croissante pour $e \geq 0$. Il existe un unique équilibre (e_P, π_P) tel que $e_P = \tilde{e}(\pi_P)$ et $\pi_P = \tilde{\pi}(e_P)$.

La proposition 3.6 caractérise l'équilibre en stratégies pures de demandes des entreprises, d'efforts de R&D des entreprises et d'examen de l'office des brevets lorsque la politique de l'office est telle que $q \geq \rho_1(f)$.

Proposition 3.6.

Suite à une politique (q, f) telle que $q \geq \rho_1(f)$, il existe un seul équilibre où toutes les entreprises demandent un brevet (équilibre mélangeant) si et seulement si $qr_0(e_P) \geq \rho_0(f)$. Cet équilibre est caractérisé par (e_P, π_P) et est unique dans la classe des équilibres mélangeants.

Démonstration 6.

Si $qr_0(e) \geq \rho_0(f)$, il existe un équilibre mélangeant où toutes les entreprises déposent une demande. L'office des brevets reçoit alors n demandes de brevets. Son objectif est le suivant :

$$\min_e \Delta(\pi, e) = n[\pi q + (1 - \pi)qr_0(e)] + c(ne),$$

ce qui conduit à un effort égal à $\tilde{e}(\pi)$. Les

entreprises ont pour objectif $\max_{\pi} \pi(qv_1 + (1 - q)\mu_1) + (1 - \pi)(qr_0(e)v_0 + (1 - qr_0(e))\mu_0) - f - \gamma\frac{\pi^2}{2}$, ce qui conduit à un effort égal à $\tilde{\pi}(e)$. L'unique équilibre possible est donc (e_P, π_P) , et cet équilibre est possible si et seulement si $qr_0(e_P) \geq \rho_0(f)$.

Notons qu'à l'équilibre mélangeant, l'objectif de l'office des brevets est égal à $n\pi_P(W_1 - q) - n(1 - \pi_P)r_0(e_P) - c(ne_P)$. Au regard de l'objectif de l'office en l'absence de brevets (donné dans le lemme 3.1), nous pouvons affirmer que l'équilibre mélangeant ne conduit à une plus grande valeur sociale nette des innovations que si $\pi_P \geq \pi_0$. Sinon, les entreprises sont suffisamment incitées à innover en l'absence de brevets pour engendrer une valeur sociale des innovations élevée tout en évitant le coût social lié aux brevets. La condition $\pi_P \geq \pi_0$ est équivalente à $(v_1 - \mu_1)(q - \rho_1(f)) > (v_0 - \mu_0)(qr_0(e_P) - \rho_0(f))$. Si cette condition n'est pas vérifiée, la politique optimale de l'office des brevets ne peut pas conduire à l'équilibre mélangeant.

La proposition 3.6 nous permet d'inférer quelques résultats de statique comparative.

D'après le lemme 3.2, une hausse de l'effort d'examen e augmente l'effort de R&D ($\tilde{\pi}'(e) \geq 0$) : si e augmente, la probabilité d'erreur $r_0(e)$ diminue, donc les entreprises sont plus incitées à obtenir des projets de bonne qualité, ce qui accroît d'effort de R&D. En revanche, une hausse de l'effort de R&D π diminue l'effort d'examen ($\tilde{e}'(\pi) \leq 0$) : si π augmente, la proportion de "bonnes" demandes augmente, ce qui incite l'office à effectuer un effort d'examen plus faible, car examiner un bon projet est coûteux et inutile (un bon projet n'a pas d'antériorité par définition). Le fait que l'effort d'examen soit une fonction décroissante de l'effort de R&D explique pourquoi les secteurs les plus innovants (comme les hautes technologies) se voient obtenir une plus grande proportion de brevets (la proportion de brevets $\pi q + (1 - \pi)qr_0(e)$ est croissante en π). En outre, si le coût de la R&D augmente (*i.e.* si γ augmente), cela diminue l'effort de R&D des entreprises, ce qui a pour effet d'augmenter l'effort d'examen de l'office des brevets.

Le corollaire 3.5 décrit l'impact du nombre d'entreprises n du secteur et de la probabilité q sur l'effort de R&D d'équilibre. L'effet de q sur π_P dépend de la différence $(\lambda_1 - \mu_1) - (\lambda_0 - \mu_0)$. Nous supposons qu'un "innovateur" a un gain plus grand qu'un "imitateur" à garder le secret : $\lambda_1 - \mu_1 \geq \lambda_0 - \mu_0$. Par définition, pour une "imitation", les fuites qui pourraient

avoir lieu pendant le processus de demande de brevet portent sur des informations déjà révélées dans une antériorité, et ne devraient donc pas changer les profits entre le secret et une demande rejetée, ce qui suggère que $\lambda_0 = \mu_0$.

Corollaire 3.5.

Dans l'équilibre mélangeant,

- Lorsque n augmente, les efforts π_P et e_P diminuent,
- Lorsque q augmente, si la politique (q, f) conduisant à l'équilibre mélangeant est socialement préférable à la politique conduisant au secret, alors π_P augmente.

Une hausse de n a un effet indirect négatif sur l'effort de R&D d'équilibre à travers le processus d'examen : face à un plus grand volume de demandes, l'office des brevets est contraint de diminuer l'effort d'examen par dossier. La probabilité d'erreur augmente, les entreprises sont donc moins incitées à devenir "innovateur", et diminuent leur effort de R&D. En d'autres termes, plus les entreprises du secteur sont nombreuses, plus elles anticipent un processus d'examen inefficace et des erreurs d'attribution, moins elles sont incitées à innover. Cet effet décrit le cercle vicieux subi par l'office : une augmentation des demandes conduit à un engorgement de l'office, dont le processus d'examen se dégrade, ce qui conduit à une baisse de la R&D et une augmentation des "mauvaises demandes".

L'effort $\tilde{e}(\pi)$ est défini par $(1 - \pi)qr'_0(\tilde{e}(\pi)) + c'(n\tilde{e}(\pi)) = 0$. Or si n est suffisamment grand, $c'(n\tilde{e}(\pi)) > -(1 - \pi)qr'_0(\tilde{e}(\pi)) \forall e$ et l'effort optimal devient nul : $e = 0$, ce qui conduit à une probabilité $r_0(0) = 1$. La condition d'existence de l'équilibre de pooling $\rho_0(f) \leq q$ est donc toujours vérifiée. En d'autres termes, dans les secteurs composés d'un grand nombre d'entreprises, toutes les entreprises déposent une demande, ce qui peut submerger l'office. En outre, si n est suffisamment grand pour que la condition d'existence de l'équilibre mélangeant soit toujours vérifiée, alors il n'existe pas d'autre équilibre possible. En effet, un équilibre semi-séparateur dans lequel les imitateurs déposent une demande avec une probabilité α n'existe pas dans ce cas (nous caractérisons un tel équilibre en en annexe). Cela suggère que dans les secteurs composés d'un grand nombre d'entreprises, il est impossible pour l'office des brevets de filtrer une proportion des "mauvais" projets, et toutes les entreprises déposent une demande. Un équilibre où seuls certains imitateurs

déposent une demande ne peut donc être atteint que dans les secteurs très concentrés.

Une hausse de la probabilité q d'obtenir un brevet lorsqu'aucune antériorité n'a été trouvée a deux effets positifs sur l'effort de R&D d'équilibre : un effet direct, car les entreprises sont plus incitées à obtenir un projet de bonne qualité, et un effet indirect à travers l'effort d'examen, car le volume espéré de brevets délivrés augmente, ce qui conduit l'office à fournir un effort d'examen plus élevé afin de compenser cette augmentation.

Par ailleurs, il est possible d'étudier l'impact d'une dégradation du processus d'examen, correspondant par exemple à une extension du domaine du brevetable à un nouveau secteur, qui rendrait la recherche d'antériorités plus lente et plus complexe. Un tel choc a un impact positif sur la probabilité $r_0(e)$, ce qui diminue l'effort de R&D $\tilde{\pi}(e)$ (les entreprises sont moins incitées à innover puisque la probabilité d'obtention d'un brevet sur une imitation augmente). L'effort d'examen $\tilde{e}(\pi)$ diminue également si ce choc renforce l'inefficacité de l'effort (si l'on représente la dégradation par le paramètre α , cette condition se traduit par $\frac{\partial^2 r_0}{\partial e \partial \alpha}(e, \alpha) \leq 0$). Il est aussi possible qu'une dégradation du processus se reflète dans le coût global du processus d'examen $c(ne_P)$. Si l'on note ce coût $c(ne) = \frac{c(ne)^2}{2}$, une augmentation du paramètre c diminue l'effort d'examen $\tilde{e}(\pi)$ et n'a pas d'effet direct sur $\tilde{\pi}(e)$. L'effort d'examen e_P diminue. Il n'y a pas d'effet direct sur π_P , mais l'effet indirect est négatif : les entreprises sont moins incitées à innover et réduisent leur effort de R&D. En résumé, cela suggère qu'une détérioration du processus d'examen ralentit l'activité de R&D et l'effort d'examen, ce qui contribue à l'inefficacité du processus, et peut donner lieu à un cercle vicieux. Au contraire, une amélioration du processus encourage l'activité de R&D et augmente l'effort d'examen. Si la procédure d'examen était plus efficace, à travers une technologie plus performante ou moins coûteuse, la proportion d'"innovateurs" augmenterait, et les "mauvais" brevets seraient moins nombreux. Néanmoins, cela ne résoudrait pas complètement le problème d'engorgement de l'office, dont le nombre de dossiers à examiner -dont des "mauvais" projets- resterait identique (dans l'équilibre mélangeant toutes les entreprises déposent une demande). Ce problème ne peut être totalement résorbé tant que la procédure d'examen demeure imparfaite et coûteuse : l'office fait toujours face au même volume de projets à étudier dont il ignore la qualité *a priori*.

Enfin, nous remarquons que le coût de dépôt f n'a pas d'impact sur les efforts d'équilibre (π_P, e_P) , tant que la condition d'existence de l'équilibre $q \geq \rho_1(f)$ est vérifiée. Dans l'équilibre mélangeant, ce coût est dépensé quelle que soit la qualité du projet, donc les entreprises le considèrent comme un coût fixe qui n'a pas d'impact sur leur effort tant qu'il ne modifie pas leur stratégie de demande. En revanche, si le coût de dépôt devient trop élevé, il peut décourager les entreprises de demander un brevet, au quel cas le volume des demandes est nul et les entreprises ne font pas de R&D. Le coût de dépôt ne semble donc être pertinent que pour passer d'un équilibre où tout le monde demande un brevet à un équilibre où tout le monde garde le secret, et ne pas être un instrument suffisant pour trier les demandes de brevets afin d'éviter les "mauvaises" demandes. Notons que cette analyse se limite à des équilibres dans lesquels toutes les entreprises adoptent la même stratégie. Il se peut néanmoins que d'autres équilibres soient émergent. Il existe notamment des valeurs de q et f pour lesquelles un équilibre semi-séparateur est possible (dans lequel les demandes sont constituées de tous les "bons" projets et d'une proportion α des "mauvais" projets). Une caractérisation de cet équilibre est donnée en annexe.

D'après la proposition 3.6, si $\rho_1(f) \leq q$, l'objectif de l'office des brevets est le suivant :

$$\begin{cases} \max_{q,f} O(q) = n\pi_P W_1 - \Delta(e_P, \pi_P), \\ s.c. \quad q \geq \rho_1(f) \end{cases}$$

où $\Delta(e_P, \pi_P)$ est le coût social des brevets minimisé, dans l'équilibre mélangeant : $\Delta(e_P, \pi_P) = n[q\pi_P + qr_0(e_P)(1 - \pi_P)] + c(ne_P)$.

Proposition 3.7.

Lorsque la politique de l'office des brevets engendre l'équilibre mélangeant, alors $f^ = 0$.*

Démonstration 7.

Lorsque f diminue, $\rho_1(f)$ diminue, ce qui étend la région d'existence de l'équilibre. Cela suggère qu'une politique optimale conduisant à l'équilibre mélangeant consisterait en un coût de dépôt nul $f^ = 0$.*

La comparaison des deux politiques optimales possibles de l'office (l'une conduisant à

un équilibre où personne ne demande, et l'autre conduisant à un équilibre où tout le monde demande) montre que la politique qui est socialement préférable dépend de la valeur sociale des innovations W_1 :

– Si W_1 est suffisamment grande par rapport au coût social minimal des brevets $\Delta(\pi_P, e_P)$,

i.e. si $n(\pi_P - \frac{\lambda_1 - \lambda_0}{\gamma})W_1 > \Delta(e_P, \pi_P)$, alors la politique optimale de l'office est $q^* > \rho_1$

et $f = 0$ (et toutes les entreprises font une demande), où q^* est déterminée par :

$$\frac{d\pi_P}{dq} [nW_1 - \frac{\partial \Delta}{\partial \pi}(e_P, \pi_P)] = \frac{\partial \Delta}{\partial q}(e_P, \pi_P)^{22}.$$

– Sinon, sa politique optimale est $f = q = 0$ (et toutes les entreprises gardent le secret).

En résumé, deux équilibres sont possibles : un équilibre dans lequel toutes les entreprises déposent une demande, et un équilibre dans lequel aucune entreprise ne dépose de demande (l'office des brevets n'est plus en mesure de ne sélectionner que les “bonnes” demandes). Le coût de dépôt d'une demande n'a pas d'impact *in fine* et seul le niveau de R&D peut être influencé à travers la probabilité q .

Dans le but de faire de la statique comparative à partir de la proposition 3.7, nous supposons pour simplifier que $v_1 = v_0 = v$, $\lambda_1 = \mu_1 = u$, et $\lambda_0 = \mu_0 = 0$: le brevet engendre le même profit espéré quel que soit la qualité initiale du projet, mais un projet de “mauvaise” qualité n'engendre aucun profit sinon. La condition pour qu'une politique conduisant à l'équilibre mélangeant soit pertinente est $v(1 - r_0)(e_P) \geq u$. Nous étudions l'impact des paramètres u et v sur la politique optimale q^* lorsqu'elle conduit à l'équilibre mélangeant : une hausse de u illustre une hausse de la profitabilité minimale d'une innovation, tandis qu'une hausse de v illustre une hausse de la profitabilité du brevet quel que soit la qualité du projet. Une condition nécessaire pour que la politique induisant un équilibre séparateur soit socialement préférable à la politique induisant le secret est : $v(1 - r_0(e_P)) - u$.

A l'équilibre mélangeant, à q donné, une hausse de u entraîne une hausse de l'effort de

²²D'après l'objectif de l'office des brevets $O(q) : \frac{\partial O}{\partial q} = \frac{d\pi_P}{dq} [nW_1 - \frac{\partial \Delta}{\partial \pi}(e_P, \pi_P)] - \frac{\partial \Delta}{\partial q}(e_P, \pi_P)$. D'après le corollaire 3.5, π_P est une fonction croissante de q : augmenter q permet d'encourager la R&D, ce qui a pour effet d'accroître la valeur sociale de l'innovation, mais en contrepartie le nombre de brevets accordés augmente. De plus, $\frac{\partial \Delta}{\partial q}(e_P, \pi_P) = n[\pi + (1 - \pi)r_0(e_P)] \geq 0$: une hausse de q a un effet direct positif le coût social des brevets en augmentant le nombre de brevets accordés. Enfin, cette politique n'est pertinente que si $n(\pi_P - \frac{\lambda_1 - \lambda_0}{\gamma})W_1 > \Delta(e_P, \pi_P)$, ce qui implique que $nW_1 - \frac{\partial \Delta}{\partial \pi}(e_P, \pi_P)$. Dans ce cas, il existe un q optimal tel que $\frac{\partial O}{\partial q}(q, 0) = 0$.

R&D π_P et une baisse de l'effort d'examen e_P (car $\frac{\partial \tilde{\pi}}{\partial u} = 1 - q \geq 0$ et $\frac{\partial \tilde{e}}{\partial u} = 0$). Comme q^* maximise l'objectif $O(q)$ de l'office des brevets, $\frac{dq^*}{du}$ est du signe de $\frac{\partial^2 O}{\partial q \partial u}$. En différenciant $\frac{\partial O}{\partial q}$ par rapport à u , nous obtenons :

$$\frac{\partial^2 O}{\partial q \partial u} = \frac{d^2 \pi_P}{dq du} (nW_1 - \frac{\partial \Delta}{\partial \pi}) - \frac{de_P}{du} \left(\frac{\partial^2 \Delta}{\partial q \partial e} + \frac{d\pi_P}{dq} \frac{\partial^2 \Delta}{\partial \pi \partial e} \right) - \frac{d\pi_P}{du} \frac{\partial^2 \Delta}{\partial q \partial \pi}.$$

Le premier élément est négatif, car $\frac{\partial^2 \tilde{\pi}}{\partial q \partial u} \leq 0$. Le dernier élément est positif, car $\frac{\partial^2 \Delta}{\partial q \partial \pi} = n(1 - r_0(e_P))$. Le signe du deuxième élément dépend de l'effet d'une hausse de q sur le nombre de "bons" brevets $q\pi_P$: si $\frac{d(q\pi_P)}{dq} \leq 1$, alors le deuxième élément est positif²³. Si c'est le cas (et plus généralement si l'effet de u sur l'effort d'examen -à travers l'effort de R&D- est faible), l'effet global est négatif et $\frac{dq^*}{du} \leq 0$. Dans l'équilibre mélangeant, q^* est un instrument pour encourager la R&D afin d'accroître la valeur sociale espérée des innovations $n\pi_P W_1$. Mais cela implique une contrepartie en terme de coût social des brevets. Lorsque la profitabilité minimale d'une innovation augmente, les entreprises sont plus incitées à innover et l'activité de R&D augmente. Cela évite à l'office d'avoir à encourager l'innovation par le biais de q , qui est un instrument coûteux, et implique donc une politique de brevets plus sévère (q^* augmente).

De même, à q donné, une hausse de v entraîne une hausse de l'effort de R&D π_P et une baisse de l'effort d'examen e_P (car $\frac{\partial \tilde{\pi}}{\partial u} = q(1 - r_0(e_P)) \geq 0$ et $\frac{\partial \tilde{e}}{\partial u} = 0$). Comme q^* maximise l'objectif $O(q)$ de l'office des brevets, $\frac{dq^*}{dv}$ est du signe de $\frac{\partial^2 O}{\partial q \partial v}$. En différenciant $\frac{\partial O}{\partial q}$ par rapport à v , nous obtenons un résultat similaire à celui d'une hausse de u : lorsque v augmente, l'obtention d'un brevet devient plus lucrative, ce qui encourage l'effort de R&D. Il s'ensuit une hausse de la valeur sociale de l'innovation, ce qui permet à l'office de de réduire q^* .

Notons que lorsque la politique de l'office des brevets conduit à un équilibre de secret (dans lequel personne ne dépose de demande), une hausse de u accroît la valeur sociale des innovations. Cette hausse est plus importante que dans l'équilibre mélangeant (dans

²³En effet, $\frac{de_P}{du} \left[\frac{\partial^2 \Delta}{\partial q \partial e} + \frac{d\pi_P}{dq} \frac{\partial^2 \Delta}{\partial \pi \partial e} \right] = \frac{de_P}{du} [n(1 - \pi)r'_0(e) - \frac{d\pi_P}{dq} qnr'_0(e)] \geq 0$ si et seulement si $(1 - \pi_P) - q \frac{d\pi_P}{dq} \geq 0$.

l'équilibre mélangeant, $\frac{\partial \pi_P}{\partial \partial u} = 1 - q$, tandis que $\frac{\partial \pi_P}{\partial \partial u} = 1$). Par conséquent, si la profitabilité minimale d'une innovation devient grande, la politique conduisant à un équilibre de secret devient socialement préférable.

3.8 Conclusion

Si les stratégies de demande de brevets des entreprises dépendent de la procédure d'examen et de délivrance, l'office n'est cependant pas en mesure de mettre en place une politique qui ne sélectionnerait que les "bonnes" demandes. En outre, une réforme du coût de dépôt f n'a pas d'impact sur le volume des demandes à l'équilibre : cet instrument *ex ante* ne permet ni de limiter l'engorgement des dossiers, ni d'affecter l'activité de R&D. Malgré son incapacité de modifier le nombre de demandes à l'équilibre, l'office pourrait néanmoins encourager la R&D à travers un système de pénalités *ex post* en cas de découverte d'une antériorité (ce qui correspondrait à une baisse de μ_0 dans le modèle). Par ailleurs, lorsque le nombre d'entreprises du secteur est important, il existe toujours une politique optimale de l'office telle que toutes les entreprises déposent une demande. Dans cet équilibre, une hausse du nombre d'entreprises du secteur réduit les efforts de R&D et d'examen des dossiers. Par conséquent, dans les secteurs peu concentrés, la R&D est relativement faible, l'office des brevets reçoit beaucoup de "mauvaises" demandes et fournit un effort d'examen faible, ce qui le conduit à délivrer beaucoup de "mauvais" brevets. Notons que la politique optimale de l'office peut également consister à décourager toute demande de brevet, de sorte que toutes les entreprises gardent le secret. Une telle politique n'est socialement préférable que si le coût social des brevets est très élevé, ou si le secret est très attractif pour les "innovateurs". Ce n'est pas le cas de certains secteurs, comme par exemple le secteur pharmaceutique, où la commercialisation d'un nouveau produit révèle automatiquement les informations qui facilitent son imitation. Outre les deux équilibres (dans lesquels toutes les entreprises déposent une demande ou gardent le secret), un équilibre semi-séparateur peut émerger, dans lequel une fraction des demandes est de "mauvaise" qualité, *i.e.* tous les "innovateurs" ainsi qu'une fraction α des imitateurs demandent un brevet. Il serait intéressant d'étudier

l'impact de la politique de l'office sur ces derniers et de voir plus généralement comment influencer leurs stratégies de demande pour limiter l'engorgement des dossiers.

Le problème d'engorgement soulève d'autres questions concernant la procédure d'examen et la politique de l'office. Manifestement, les examinateurs sont *a priori* moins qualifiés et moins bien informés que les entreprises sur l'état de l'art et les antériorités éventuelles de leur propre domaine technologique. Améliorer la procédure d'examen implique un coût non négligeable, et il est peut-être préférable de laisser les examinateurs commettre des erreurs pour qu'*ex post* les entreprises supportent elles-mêmes les coûts des litiges qui invalideraient les décisions de l'office en cas d'erreur.

Les statistiques de l'office des brevets américain montrent que le problème d'engorgement tend à s'aggraver, le volume de dossiers non examinés croissant chaque année. Ce problème peut influencer les stratégies de demande des entreprises, susceptibles de préférer le secret si la période d'attente du verdict de l'office devient trop longue. Pour les y inciter, ce qui résoudrait partiellement son problème d'engorgement, l'office pourrait délibérément laisser un stock de demandes non examinées. Face au volume important des demandes, on peut penser que l'office arbitrera entre d'une part une procédure d'examen rapide permettant de limiter le retard mais au risque de nombreuses erreurs de délivrance et d'autre part une procédure plus lente permettant de limiter les erreurs mais avec en contrepartie un stock important de demandes non examinées.

Enfin, notre modèle distingue les projets "nouveaux" ou non, *i.e.* de qualité "bonne" ou "mauvaise". Au delà de cette première distinction, il serait intéressant de les différencier également selon leur profitabilité espérée : si un projet très innovant peut ne pas retirer un profit important du brevet, un projet faiblement ou peu innovant pourra se révéler très profitable s'il est breveté, comme en témoignent de nombreuses "business methods". En l'absence de corrélation évidente entre "nouveau" et profitabilité, certaines entreprises innovantes pourraient renoncer à déposer une demande de brevet.

3.9 Bibliographie

- Allison, J.R. et M.A. Lemley (1998), "Empirical Analysis of the Validity of Litigated Patents", *American Intellectual Property Law Association Quarterly Journal*, 26(3) : 185-275.
- Allison, J.R., Lemley, M.A., K.A. Moore et R.D. Trunkey (2003), "Valuable Patents" *UC Berkeley Public Law Research Paper*, 133.
- Caillaud, B. (2003), "La Propriété Intellectuelle sur les Logiciels", *Rapport du CAE*
- Cohen, J. (1995), "Reverse Engineering and the Rise of Electronic Vigilantism : Intellectual Property Implications of "Lock-Out" Programs", *California Law Review*, 1091.
- Encaoua, D. Guellec, D. et C. Martinez, (2003), "The Economics of Patents : from natural rights to policy instruments", *Cahiers de la MSE, Collection EUREQua*, 124.
- Eswaran, M. et N. Gallini (1996), "Patent Policy and the Direction of Technological Change" *Rand Journal of Economics*, 27(4).
- Gallini, N.T. (2002), "The Economics of Patents : Lessons from Recent U.S. Patent Reform", *Journal of Economic Perspectives*, 16(2) : 131-154.
- Hall, B. (2003), "Business Method Patents, Innovation, and Policy", *NBER Working Paper*, 9717.
- Hunt, R. (1999) "Nonobviousness and the Incentive to Innovate : an Economic Analysis of Intellectual Property Reform" *Federal Reserve Bank of Philadelphia Working Paper*, 99 (3).
- Kesan, J.P. (2002), "Carrots and Sticks to Create a Better Patent System", *Berkeley Technology Law Journal*, 17(2) : 763-797.
- Langinier, C. et P. Marcoul (2003) "Patent Search of Prior Art and Revelation of Information", *Working Paper*.
- Lemley, Mark (2001) "Rational Ignorance at the Patent Office", *Northwestern*

Law Review, 95.

Lemley, M.A. et C. Shapiro (2004), "Probabilistic Patents", *Stanford Law and Economics Olin Working Paper*, 288.

Lerner, J. (1995), "Patenting in the Shadow of Competitors", *Journal of Law and Economics*, 38(2) : 463-495.

Merges, R. (1999) "As Many as Six Impossible Patents Before Breakfast : Property Rights for Concepts and Patent System Reform", *Electronic Commerce*

Merz, J.F. et N.M. Pace (1994) "Trends in patent litigation : the apparent influence of strengthened patents attributable to the court of appeals for the federal circuit", *Journal of the Patent and Trademark Office Society*, 76

O'Donoghue, T. (1998) "A Patentability Requirement for Sequential Innovation", *Rand Journal of Economics*, 29

Quillen, C. et O.H. Webster (2001), "Continuing Patent Applications and Performance of the U.S. Patent Office", *Federal Circuit Bar Journal*, 11(1) : 1-21.

3.10 Annexes

3.10.1 Analyse du cas général sur ρ_i

Considérons une entreprise de type i , qui prend sa décision en prenant la stratégie des $n - 1$ autres entreprises comme donnée.

Si toutes les autres entreprises déposent une demande de brevet, l'entreprise i a une probabilité $p_i(n)$ d'obtenir un brevet.

Si seuls les “innovateurs” (de type $i = 1$) demandent un brevet, la probabilité pour l'entreprise i d'obtenir un brevet s'écrit : $H_i(\pi, n) = \sum_{k=0}^{n-1} C_{n-1}^k \pi^k (1 - \pi)^{n-1-k} p_i(k + 1)$. Notons que $H_i(\pi, n)$ est une fonction croissante de π . En effet, $\sum_{k=0}^{n-1} C_{n-1}^k \pi^k (1 - \pi)^{n-1-k} = 1$, donc sa dérivée $\sum_{k=0}^{n-1} C_{n-1}^k \pi^{k-1} (1 - \pi)^{n-2-k} (k - (n - 1)\pi)$ est nulle, *i.e.* lorsque π augmente de 0 à 1, elle est composée de termes négatifs puis de termes positifs se compensent parfaitement. De plus, $\frac{\partial H_i}{\partial \pi} = \sum_{k=0}^{n-1} C_{n-1}^k \pi^{k-1} (1 - \pi)^{n-2-k} (k - (n - 1)\pi) p_i(k + 1)$. Par hypothèse, $p_i(k + 1)$ est croissante en k , donc on attribue des poids plus importants aux termes positifs, d'où $\frac{\partial H_i}{\partial \pi} \geq 0$, avec $H_i(0, n) = p_i(1)$ et $H_i(1, n) = p_i(n)$.

Si seuls les “imitateurs” (de type $i = 0$) demandent un brevet, la probabilité pour l'entreprise i d'obtenir un brevet s'écrit : $K_i(\pi, n) = \sum_{k=0}^{n-1} C_{n-1}^k \pi^k (1 - \pi)^{n-1-k} p_i(n - k)$. Notons que $K_i(\pi, n)$ est une fonction décroissante de π . En effet, $\sum_{k=0}^{n-1} C_{n-1}^k \pi^k (1 - \pi)^{n-1-k} = 1$, donc sa dérivée $\sum_{k=0}^{n-1} C_{n-1}^k \pi^{k-1} (1 - \pi)^{n-2-k} (k - (n - 1)\pi)$ est nulle, *i.e.* lorsque π augmente de 0 à 1, elle est composée de termes négatifs puis de termes positifs se compensent parfaitement. De plus, $\frac{\partial K_i}{\partial \pi} = \sum_{k=0}^{n-1} C_{n-1}^k \pi^{k-1} (1 - \pi)^{n-2-k} (k - (n - 1)\pi) p_i(n - k)$. Par hypothèse, $p_i(n - k)$ est décroissante en k , donc on attribue des poids plus importants aux termes négatifs, d'où $\frac{\partial K_i}{\partial \pi} \leq 0$, avec $K_i(0, n) = p_i(n)$ et $K_i(1, n) = p_i(1)$.

Les fonctions $H_i(\pi, n)$ et $K_i(\pi, n)$ sont représentées sur la figure 3.2

Il y a plusieurs cas possibles :

- Il existe un équilibre où aucune entreprise ne demande un brevet si $\rho_i \geq p_i(1) \forall i \in \{0, 1\}$.
- Il existe un équilibre où toutes les entreprises demandent un brevet si $\rho_i \leq p_i(n) \forall i \in \{0, 1\}$.
- Il existe un équilibre où seuls les innovateurs demandent un brevet si $\rho_0 \geq H_0(\pi, n)$ et $\rho_1 \leq H_1(\pi, n)$.
- Il existe un équilibre où seuls les imitateurs demandent un brevet si $\rho_0 \leq K_0(\pi, n)$ et $\rho_1 \geq K_1(\pi, n)$.

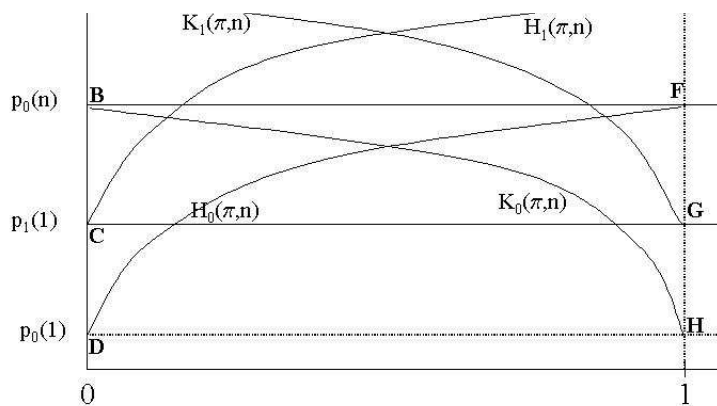


FIG. 3.2: Analyse du cas général

Sur la figure 3.2, à π donné :

- si ρ_1 est dans l'aire AEG et ρ_0 est dans l'aire BHD , alors co-existent : un équilibre où aucune entreprise ne demande de brevet ; un équilibre mélangeant où toutes les entreprises demandent un brevet ; un équilibre séparateur où seuls les “imitateurs” demandent un brevet.
- si ρ_1 est dans l'aire CEG et ρ_0 est dans l'aire BFD , alors co-existent : un équilibre où aucune entreprise ne demande de brevet ; un équilibre mélangeant où toutes les entreprises demandent un brevet ; un équilibre séparateur où seuls les “innovateurs” demandent un brevet.

Nous constatons que l'équilibre séparateur où seuls les “innovateurs” demandent un brevet et l'équilibre séparateur où seuls les “imitateurs” demandent un brevet ne peuvent pas co-exister. De plus, l'office des brevets n'a pas intérêt à mettre en place une politique qui n'attire que les mauvaises demandes (de type $i = 0$). Par conséquent, l'équilibre séparateur dans lequel seuls les “imitateurs” déposent une demande peut être exclu sans pertes de généralités.

3.10.2 Démonstration du corollaire 3.1

Dans l'équilibre séparateur, la proportion de “mauvais” brevets est nulle. Dans l'équilibre mélangeant, la proportion de “mauvais” brevets est donnée par $\sum_{k=0}^n C_n^k \pi^k (1 - \pi)^{n-k} p_0(k)$. Cette proportion est croissante en π , donc la proportion de “mauvais” brevets augmente avec l'avance-

ment technologique du secteur π .

3.10.3 Démonstration du corollaire 3.3

Le nombre espéré de brevets accordés est plus grand dans l'équilibre mélangeant que dans l'équilibre séparateur si : $n\pi_S^* \leq n\pi_P^* + n(1 - \pi_P^*)p_0(n)$. En remplaçant π_S^* et π_P^* par leur valeur, nous pouvons réécrire cette condition comme suit : $p_0(n)^2 - p_0(n)[1 + \frac{v_1 - v_0}{v_0 - \mu_0} - \frac{\gamma}{v_0 - \mu_0}] + \rho_0 \geq 0$.

- Si $1 + \frac{v_1 - v_0}{v_0 - \mu_0} - \frac{\gamma}{v_0 - \mu_0} \leq 0$, *i.e.* si $\gamma \geq v_0 - \mu_0 + v_1 - \mu_0$, alors la condition ci-dessus est toujours vérifiée, *i.e.* $n\pi_S^* \leq n\pi_P^* + n(1 - \pi_P^*)p_0(n)$.
- Sinon, la condition est vérifiée pour $p_0(n) \in [\rho_0, \underline{p}] \cup [\bar{p}, 1]$, où $\underline{p} = \frac{1}{2}[(1 + \frac{v_1 - v_0}{v_0 - \mu_0} - \frac{\gamma}{v_0 - \mu_0}) - \sqrt{\Delta}]$ et $\bar{p} = \frac{1}{2}[(1 + \frac{v_1 - v_0}{v_0 - \mu_0} - \frac{\gamma}{v_0 - \mu_0}) + \sqrt{\Delta}]$, avec $\Delta = (1 + \frac{v_1 - v_0}{v_0 - \mu_0} - \frac{\gamma}{v_0 - \mu_0})^2 - 4\rho_0$.

3.10.4 Démonstration du corollaire 3.5

D'après l'équation définissant $\tilde{\pi}(e)$, nous constatons que $\frac{\partial \tilde{\pi}(e)}{\partial n} = 0$. De plus, en différenciant l'équation définissant $\tilde{e}(\pi)$ par rapport à n , sachant que la fonction objectif de l'office est convexe, $\frac{d\tilde{e}(\pi)}{dn}$ est du signe de $-\tilde{e}(\pi)c''(n\tilde{e}(\pi)) \geq 0$, donc $\frac{\partial \tilde{e}(\pi)}{\partial n} \leq 0$. Par conséquent, à l'équilibre, lorsque n augmente, π_P et e_P diminuent.

D'après l'équation définissant $\tilde{\pi}(e)$, nous avons : $\gamma \frac{\partial \tilde{\pi}(e)}{\partial q}(e) = (v_1 - \mu_1) - (v_0 - \mu_0)r_0(e)$. Donc $\frac{\partial \tilde{\pi}(e)}{\partial q}(e) \geq 0 \Leftrightarrow (v_1 - \mu_1) \geq (v_0 - \mu_0)r_0(e)$. Or l'équilibre mélangeant a lieu d'être étudié uniquement si $\pi_P \geq \pi_0 \Leftrightarrow (v_1 - \mu_1)(q - \rho_1(f)) > (v_0 - \mu_0)(qr_0(e_P) - \rho_0(f))$. Par hypothèse, $\lambda_1 - \mu_1 \geq \lambda_0 - \mu_0$, donc si la condition est vérifiée, elle implique que $(v_1 - \mu_1) \geq (v_0 - \mu_0)r_0(e_P)$. Par conséquent, lorsque q augmente, $\tilde{\pi}(e)$ augmente localement au voisinage de (e_P, π_P) . De plus, en différenciant l'équation définissant $\tilde{e}(\pi)$ par rapport à q , sachant que la fonction objectif de l'office est convexe, $\frac{\partial \tilde{e}}{\partial q}$ est du signe de $-(1 - \pi)r_0'(\tilde{e}(\pi)) \geq 0$. Par conséquent, à l'équilibre, lorsque q augmente, π_P augmente et l'effet sur e_P est ambigu.

3.10.5 Démonstration du lemme 3.2

D'après l'équation définissant $\tilde{e}(\pi)$, nous avons :

$$\tilde{e}'(\pi)[c''(n\tilde{e}(\pi)) + (1 - \pi)qr_0''(\tilde{e}(\pi))] = qr_0'(\tilde{e}(\pi)).$$

Par hypothèse, $c''(ne) \geq 0$, $r'_0(e) \leq 0$ et $r''_0(e) \geq 0$, donc $\tilde{e}'(\pi) \leq 0$. Par ailleurs, $qr'_0(e) \geq 0$, donc $\tilde{\pi}'(e) \geq 0$.

3.10.6 Caractérisation de l'équilibre semi-séparateur (processus d'examen endogène)

Si l'équilibre mélangeant est possible dans certaines politiques de l'office, un équilibre semi-séparateur dans lequel tous les “innovateurs” et une proportion α des imitateurs déposent une demande peut également émerger. Dans un tel équilibre, les imitateurs sont indifférents entre déposer une demande et garder le secret, ce qui n'est possible que si $\rho_0 = Q_0(e)$.

Les entreprises déterminent leur effort de R&D de manière à maximiser leur gain espéré :

$$\max_{\pi} \pi(qv_1 + (1 - q)\mu_1 - f) + (1 - \pi)\lambda_0 - \gamma \frac{\pi^2}{2},$$

ce qui conduit à un effort $\pi = \frac{1}{\gamma}[\lambda_1 - \lambda_0 + (v_1 - \mu_1)(q - \rho_1)] \equiv \pi_M$, qui ne dépend pas de e et α . Nous constatons que cet effort de R&D diminue lorsque f augmente ou q diminue : le dépôt d'une demande devient moins attractif, donc le gain à innover est plus faible et l'effort de R&D est réduit. De même, une hausse de λ_0 rend le secret plus attractif pour les imitateurs, ce qui conduit à une baisse de l'effort de R&D. Notons que lorsque $q = \rho_1$, i.e. les “innovateurs” sont indifférents entre déposer une demande et garder le secret, et l'effort de R&D est égal à π_0 .

L'office détermine son effort d'examen de manière à minimiser le coût espéré des brevets $\Delta(\pi, e, \alpha)$. Son objectif est le suivant :

$$\min_e \sum_{k=0}^n C_n^k \pi^k (1 - \pi)^{n-k} \sum_{h=0}^{n-k} C_{n-k}^h \alpha^h (1 - \alpha)^{n-k-h} [kq + hqr_0(e) + c((k + h)e)],$$

ce qui conduit à la condition du premier ordre suivante :

$$\sum_{k=0}^n \binom{n}{k} \pi^k (1 - \pi)^{n-k} \sum_{h=0}^{n-k} \binom{n-k}{h} \alpha^h (1 - \alpha)^{n-k-h} [h(qr'_0(e) + (k + h)c'((k + h)e))] = 0$$

Cette condition peut se réécrire comme $F(\pi, e, \alpha) = 0$, où

$$F(\pi, e, \alpha) = n\alpha q(1 - \pi)r'_0(e) + \sum_{k=0}^n C_n^k \pi^k (1 - \pi)^{n-k} \sum_{h=0}^{n-k} C_{n-k}^h \alpha^h (1 - \alpha)^{n-k-h} [(k+h)c'((k+h)e)].$$

La dérivée de $F(\pi, e, \alpha) = 0$ par rapport à α est égale à :

$\frac{\partial F}{\partial \alpha}(\pi, e, \alpha) = nq(1 - \pi)r'_0(e) + \sum_{k=0}^n C_n^k \pi^k (1 - \pi)^{n-k} \sum_{h=0}^{n-k} C_{n-k}^h \alpha^{h-1} (1 - \alpha)^{n-k-h-1} (h - \alpha(n - k))[(k+h)c'((k+h)e)]$. Le premier membre est négatif, et le second membre est positif²⁴. Par conséquent, il n'est pas possible de conclure *a priori* sur la monotonie de $F(\pi, e, \alpha)$. En revanche, nous savons que d'une part $F(\pi, e, 0)$ est égale à $\sum_{k=0}^n C_n^k \pi^k (1 - \pi)^{n-k} kc'(ke)$, qui est croissante en e , donc $\alpha = 0$ correspond à un effort $e = 0$, et d'autre part $F(\pi_M, e, 1)$ est égale à $n[p'_0(e)q(1 - \pi_M) + c'(ne)]$, donc $\alpha = 1$ correspond à un effort $e = \tilde{e}(\pi_M)$.

En résumé, l'équilibre semi-séparateur, s'il existe, est défini par deux fonctions qui déterminent $\alpha(e)$ et $e(\alpha) : e = r_0^{-1}(\frac{\rho_0}{q})$, et $F(\alpha, \pi_M, e) = 0$. Une condition suffisante d'existence d'un équilibre semi-séparateur est alors : $\tilde{e}(\pi_M) > r_0^{-1}(\frac{\rho_0}{q})$. Cette condition peut se réécrire comme : $\rho_0 > qr_0(\tilde{e}(\pi_M))$.

Si la politique de l'office des brevets est telle que $q \geq \rho_1 \geq \rho_0$ et $qr_0(\tilde{e}(\pi_M)) \leq \rho_0$, alors elle peut conduire à un équilibre séparateur (non dégénéré).

Si cette condition est une condition suffisante d'existence, il est cependant possible qu'un équilibre semi-séparateur existe sans que cette condition soit vérifiée.

Lorsque la politique de l'office des brevets ne peut pas conduire à un équilibre mélangeant, *i.e.* lorsque $\rho_0 > qr_0(e)$, la comparaison de π_P et de π_M montre que $\pi_P > \pi_M$. Puisque $\tilde{e}(\pi)$ est décroissante (cf. lemme 3.2), cela entraîne $\tilde{e}(\pi_M) > \tilde{e}(\pi_P)$, ce qui implique $qr_0(\tilde{e}(\pi_M)) < qr_0(\tilde{e}(\pi_P)) < \rho_0$, donc la condition suffisante d'existence de l'équilibre semi-séparateur est vérifiée. En d'autres termes, lorsque l'office met en place une politique qui ne peut pas conduire à l'équilibre mélangeant où tout le monde demande un brevet, sa politique conduit à un équilibre semi-séparateur où une proportion α des imitateurs dépose une demande.

Nous remarquons que lorsque n est suffisamment grand, $\tilde{e}(\pi_M)$ tend vers 0, donc la fonction $F(\pi, e, \alpha)$ évolue de $e = 0$ à $e = 0$, et la condition d'existence de l'équilibre semi-séparateur n'est pas vérifiée.

²⁴Il est composé de termes négatifs puis de termes positifs, avec plus de poids sur les termes positifs (car $(k+h)c'((k+h)e)$ augmente avec h)

3.11 Notations

n : nombre d'entreprises dans l'industrie

$i \in \{0, 1\}$: type d'une entreprise (si $i = 0$, c'est un "imitateur", si $i = 1$, c'est un "innovateur").

π : probabilité d'avoir un projet de type $i = 1$; assimilé à l'effort de R&D (au coût $\gamma(\pi) = \frac{\gamma\pi^2}{2}$).

$1 - \pi$: probabilité d'avoir un projet de type $i = 0$

v_i : profit du projet i si la demande de brevet est accordée

μ_i : profit du projet i si la demande de brevet est rejetée

λ_i : profit du projet i si le brevet n'est pas demandé (secret)

f : coût de dépôt d'une demande de brevet

$\rho_i = \frac{\lambda_i + f - \mu_i}{v_i - \mu_i}$: profit relatif du secret pour une firme de type i

$p_i(j)$: probabilité d'obtenir un brevet sur un projet de type i lorsque l'office reçoit j demandes (lorsque l'effort d'examen n'est pas endogène)

e : effort d'examen de l'office des brevets (coût $c(ke)$ si l'office reçoit k demandes)

$r_i(e)$: probabilité qu'aucune antériorité ne soit découverte sur le projet de type i lorsque l'office fait un effort d'examen e (lorsque l'effort d'examen est endogène)

q : probabilité d'accord du brevet lorsqu'aucune antériorité n'a été découverte.

W_1 : valeur sociale des innovations

$\Delta(\pi, e)$: coût social des brevets

Chapitre 4

Protéger l'Innovation : Le Double Jeu des Avocats

4.1 Introduction

Lorsqu'une entreprise introduit un nouveau produit ou une nouvelle technologie sur le marché, l'une de ses premières actions consiste à en protéger le contenu, généralement en déposant un brevet. Dans quel but ? En l'absence de protection juridique, si l'innovateur ne peut se protéger de manière plus informelle, par exemple par le savoir-faire, tous les concurrents de la firme qui le souhaiteront pourront accéder à la technologie et imiter l'innovation, empêchant ainsi l'innovateur de recueillir les bénéfices de son effort en recherche et développement (R&D). Cela conduirait à un sous-investissement en R&D, résultat d'une baisse des rentes espérées de l'effort d'innovation¹. Le système des brevets a pour objet d'éviter ce type de situation : à travers un droit exclusif d'exploitation, il assure à l'innovateur un profit de monopole pour une durée limitée, et lui permet ainsi de récupérer son investissement en R&D en interdisant à toute autre firme d'exploiter l'invention sans son autorisation. Les brevets ont notamment pour rôle de récompenser l'innovation et de

¹Le nécessité de protéger la propriété intellectuelle a été montrée initialement par Arrow (1962) puis par Nordhaus (1969). En l'absence de protection juridique, les biens d'information et de connaissance sont inappropriables, ce qui conduit à un sous-investissement en R&D.

couvrir les coûts de R&D, activité particulièrement risquée. En outre, une innovation est susceptible d'ouvrir de nouvelles voies de recherche, et d'engendrer des découvertes par d'autres firmes. Les brevets permettent à l'innovateur d'internaliser ces externalités et de profiter des bénéfices de nouvelles découvertes en recevant des revenus des autres firmes, par le biais de licences d'exploitation par exemple. En retour, le détenteur d'un brevet se doit de révéler publiquement son invention afin de permettre la diffusion du savoir et de donner accès à de l'information nouvelle et valorisable. À l'origine, le brevet n'a effectivement pas vocation à fournir un profit de monopole à son détenteur, mais à encourager l'innovation et la diffusion de la connaissance². En théorie, la position de monopole qu'il engendre *de facto* et les distorsions qu'elle implique (en termes de bien-être) sont considérées comme un mal nécessaire pour atteindre ce but.

En Europe comme aux États-Unis, l'histoire du brevet témoigne de plusieurs vagues de développement, depuis sa création à la fin du 18ème siècle, liées à de grandes avancées technologiques. La dernière en date correspond à l'avènement de des nouvelles technologies de l'information et à la révolution numérique. Depuis vingt ans, la protection juridique de l'innovation connaît une expansion sans précédent, comme en témoigne l'explosion du nombre de brevets déposés chaque année aux États-Unis, passé de 50.000 en 1979 à 155.000 en 2000³. Il y a encore 15 ans, Microsoft ne possédait qu'un seul brevet, aujourd'hui la firme américaine en compte près de 800, suivie de près par ses concurrents tels que Sun, Oracle ou Dell. Bien que le phénomène ne soit pas limité aux États-Unis, les dépôts de brevets dans les autres pays ont augmenté de façon moins spectaculaire. En Europe par exemple, le nombre de brevets déposés à l'Office Européen des Brevets a augmenté de 40% entre 1990 et 1999⁴.

Cette multiplication des brevets s'accompagne de litiges de plus en plus fréquents. Aux États-Unis, le nombre annuel de procès pour infraction de brevet a plus que doublé en 11 ans, passant de 1162 en 1989 à 2486 en 2000⁵. Par ailleurs, on recense 11000 litiges sur

²La constitution américaine définit son rôle comme "promouvoir le progrès des sciences et des arts utiles" : "*To promote the progress of science and the useful arts*", Article 1, paragraphe 8.

³Source : U.S. Patent and Trademark Office.

⁴Source : European Patent Office.

⁵Patent Enforcement and Royalties Ltd.

les cinq dernières années⁶, et deux fois plus de litiges sur brevets en biotechnologies ou sur logiciels et méthodes commerciales que dans les autres domaines. À titre d'illustration, au cours de l'année 2000, on peut recenser plusieurs procès notables : Yahoo! était attaqué pour son système d'achats en ligne, Microsoft était poursuivi par Priceline.com sur son brevet d'enchères inversées et par Civix-DDI LLC sur un brevet d'annuaire électronique, Wang poursuivait AOL -entre autres- pour infraction de son brevet "Videotext Frame Processing", eBay était attaqué par Network Engineering Software, Inc. sur un brevet de service d'information en ligne, CompuServe était poursuivi sur un brevet pre-internet datant de 1985 concernant l'envoi de musique sur un réseau, sans parler d'Amazon.com dont les poursuites ont fait régulièrement la Une des quotidiens⁷. Au delà des coûts non négligeables pour les parties, les enjeux de ces procès sont très importants : d'après Lerner (1995), les coûts de litige représentent aujourd'hui 1/4 des dépenses de R&D des firmes.

L'accroissement du nombre de litiges pourrait tout simplement s'expliquer par l'augmentation du nombre de brevets déposés, résultat d'une activité innovatrice plus intense. Toutefois, les statistiques suggèrent non seulement que les litiges sur brevets se font de plus en plus nombreux, mais que leur proportion sur l'ensemble des brevets augmente également. Plusieurs raisons peuvent être apportées à cette observation. D'une part, le champ de la protection plus étendu, et l'incertitude accrue sur la délimitation de ce champ rendent plus difficile la distinction entre ce qui est protégé et ce qui ne l'est pas, et peuvent conduire à des empiètements de brevets plus fréquents. Le progrès technologique conduit à une complexification de l'espace des technologies et des produits, dont les brevets se chevauchent inévitablement et font l'objet de plus de litiges. D'autre part, la propriété intellectuelle est plus valorisée par les firmes. Aujourd'hui, les actifs en propriété intellectuelle représentent en moyenne deux-tiers de la valeur d'une entreprise⁸. Les 500 plus grandes entreprises américaines consacrent une part de leur capital à la propriété intellectuelle (*i.e.* aux ac-

⁶Business Journal, 2 juillet 1999 ; Trends in Patent Infringement Lawsuits 1990-1999.

⁷Amazon.com a déposé le brevet américain No. 5.960.411, "une méthode et un système pour placer un ordre d'achat via un réseau de communication", dont l'intitulé, "1-click", a été déposé comme marque commerciale.

⁸Kevin Rivette, David Kline et Gerarld Mossinghoff, "Wall Street's Untapped Patent Opportunities" in Hidden Value : Profiting from the Intellectual Property Economy, Bruce Berman ed., 1999.

tifs intangibles) qui est passée de 38% en 1982 à près de 70% en 1999⁹. À partir de ce rôle aujourd'hui primordial des droits de propriété intellectuelle, nous nous intéressons ici aux comportements stratégiques des détenteurs de brevets. Conçus initialement comme une arme défensive contre l'imitation, incitation *ex ante* à l'innovation, il semble que les brevets soient devenus en définitive une arme stratégique offensive que les firmes utilisent pour défendre leur position de monopole. Le litige, ou simplement la menace d'un litige est aujourd'hui un élément essentiel de leurs stratégies commerciales¹⁰. Dans les secteurs des nouvelles technologies, et notamment des logiciels où le risque d'imitation est plus élevé qu'ailleurs, une part importante de leur budget est consacrée à la protection de la propriété intellectuelle et à son exploitation. En conséquence, l'activité de protection juridique des innovations génère de plus en plus d'argent. Le coût moyen d'un procès sur brevet est de 1,2 million de dollars pour chaque partie, et peut aller au delà de 6 millions de dollars¹¹. En outre, les revenus dérivés de licences sur brevets sont passés de 3 milliards de dollars en 1980 à 15 milliards de dollars en 1990 et à près de 140 milliards de dollars en 2002¹².

Ces différentes activités de protection juridique (dépôt du brevet, litiges) sont exercées par des cabinets d'avocats spécialisés dans le Droit de la Propriété Intellectuelle, qui interviennent à la fois *ex ante* dans la rédaction et le dépôt du brevet, et *ex post* pour faire respecter les droits de leurs clients en cas de litige. L'essor rapide de cette profession au cours des dix dernières années (l'office des brevets américain accrédite 1500 nouveaux spécialistes en propriété industrielle chaque année depuis 1997 ; leur nombre a doublé entre 1965 et 1992, de même qu'entre 1993 et 2002) révèle l'importance croissante que les firmes attachent aussi bien à la rédaction et au dépôt des brevets qu'à leur application (y compris les poursuites judiciaires)¹³.

⁹«The Patent Wars : The Battle to Own the World's Technology», Fred Warshofsky, 2000.

¹⁰Notons toutefois qu'il existe un risque à attaquer un concurrent pour infraction, dans la mesure où celui-ci peut contre-attaquer en contestant la validité du brevet du plaignant.

¹¹New York Times, 27 décembre 1998 ; R. Korman, «Business ; Lo ! Here Comes the Technology Patents. Lo ! Here come the Lawsuits».

¹²The Economist, 22 août 1992 ; Kevin Rivette et David Kline, «Rembrandts in the Attic : Unlocking the Hidden Value of Patents, Harvard Business School Press 2000 ; Samson Vermont, «Patent Risk and Reward, Some Surprising Statistics», www.usa-canada.les.org/chapters/newyork/vermontnotes.doc.

¹³La profession d'avocat en droit des brevets est citée parmi les plus lucratives de la Silicon Valley par le San Jose Mercury News (5 janvier 1999).

En résumé, on observe une interaction de plus en plus forte entre le secteur de R&D, qui produit des innovations, et le secteur juridique, qui produit de la protection. Bien que naturel, ce rapport de dépendance mutuelle peut se révéler problématique dans la mesure où il repose sur une asymétrie informationnelle. Peu ou mal informés en ce qui concerne les questions juridiques, les innovateurs ne disposent pas *a priori* des compétences requises pour assurer une protection efficace de leurs produits, et ne sont pas en mesure d'évaluer l'effort de protection de leurs avocats. Cette situation soulève un certain nombre d'interrogations. Comment les avocats peuvent-ils en tirer parti, et agir sur l'occurrence des conflits et leur issue ? Quel est l'impact de ces distorsions sur l'entrée et la structure de marché ? Comment le déroulement du procès *ex post* affecte-t-il la rédaction du brevet *ex ante* ?

Pour répondre à ces questions, nous proposons un modèle dans lequel l'avocat choisit de façon séquentielle deux variables. Le choix de ces variables s'effectue dans un contexte informationnel favorable à l'émergence de comportements d'aléa moral : il doit fournir un effort coûteux dans la rédaction et le dépôt du brevet puis dans le litige avec un imitateur potentiel. Ces deux étapes interagissent, car l'occurrence de litige sur un brevet dépend de l'effort de rédaction, c'est-à-dire de la manière dont ce brevet a été rédigé.

Nous considérons donc que le brevet n'est pas un droit exclusif, mais qu'il ne protège efficacement son détenteur qu'avec une certaine probabilité. Cette vision du brevet est reliée à celle de Shapiro et Lemley (2004), qui avancent la notion de "droit probabiliste".

Lorsque l'innovateur ne peut pas observer pas les efforts de l'avocat (*ex ante* et *ex post*), des conflits d'intérêt entre les deux parties sont susceptibles d'émerger. Ces conflits peuvent néanmoins être partiellement résolus si l'innovateur rémunère son avocat sur la base d'un contrat contingent au résultat observé. Il s'agit du pacte "*de quota litis*", qui stipule que le client est autorisé à payer les frais de son représentant légal en fonction du résultat¹⁴. L'innovateur offre donc à son avocat un contrat caractérisé par différents transferts, selon

¹⁴Plus précisément, le pacte "*de quota litis*" est une convention passée entre l'avocat et son client, avant la conclusion définitive d'une affaire intéressant ce client, par laquelle le client s'engage à verser à l'avocat une part du résultat de l'affaire, que celle-ci consiste en une somme d'argent ou en tout autre bien ou valeur.

qu'il y a litige et succès, litige et échec, ou aucun litige. Dans ce cadre simple de deux étapes successives d'aléa moral, nous caractérisons les conditions dans lesquelles l'inobservabilité des efforts de l'avocat conduit à des distorsions sur la fréquence des conflits (par rapport à une situation d'information complète).

Nous montrons que cette asymétrie d'information à deux étapes du processus de protection a un effet ambigu sur l'effort *ex ante*, selon la valeur des dommages au procès et la nature de la concurrence entre l'innovateur et l'imitateur. L'aléa moral *ex post* entre l'innovateur et son avocat réduit l'effort au procès, car les incitations de l'avocat à fournir cet effort demeurent plus faibles que celles de son client. L'innovateur, qui voit ses chances de gagner le procès affaiblies, est plus enclin à bloquer l'entrée *ex ante* afin d'éviter le litige. Mais l'aléa moral *ex ante* entre l'innovateur et son avocat agit dans l'autre sens : il diminue l'effort qui consiste à décourager l'entrée. En conséquence, l'effet global est incertain. A la différence d'un modèle multi-tâches (Holmstrom et Milgrom [1991]), les deux situations d'aléa moral sont ici séquentielles, donc le choix de l'effort *ex post* est conditionné par le résultat de l'effort *ex ante*. Nous comparons ensuite ces résultats avec le cas où un avocat différent intervient à chaque étape de la protection (il y a alors séparation entre les deux tâches, rédaction du brevet et règlement du litige). Cette séparation des tâches est souvent avancée dans la littérature sur les relations entre les médecins et leurs patients comme une solution aux problèmes de "demande induite" entre diagnostic et traitement. Nous montrons que si elle entraîne une réduction du contentieux sur brevets par rapport au premier rang, la séparation des tâches peut dans certains cas renforcer les distorsions créées par l'asymétrie d'information. Notons que cette séparation des tâches reflète le développement d'une nouvelle profession, celle de conseiller en propriété industrielle, qui n'est pas autorisée à comparaître devant un tribunal, mais qui peut aider les firmes à rédiger leurs brevets à un prix plus abordable que les cabinets d'avocats.

Si nous étudions ici la relation entre un innovateur et son avocat en propriété industrielle, cette situation de deux étapes successives d'aléa moral n'est cependant pas restreinte au cas des brevets. Elle s'applique plus généralement à tous les contrats dans lesquels l'avocat participe à la fois à la rédaction du contrat et au litige potentiel qui s'ensuit, et plus

particulièrement dans les cas où la complexité du domaine requiert des professionnels qualifiés et expérimentés, comme par exemple pour certains contrats de franchise dans des domaines techniques.

4.2 Le processus de protection, lien avec la littérature

La question du rôle des avocats dans le processus de protection des innovations se situe à la confluence de deux courants de la littérature économique : d'une part, la littérature sur les brevets et la mesure de leur protection, d'autre part l'analyse des relations client-avocat et les problèmes d'agence qu'elles soulèvent.

4.2.1 Le processus de protection

Le brevet est un document juridique qui comporte une description de l'invention protégée, suivie d'une liste de revendications qui définissent le champ de protection dans lequel les autres inventions violent les droits du détenteur. Dans le droit américain, le rôle d'une revendication est de fournir les "bornes et limites" du droit que le brevet confère à son détenteur pour exclure les autres de faire, utiliser, ou vendre l'invention protégée. Les revendications déterminent en grande partie la valeur économique du brevet à travers sa largeur, induisant un effet dissuasif sur l'entrée. En effet, il y a infraction du brevet si la contrefaçon a des éléments similaires à ceux décrits par les revendications. Plus précisément, les droits du détenteur d'un brevet sont enfreints si l'imitation potentielle comporte chacun des éléments d'une revendication du brevet. Un produit dont les éléments sont exactement les mêmes que ceux décrits par le brevet constitue une "infraction littérale" (*literal infringement*). Cependant, la plupart du temps, ces éléments sont similaires, sans toutefois être identiques. Intervient alors la doctrine des équivalents, selon laquelle un imitateur qui a modifié des détails mineurs ou peu substantiels de l'invention sans en changer l'essence est coupable de violation du brevet.

Par conséquent, plus le champ couvert par les revendications est étendu, plus il est difficile pour un concurrent potentiel d'entrer sur le marché sans pour autant violer le brevet.

La rédaction du brevet implique donc une grande variété de revendications et d'alternatives potentielles, dans un langage alliant des termes clairs et précis à une ambiguïté délibérée. Dans l'intérêt du détenteur du brevet, les termes des revendications, tout en étant peu nombreux, doivent englober de larges définitions pour laisser place à de l'incertitude juridique. En contrepartie du monopole qu'il confère à son détenteur, l'accord d'un brevet implique sa publication, de manière à diffuser l'invention et délimiter son champ aux yeux des concurrents. Les autres innovateurs, entrants et concurrents potentiels, observent donc le brevet avant de prendre leur décision d'entrer sur le marché. Le contenu et la forme des revendications jouent un rôle décisif dans ce choix. Un effort de rédaction élevé permet d'étendre le champ couvert par le brevet, ce qui dissuade les entrants potentiels, de telle sorte que son détenteur reste en monopole sans se faire imiter. L'objectif du détenteur d'un brevet est de couvrir un vaste champ de revendications en incluant une grande variété de descriptions. Dans le procès américain *Brener vs Manson* (1966), "l'art de rédiger le brevet" était décrit comme le fait de "révéler le moins d'informations possible tout en étendant le plus possible le champ des revendications"¹⁵.

Outre la façon même de rédiger les revendications, notons que cet effort comprend le jeu juridique avec les examinateurs de l'office des brevets lors du dépôt, qui consiste à leur faire accepter un brevet le plus large possible, sans qu'ils rejettent la formulation des revendications. Enfin, nous pouvons interpréter l'effort de rédaction et de dépôt en termes de portefeuille de brevets, c'est-à-dire comme le nombre de brevets déposés pour protéger les composantes d'une même invention. La stratégie de portefeuille de brevets est en effet de plus en plus répandue au sein des entreprises innovantes qui reconnaissent l'utiliser pour de multiples raisons commerciales, comme soutenir leur position de marché, protéger leurs efforts de R&D et générer des revenus de licences. Cependant, rédiger et soumettre plusieurs brevets à l'office des brevets est une stratégie plus coûteuse que se contenter d'un seul et même brevet pour l'invention dans son ensemble. De ce point de vue, l'idée selon laquelle un effort élevé réduit la probabilité de litige est confirmée empiriquement par les

¹⁵"Art of drafting patent claims so that they disclose as little useful information as possible while broadening the scope of the claims as widely as possible"

résultats de J. O. Lanjouw et M. Schankerman (2001), selon lesquels plus une firme possède de brevets sur son invention, moins elle est susceptible d'engager des poursuites judiciaires pour faire valoir ses droits.

La maîtrise du langage juridique requiert des compétences et une certaine expérience du Droit de la Propriété Intellectuelle offertes par des avocats spécialisés. Familiers des codes et des astuces que nécessite la rédaction du brevet, ils sont à même d'utiliser leur expertise juridique, à la fois dans la formulation des revendications et le choix des termes pour établir un brevet aussi large que possible, et dans la négociation avec les examinateurs pour le faire valider par l'Office des Brevets. Aux États-Unis en 1992, dans le procès de *Topliff vs Topliff*, on observait déjà que "les spécifications et les revendications d'un brevet constituent l'un des instruments juridiques les plus difficiles à rédiger avec exactitude, en particulier si l'invention est compliquée". Cette observation est confirmée par le nombre croissant de formations de rédaction des brevets offertes par les écoles de Droit.

Une fois son brevet rédigé et déposé auprès de l'Office des Brevets, l'innovateur surveille le marché afin de détecter les imitateurs potentiels. Il peut soupçonner l'infraction si d'autres firmes entrent sur le marché avec des produits ou des procédés similaires. Crampes et Langinier (2002) font une analyse de cette étape de surveillance et de détection. Si tel est le cas, le détenteur du brevet fait à nouveau appel à son avocat pour faire valoir ses droits et entamer des poursuites judiciaires à l'encontre de l'imitateur potentiel. Ces poursuites et le procès qui s'ensuit demandent un nouvel effort pour prouver la culpabilité de l'accusé, *i.e.* l'infraction du brevet. Le jugement du tribunal, et plus généralement l'issue du litige, dépendent de cet effort. Détecter et poursuivre des imitateurs offre au détenteur du brevet l'occasion de toucher une licence et des dommages potentiels au procès. Aux États-Unis, le plaignant, s'il est victorieux, reçoit des dommages compensatoires (qui compensent les pertes constatées liées à l'infraction), ainsi que des dommages punitifs si l'infraction est jugée intentionnelle, qui peuvent aller jusqu'au triple du dommage constaté¹⁶. En outre, les

¹⁶En Europe, la directive 2004/48/EC, bien qu'elle ne mentionne pas les dommages punitifs, offre à la victime le choix entre d'une part des dommages d'un montant fixe, égal au double du montant de royalties qui auraient été établies si l'imitateur avait demandé l'autorisation, et d'autre part des dommages compensatoires qui prendraient en compte des éléments autres que financiers, comme le préjudice moral par exemple. De plus les profits de l'imitateur peuvent être ajoutés aux dommages. Cette directive marque

poursuites judiciaires à l'encontre des imitateurs potentiels peuvent s'interpréter comme un moyen de délimiter le territoire protégé par son brevet, cela ayant valeur de signal à l'encontre des autres concurrents. Il en découle un effet de réputation et de dissuasion, qu'il est important de prendre en considération. Face à une firme à la réputation de gestion de son portefeuille de brevets agressive, les imitateurs potentiels restent sur leurs gardes. À plus long terme, cette firme est susceptible d'avoir à entamer moins de poursuites coûteuses, et d'augmenter ses revenus sur licences. Autrement dit, une stratégie offensive peut constituer la meilleure défense pour un détenteur de brevets. Dans les industries technologiques (des communications et logiciels aux médicaments et biotechnologies), les firmes utilisent les poursuites judiciaires comme une arme stratégique qui "protège leur position de leader dans l'industrie", "ralentit les concurrents" et leur offre des revenus supplémentaires potentiels¹⁷. En d'autres termes, le gain de l'innovateur lorsqu'il gagne le procès peut dépasser son gain lorsqu'il n'est pas imité et qu'il reste en monopole.

4.2.2 Le champ de protection des brevets

Il existe une littérature abondante sur les brevets et leur effet sur l'innovation et les structures de marché. Le processus de protection du brevet se fait en deux étapes : une étape *ex ante*, avant la délivrance, de rédaction / dépôt du brevet, et une étape *ex post*, après la délivrance, de litige pour faire valoir les droits du brevet. Si certains articles adoptent une approche *ex ante* et d'autres une approche *ex post*, aucun ne semble s'intéresser au lien entre ces deux étapes.

4.2.2.1 *Ex ante* : la rédaction et le dépôt du brevet

Les articles qui adoptent une approche *ex ante*, soit avant la délivrance du brevet, s'intéressent à ses caractéristiques économiques. Un brevet se caractérise par deux dimensions : la longueur, qui correspond à sa durée de vie, c'est-à-dire au nombre d'années entre sa dé-

un changement de législation, les dommages étant auparavant limités à la stricte compensation.

¹⁷New York Times, 27 décembre 1998 ; R. Korman, "Business ; Lo! Here Comes the Technology Patents. Lo! Here come the Lawsuits".

livrance et son expiration (date à laquelle il tombe dans le domaine public)¹⁸; la largeur, qui définit le champ d'application des droits d'exploitation et d'application conférés au détenteur. Généralement, la largeur est assimilée au degré de similarité entre deux inventions autorisée par le système sans qu'il y ait infraction du brevet. La plupart des articles analysent l'effet d'un changement des caractéristiques et dimensions du brevet sur l'arbitrage entre les incitations qu'il procure à l'innovateur et la sous-utilisation de l'innovation engendrée par le monopole. Leur objectif étant la caractérisation de la largeur optimale du brevet, ces articles considèrent cette variable comme un instrument qui doit donner suffisamment d'incitations à innover, tout en limitant les coûts sociaux issus de la situation de monopole créée par le brevet.

La question de la combinaison largeur/longueur du brevet est notamment analysée par Klemperer (1990), Gilbert et Shapiro (1990) et Gallini (1992) dans un cadre statique. Klemperer (1990) cherche à déterminer la largeur optimale du brevet, tandis que Gilbert et Shapiro (1990) étudient la portée du pouvoir de monopole du détenteur du brevet associée à une largeur donnée. La définition de la largeur est spécifique à chaque article, ce qui les amène à des conclusions différentes. À partir d'une interprétation de la largeur comme une caractéristique du brevet qui affecte le flux de profit du breveté, Gilbert et Shapiro (1990) montrent qu'à l'optimum social la longueur doit être infinie. Klemperer (1990), qui définit la largeur en termes de différenciation horizontale, comme la distance nécessaire par rapport au produit breveté pour ne pas violer le brevet, met en avant deux combinaisons optimales possibles des dimensions du brevet (largeur infinie/longueur finie ou longueur infinie/largeur finie) en fonction des préférences des consommateurs, qui déterminent les pertes sociales engendrées par chaque type de brevet (les consommateurs ne peuvent pas acquérir leur produit idéal si celui-ci enfreint un brevet.). Gallini (1992) interprète pour sa part la largeur du brevet comme le coût de développer un produit substitut au produit protégé sans pour autant enfreindre le brevet : plus le brevet est large, plus il est coûteux pour les concurrents potentiels d'entrer sur le même marché sans enfreindre le brevet, ce qui évite des coûts socialement inutiles de développement de substituts.

¹⁸La durée de vie est aujourd'hui bornée à 20 ans après la date de dépôt du brevet dans tous les pays.

En considérant l'activité de R&D comme un processus séquentiel, dans lequel le brevet permet aux innovateurs d'accéder aux connaissances de leurs prédécesseurs, certains articles soulèvent la question de l'incitation à innover, et à révéler leurs connaissances en déposant un brevet. Pour cela, ils introduisent la possibilité de violation d'un brevet initial par un second innovateur, qui donne lieu à un procès. Dans Chang (1995) et Green et Scotchmer (1995), la largeur du brevet initial détermine la probabilité d'infraction. La largeur correspond à l'amélioration minimale requise pour éviter de violer un brevet antérieur, et protège donc l'innovateur des améliorations futures du produit. La violation du brevet permet un transfert du second innovateur vers le premier à travers un accord de licence, *ex ante*¹⁹, ou *ex post*. Green et Scotchmer (1995) étudient la négociation des termes de cet accord entre les deux innovateurs, en fonction des dimensions du brevet, et montrent que l'accord *ex ante* assure l'entrée du second innovateur, mais ne permet pas au premier innovateur de capturer la totalité du surplus du second innovateur. En mettant l'accent sur l'aspect diffusion de l'innovation, Matutes et *alii* (1996) puis O'Donoghue et *alii* (1998) cherchent le couple largeur-longueur du brevet qui maximise une fonction de bien-être social. Ils raisonnent dans le cadre d'une séquence infinie d'innovations sur une échelle de qualité. Pour Matutes et *alii* (1996), un brevet large réserve à son détenteur un certain nombre d'applications et le bien-être est maximisé par des brevets de largeur limitée et de longueur infinie. O'Donoghue et *alii* (1998) mettent en évidence la notion de durée de vie "effective" d'un brevet, qui s'arrête lorsque le produit est détrôné par un autre de meilleure qualité. Cette durée effective dépend non seulement de la longueur mais également de la largeur : un régime dans lequel la longueur est faible et la largeur illimitée se révèle le plus efficace, car il assure une diffusion rapide des nouveaux produits (i.e. la durée de vie effective est plus courte).

4.2.2.2 *Ex post* : le litige

Les articles qui adoptent une approche *ex post*, une fois le brevet délivré et s'il fait l'objet d'un litige, étudient quant à eux le comportement du détenteur du brevet et les

¹⁹avant l'introduction sur le marché du second produit, il s'agit alors d'une "joint venture"

issues possible du litige. Le système de protection des brevets est imparfait, dans la mesure où le respect des droits et leur délimitation peuvent poser problème, et créer des situations de litiges, où le détenteur de droits accuse un concurrent d'infraction. Ces situations de litiges ont été étudiées par Aoki et Hu (1999a et 1999b) et Crampes et Langinier (2002). Aoki et Hu (1999a et 1999b) analysent le déroulement et les issues possibles d'un litige entre le détenteur d'un brevet et un imitateur potentiel. L'issue du procès est incertaine, et dépend de la probabilité exogène avec laquelle le tribunal juge que le brevet est enfreint, auquel cas l'imitateur doit verser à l'innovateur des dommages, constitués de dommages compensatoires pour la perte réelle liée à l'imitation, et de dommages punitifs. Les auteurs analysent les incitations des deux parties à régler le litige à l'amiable ou à aller en procès, en comparant la règle américaine (où chaque partie paye son propre coût de procès) à la règle anglaise (où le perdant du procès paye tous les coûts de procès). Dans le cadre plus élaboré de Crampes et Langinier (2002), un entrant potentiel fait face au détenteur d'un brevet qui investit dans la surveillance du marché pour détecter des imitateurs potentiels. S'il y a entrée et détection, le détenteur du brevet peut choisir de poursuivre en justice l'imitateur, de lui proposer un accord à l'amiable, ou de ne rien faire, selon les coûts associés à chacune de ces issues.

Si ces articles analysent précisément les enjeux et les impacts d'un litige entre le détenteur du brevet et l'entrant potentiel, ils ne s'intéressent cependant pas à l'impact de la largeur du brevet sur le litige, c'est-à-dire au lien entre les étapes *ex ante* et *ex post* du processus de protection.

4.2.2.3 Lien entre largeur du brevet et litige

La plupart des articles qui étudient les litiges sur brevets se placent *ex post*, et ne s'intéressent pas aux raisons qui ont conduit au litige. Or la largeur du brevet, dont les effets ont par ailleurs été étudiés dans de nombreux travaux, a un impact potentiel sur l'entrée des concurrents. Elle influence non seulement la probabilité de litige, mais également son issue, à travers le fait qu'il y ait infraction ou non. Dimension variable propre à chaque brevet, la largeur donne lieu à deux types d'interprétations, selon que l'on se situe dans un système "de

barrières” (*“fencepost”*), qui ne laisse pas de place à de l’incertitude juridique ou un système “de bornes” (*“signpost”*), dans lequel la largeur peut être interprétée subjectivement. Plus précisément, dans un système “de bornes”, les entrants ne savent pas situer exactement les frontières du brevet (ils ne distinguent pas clairement ce qui est protégé de ce qui ne l’est pas), de sorte qu’ils ignorent en partie s’ils vont enfreindre le brevet en entrant sur le marché. Au contraire du système “de barrières”, pour lequel les revendications définissent le champ exact de protection du brevet, dans le système “de bornes” les revendications ne donnent qu’une indication de ce champ. Choi (2002) décrit le système “de barrières” comme délimitant clairement le périmètre des revendications du brevet, et le système “de bornes” comme indiquant simplement au lecteur la direction vers laquelle il ne peut s’aventurer sans payer de licence. La plupart des articles économiques reposent sur un système “de barrières”, avec une interprétation exacte de la largeur du brevet, sans qu’un recours à la justice sur l’infraction ou la validité du brevet soit nécessaire. Toutefois, certains articles font exception, parmi lesquels Meurer (1989), Waterson (1990) et Choi (1998). Dans l’article de Waterson (1990), une firme qui observe un brevet décide ou non d’entrer, et où entrer dans l’espace des produits (il choisit la distance sur un segment par rapport au produit breveté, situé au milieu du segment). L’entrant potentiel prend en compte le coût espéré si il est poursuivi en justice par le détenteur du brevet pour violation de ses droits. L’issue du procès est incertaine, et le coût espéré de l’imitateur est d’autant plus élevé qu’il se localise près du produit breveté sur le segment. Choi (1998) considère les effets de réputation engendrés par le litige. Le litige résulte en une externalité informationnelle concernant le brevet : si à l’issue du litige le brevet est invalidé²⁰, alors son contenu peut être utilisé par les concurrents du détenteur du brevet qui sont alors incités à entrer sur le marché. Ainsi celui-ci peut ne pas avoir intérêt à poursuivre un imitateur afin de ne pas révéler d’information concernant son brevet.

Cette incertitude liée à la lecture subjective du brevet et à l’interprétation des revendications est expliquée par Merges et Nelson (1990) à partir de la jurisprudence américaine.

²⁰Rappelons que le défendant a la possibilité de contre-attaquer le plaignant en contestant la validité de son brevet.

Leur analyse se rapproche de celle d'un système "de bornes". En effet, ils montrent -entre autres- que l'issue d'un litige, incertaine, repose en partie sur l'interprétation de la largeur du brevet par la cour, à partir de la doctrine des équivalents.

Insistons sur le fait qu'à la différence de la longueur qui est un paramètre fixé par les autorités, la largeur du brevet peut être déterminée, du moins en partie, par le détenteur du brevet, et est donc une caractéristique propre à chaque brevet. Toutefois, le choix de la largeur du brevet par l'innovateur, c'est-à-dire la décision endogène du degré de protection du brevet par son détenteur une fois l'innovation réalisée, n'a quasiment jamais été analysée formellement, à l'exception de l'article récent de Yiannaka et Fulton (2003). Ces auteurs analysent le comportement optimal d'une entreprise qui détermine sa largeur de brevet (ils cherchent donc la largeur optimale privée et non pas sociale), lorsqu'il est confronté à la menace d'entrée d'un concurrent. L'entrant entre avec un produit dont il choisit le degré de différenciation par rapport au produit breveté, décision qui détermine si son produit tombe ou non dans le champ du brevet. Les auteurs considèrent un système de brevets de "barrières", dans lequel l'infraction est certaine si le produit de l'entrant se situe dans les frontières du brevet. Toutefois, ils prennent en compte la possibilité pour l'entrant de contester la validité du brevet, un brevet étant d'autant plus susceptible d'être invalidé qu'il est large. Le détenteur du brevet arbitre donc entre un brevet large qui augmente la différenciation du produit concurrent et réduit la concurrence si le concurrent choisit de ne pas enfreindre le brevet, et un brevet étroit qui augmente ses chances de gagner le procès en cas d'infraction du brevet par le concurrent.

Néanmoins, aucun de ces travaux ne fait intervenir les avocats dans le processus de protection et dans la procédure judiciaire, occultant leur rôle et les distorsions potentielles liées à la relation client-avocat analysées dans le courant de littérature présenté dans le paragraphe suivant.

4.2.3 Les relations clients-avocats

De nombreux articles à la frontière du droit et de l'économie ont pour objet les relations entre client-avocat lors des conflits juridiques (litiges). Les avocats ont pour rôle de

représenter leurs clients, mais leur pouvoir de décision et l'incapacité des clients d'observer toutes leurs actions leur offrent la possibilité de poursuivre leurs propres intérêts, parfois différents de ceux de leurs clients. Outre l'effet de réputation qui peut dissuader les avocats d'outrepasser leur rôle et de détourner la situation en leur faveur, le seul outil qui permette aux clients de lutter contre ces divergences est le mode de rémunération des avocats, autrement dit le type d'honoraires qu'ils perçoivent.

D'après Cooter et Rubinfeld (1989), un conflit juridique se déroule en 4 étapes. À la première étape, un agent subit un dommage initial (appelé "accident"); la probabilité que ce dommage survienne dépend des précautions prises par l'auteur du dommage. À la deuxième étape, la victime du dommage décide de porter plainte. À la troisième étape le plaignant (P) et le défendeur (D) tentent de résoudre le litige par un accord à l'amiable. Enfin, à la quatrième étape, l'affaire est portée au tribunal en cas d'échec de la négociation. Si la victime décide de porter plainte (à l'étape 2), elle engage un avocat (A) pour la représenter dans les deux dernières étapes²¹.

4.2.3.1 Les problèmes d'agence

Un grand nombre d'articles porte sur la relation entre le plaignant et son avocat, et les conflits d'intérêts soulevés par l'implication de l'avocat dans le litige. Ces conflits d'intérêts sont le résultat de divergences d'objectifs entre l'avocat et le client, qui dépendent du type des honoraires de l'avocat. Deux types d'honoraires sont généralement étudiés et comparés : les honoraires à l'heure, où l'avocat touche un montant indépendant du résultat du conflit, et les honoraires au résultat, où l'avocat touche un pourcentage du dommage, déterminé soit à l'amiable soit par le tribunal.

La plupart des articles qui analysent la relation client-avocat mettent en avant un problème d'aléa moral dans le procès, le client n'étant pas en mesure d'observer l'effort de l'avocat (le temps investi dans la préparation du procès). Or cet effort e détermine l'issue du procès, à travers la probabilité $p(e)$ ($p' > 0, p'' < 0$) que le plaignant gagne l'affaire (Polinsky et Rubinfeld [2001]) ou le dédommagement espéré $D(e)$ ($D' > 0, D'' < 0$) (Hay

²¹Deffains (1997) propose une étude détaillée de l'analyse économique des conflits juridiques.

[1996] et [1997], Santore et Viard [2001]). Incapable d'observer l'effort e de l'avocat, le plaignant ne peut pas le rémunérer à l'heure (en fonction de cet effort), et se voit contraint de lui verser un pourcentage α du résultat (une part $\alpha p(e)$ du dommage, ou un montant $\alpha D(e)$). Cette solution de second rang est plus incitative que les honoraires à l'heure, mais conduit cependant à un effort insuffisant de l'avocat par rapport à l'effort qui serait choisi par le plaignant en information complète (c'est-à-dire au premier rang). En effet, l'avocat supporte le coût de l'effort (e), mais ne récupère qu'une part $\alpha \leq 1$ du bénéfice de cet effort. Son objectif est alors $\max_e \alpha D(e) - e$, tandis que l'objectif de son client serait $\max_e D(e) - e$. En outre, lorsqu'il détermine la part α du dommage qu'il doit allouer à son avocat, le plaignant doit arbitrer entre le montant du dommage espéré et la part qu'il peut en retirer : une augmentation de α incite l'avocat à accroître son effort e , ce qui a pour effet d'augmenter le gain espéré $D(e)$, mais en contrepartie la part $(1 - \alpha)$ que le plaignant en retire diminue (Hay [1996]). Il faut noter que cette approche par des contrats linéaires entre le client et son avocat ne traite pas toutes les manières d'inciter l'avocat : fonction linéaire du gain du plaignant $D(e)$, le transfert qu'il verse à l'avocat $\alpha D(e)$ ne maximise pas son gain net espéré, et impose des contraintes sur l'effort optimal qui creusent les distortions par rapport à l'optimum en information complète.

D'autres articles soulèvent un autre problème d'agence lié à l'effort de l'avocat (comme par exemple Emons [2000]). Il s'agit du problème d'expertise, dans lequel le client observe l'effort de l'avocat, mais pas la qualité de l'affaire, c'est-à-dire les chances de succès au procès. L'avocat, en revanche, est en mesure d'évaluer cette qualité en effectuant un certain effort. Après observation, il peut porter une "mauvaise" affaire au tribunal immédiatement, ou bien fournir un effort supplémentaire pour l'améliorer. Dans ces conditions, des honoraires au résultat peuvent avoir l'effet néfaste d'inciter l'avocat à porter toutes les affaires en procès immédiatement sans fournir d'effort supplémentaire, tandis que des honoraires à l'heure peuvent donner les incitations adéquates à l'avocat en le rendant indifférent entre fournir un effort supplémentaire et porter l'affaire directement en procès.

En résumé et conformément aux résultats, les honoraires contingents au résultat sont plus incitatifs que les honoraires à l'heure lorsque le client ne peut observer l'effort de

son avocat (dans un cadre d'aléa moral), tandis qu'il le sont moins dans les problèmes d'expertise. D'une manière générale, ces articles ne considèrent que des transferts positifs du client à l'avocat, malgré le caractère incitatif de pénalités pour l'avocat en cas d'échec (qui permettraient de retrouver le premier rang, en assimilant complètement les droits du client aux intérêts de l'avocat). Toutefois, ces restrictions sont justifiées, d'une part pour des raisons de législation (la loi interdit aux avocats de fournir une aide financière à leur client en lien avec le litige) et d'autre part, en raison des problèmes d'antisélection que de tels transferts peuvent créer du côté du client. Par exemple, le client pourrait vouloir cacher la qualité de l'affaire à l'avocat dans le but de perdre le procès et d'obtenir une compensation financière de la part de l'avocat. Enfin, une justification standard de la littérature réside dans le fait que la contrainte de responsabilité limitée est un moyen de capturer l'aversion au risque de revenu de l'agent.

Bien entendu, les restrictions aux transferts non négatifs profitent aux avocats, car ils leur confèrent des profits positifs tant que les coûts fixes de procès ne sont pas trop élevés.

4.2.3.2 La négociation

Par ailleurs, certains articles s'intéressent à la décision d'accord à l'amiable préalable au procès (étape 3). Une fois encore, l'avocat y joue un rôle déterminant, car le client lui délègue souvent le pouvoir de décision du fait de son manque d'expertise juridique. Ces articles comportent soit deux joueurs : le plaignant et son avocat (Miller [1987] où l'issue du procès est exogène, Hay [1997] où l'issue du procès endogène dépend de l'effort de l'avocat), soit trois joueurs : le plaignant (P), son avocat (A) et le défendeur (D) (Gravelle et Waterson [1993] où l'issue du procès est exogène, Polinsky et Rubinfeld [2001] où l'issue du procès endogène dépend de l'effort de l'avocat). Dans les articles à deux joueurs, la décision de négociation se fait sur une offre d'arrangement à l'amiable S exogène. Dans Miller (1987), le coût d'entamer des poursuites judiciaires C est exogène, et dans Hay (1997), l'effort e représente le coût endogène d'aller en procès. Dans les articles à trois joueurs, il y a asymétrie d'information sur un paramètre de la négociation : dans Gravelle et Waterson (1993), le défendeur n'observe pas le montant du dommage qu'il a fait subir au plaignant,

alors que dans Polinsky et Rubinfeld (2001), le plaignant (et son avocat) n'observe pas le coût du défendeur à subir un procès. La proposition de négociation endogène est faite par la partie non informée à la partie informée sous la forme d'une offre (par le défendeur) ou d'une demande (par le plaignant ou son avocat) "take-it-or-leave-it". Si la proposition est acceptée, il y a arrangement, sinon il y a procès.

Ces différents articles montrent que si l'avocat a le pouvoir de décision entre accepter ou refuser l'offre, alors il accepte l'arrangement à un montant inférieur à celui qu'aurait choisi son client : son gain espéré au procès étant plus faible, l'avocat accepte donc l'arrangement à un montant plus faible. Cet écart est accru lorsqu'un problème d'aléa moral au procès vient se greffer à la relation plaignant-avocat, puisque la différence des gains espérés au procès est d'autant plus grande que l'effort de l'avocat est sous-optimal. Lorsqu'il est payé en fonction du résultat, l'avocat pousse à la négociation. En revanche, lorsqu'il est payé à l'heure, le gain de l'avocat est d'autant plus élevé que l'affaire se prolonge dans le temps ; on peut donc s'attendre à ce que l'avocat pousse au procès tant que son salaire horaire est supérieur au coût d'opportunité de son effort (on retrouve ce résultat dans Miller [1987])²².

En résumé, ces articles ont en commun de montrer que dans l'incapacité de récupérer la totalité des bénéfices de son effort, l'avocat fournit un effort insuffisant au procès. Cela lui confère un gain espéré au procès inférieur à celui que le plaignant obtiendrait en information complète, ce qui le conduit à accepter un montant plus faible dans l'accord à l'amiable. Les litiges sur brevets sont pour la plupart résolus à l'amiable, sans faire l'objet d'un procès au tribunal. L'avocat d'un innovateur a donc également un rôle dans la négociation et doit fournir un effort afin de défendre les droits de son client lors des réunions avec la partie adverse. Si l'étape de négociation n'est pas négligeable dans la résolution d'un litige, son déroulement et son issue peuvent néanmoins être considérés comme équivalents à ceux du procès en ce qui concerne l'effort de l'avocat et sa relation avec l'innovateur. C'est pourquoi nous ne traiterons que le procès dans notre analyse.

Toutefois, ces articles ne considèrent la relation client-avocat qu'*ex post*, une fois l'in-

²²Notons que les précautions prises par le défendeur pour éviter l'accident (étape 1) sont d'autant plus faibles que ses pertes espérées en cas de litiges sont faibles. La probabilité d'accident est donc supérieure à la probabilité optimale lorsque l'avocat est payé au résultat.

fraction constatée et la plainte déposée par le plaignant. Ils n’abordent pas la question de l’origine du litige et de l’influence de l’avocat *ex ante*. Il existe pourtant certains domaines juridiques où l’avocat joue un rôle *ex ante* et *ex post*. Comme nous l’avons expliqué, c’est le cas des brevets, pour lesquels l’avocat intervient à la fois dans la rédaction et le dépôt, et dans les litiges potentiels. Or ces deux activités sont étroitement liées : par le biais de la rédaction et le dépôt du brevet les avocats en propriété industrielle influencent la probabilité de litige.

4.3 Le Modèle

Un brevet est un document légal, qui décrit l’invention et revendique un champ de protection au delà de l’invention en tant que telle. Un avocat qui poursuit les mêmes intérêts que son client rédige le brevet de manière à marquer une certaine distance par rapport aux produits concurrents, voire à bloquer leur développement. Si un entrant pénètre le marché de l’innovateur, celui-ci peut l’accuser d’enfreindre le brevet et provoquer un litige. Dans ce cas la relation se poursuit, car le client doit alors à nouveau faire appel à son avocat pour le représenter et faire valoir ses droits. L’implication de l’avocat dans le litige potentiel peut influencer son comportement *ex ante* dans la rédaction du brevet. Il peut par exemple être incité à fournir un effort de rédaction sous-optimal²³, si le profit actualisé qu’il peut espérer retirer du litige est supérieur à son profit de réservation.

Dans cette section, nous présentons les hypothèses du modèle. Plus précisément, nous décrivons le processus de protection d’une invention, ainsi que le déroulement de la relation entre l’innovateur et son avocat. Dans un premier temps, nous présentons l’étape de rédaction et de dépôt du brevet (l’instruction : “*patent prosecution*”). Dans un second temps nous présentons l’étape de litige (le litige : “*patent litigation*”). Enfin, nous présentons le contrat entre l’innovateur et l’avocat.

²³Cet effort comprend la recherche de prior art, l’étude des innovations subséquentes possibles, la rédaction des revendications, les négociations avec les examinateurs de l’office des brevets, *etc.*)

4.3.1 L'instruction

Le processus d'obtention d'un brevet est appelé "instruction" du brevet. Il consiste à préparer, rédiger et soumettre la demande de brevet, puis à fournir des réponses et des révisions aux objections des examinateurs de l'office des brevets concernant les revendications.

Pour protéger son invention, un innovateur (**I**) fait appel à un avocat (**A**), à qui il confie le soin de rédiger et déposer un brevet auprès de l'office des brevets. L'instruction du brevet est une activité multidimensionnelle : elle consiste à rédiger les revendications du brevet de manière à couvrir un vaste champ de protection, tout en leur faisant jouer le rôle de barrière à l'entrée à l'encontre des concurrents puis à les faire accepter par les examinateurs de l'office des brevets²⁴. Un brevet rédigé de façon efficace permet à son détenteur de protéger sa position de monopole en réduisant le risque d'empiétement par d'autres firmes. L'instruction du brevet demande un effort coûteux, noté p ($p \in [0, 1]$), que nous assimilons à la qualité de la rédaction. Un effort de rédaction élevé limite la probabilité d'entrée par un concurrent dans le champ du brevet (et d'infraction éventuelle), assimilée à $1 - p$.

Nous considérons que le coût de l'effort d'instruction $\gamma(p)$ est croissant et convexe, tel que $\gamma(p) = 0$ ²⁵. De plus, nous supposons qu'il n'y a pas de coût fixe dans la rédaction du brevet²⁶. Pour la résolution du modèle, nous considérons une forme quadratique notée $\gamma(p) = \frac{\gamma p^2}{2}$. Toutefois les résultats ne dépendent pas de cette forme.

L'innovateur dispose des compétences technologiques pour développer son invention, mais pas des compétences juridiques que demande sa protection au sein du système com-

²⁴Le processus d'examen de la demande de brevet consiste en une série d'échanges et de négociations entre l'avocat et l'examineur : une fois la demande reçue, l'examineur indique ses objections dans une "notification" ; l'avocat répond en argumentant et/ou en réduisant la portée des revendications ; ces réponses aux notifications successives peuvent représenter le double ou le triple du coût de la rédaction de la demande de brevet initiale pour l'innovateur.

²⁵L'effort d'instruction consiste en partie à rédiger les revendications, par principe ordonnées de manière à partir de la plus générale pour finir à la plus ciblée. L'écriture de la dernière revendication a donc un impact et un rendement plus faibles que la première.

²⁶Notons que le coût d'instruction peut inclure le coût de dépôt auprès de l'office des brevets. En effet, bien que ce coût soit d'un montant fixe, l'effort d'instruction consiste aussi à déposer le brevet dans plusieurs pays, impliquant ainsi une duplication de ce coût.

plexe du droit des brevets. La demande et le dépôt d'un brevet ne sont pas un processus évident et automatique, le rédiger de manière à limiter les risques d'empiétement tout en le rendant le plus large possible exige une formation et une expérience du domaine juridique. En tant qu'expert juridique, un avocat spécialisé en propriété industrielle et en droit des brevets est en mesure d'aider l'innovateur à obtenir une protection efficace, tout en répondant aux critères de brevetabilité imposés par l'office des brevets. Outre ce problème d'expertise, l'innovateur peut vouloir engager un avocat pour des raisons de signal sur la qualité de son brevet. Bien qu'autorisés à déposer leurs brevets eux-même auprès des autorités, les innovateurs s'adressent la plupart du temps à des cabinets juridiques spécialisés, qui les représentent pour la rédaction et la soumission du brevet à l'office des brevets. Être représenté par un avocat peut avoir un effet de signal auprès des examinateurs de l'office des brevets, ainsi que des concurrents. En effet, il est possible que les examinateurs considèrent un brevet sollicité par un avocat comme *a priori* plus rigoureux et plus en conformité avec les critères de brevetabilité, et soient donc moins sévères dans le processus d'attribution du brevet. De même, les concurrents peuvent être *a priori* plus prudents quant à leur décision d'entrée, face à l'expertise juridique de l'avocat. Le fait de faire appel à un avocat a également une valeur d'engagement, qui permet de rendre crédibles les stratégies de l'innovateur. Par exemple, les concurrents d'un innovateur peuvent considérer ses menaces de poursuites judiciaires pour infraction du brevet différemment selon que l'innovateur est représenté ou non par un avocat. Il se peut notamment qu'un avocat soit plus enclin que son client à porter l'affaire au tribunal, à moins que l'accord à l'amiable ne soit très favorable à la partie plaignante. Face à un avocat procédurier, les concurrents sont alors amenés à formuler des propositions d'accord à l'amiable plus généreuses que face à un innovateur.

Il est important de noter que notre analyse ne prend en compte que des inventions dont la commercialisation en révèle le contenu, et pour lesquelles le secret est donc une protection inefficace. En d'autres termes, le brevet est l'unique rempart possible contre l'entrée, et garder le secret expose l'innovateur à l'imitation par les autres firmes. Plus précisément, un innovateur pourrait préférer garder le secret plutôt que de déposer un brevet, protection qui implique la divulgation de l'invention. À la différence du brevet, le

secret est une protection qui ne coûte rien, sa contrepartie étant qu'aucun droit ne peut être revendiqué en cas d'imitation. Dans notre modèle, adopter le secret consiste à faire un effort nul d'instruction, et conduit à l'entrée certaine. Il s'agit donc d'inventions qui ne peuvent être valorisées autrement que par le biais du brevet, sur lesquelles le “*reverse engineering*” est facile à réaliser²⁷.

4.3.2 Le litige

Une fois le brevet rédigé et déposé, nous assimilons la probabilité d'entrée à $1 - p$. Avec une probabilité p , il n'y a pas d'entrée : l'innovateur demeure en monopole, et son profit est π^m . Avec une probabilité $1 - p$, il y a entrée, détectée par l'innovateur comme une infraction du brevet. Il s'ensuit une situation de conflit entre l'innovateur et l'entrant (*étape de litige*), où **I** (le plaignant) fait à nouveau appel à l'avocat **A** pour poursuivre l'entrant (l'accusé) pour violation de ses droits. L'avocat joue également un rôle essentiel dans la stratégie adoptée au litige pour faire valoir les droits de son client. Généralement moins bien informés que leur avocat sur la loi et la valeur de l'effort au litige, les innovateurs sont contraints de s'en remettre à leurs compétences. A peut influencer l'issue du litige en fournissant un effort coûteux noté q ($q \in [0, 1]$). Cet effort, mesuré par les dépenses lors de la procédure (le nombre d'heures passées sur le dossier par exemple) accroît les chances de succès au procès. Autrement dit, le succès du plaignant dépend de la qualité et de la quantité d'effort que son avocat consacre au litige.

Nous considérons que le coût de l'effort de litige $\mu(q)$ est croissant et convexe, tel que $\mu(0) = 0$ ²⁸. Pour la résolution du modèle, nous considérons une forme quadratique notée $\mu(q) = \frac{\mu q^2}{2}$.

Nous assimilons la probabilité de succès du plaignant au litige à l'effort q . Dans ce cas le défendeur est jugé coupable de violation du brevet, et le profit de **I** est noté π^w . Avec

²⁷C'est par exemple le cas du secteur pharmaceutique et des biotechnologies, où le “*reverse engineering*” pour identifier une molécule demande environ une semaine de travail à une équipe de quatre personnes et coûte entre 50.000 et 100.000 euros

²⁸L'effort de litige consiste à préparer la stratégie qui permettra de prouver l'infraction et de gagner le procès. Les principaux arguments qui fondent la plaidoirie de l'avocat sont ceux qu'il a préparés en premier, et les derniers efforts apportés n'ont qu'un effet marginal sur le verdict.

une probabilité $1 - q$, le tribunal juge qu'il n'y a pas infraction, le plaignant **I** perd l'affaire, et obtient un profit π^l .

Dans le modèle, le litige est représenté comme un procès. En réalité, la plupart des litiges sur brevets sont résolus à l'amiable, préalablement au dépôt d'une plainte pour infraction auprès d'un tribunal. Toutefois, le déroulement et l'issue d'un accord à l'amiable entre les parties reflète ce qui se serait produit au procès. C'est pourquoi nous notre représentation est une façon de résumer le litige sous toutes ses formes possibles.

4.3.3 Contrat

Au début de leur relation (*ex ante*, avant l'étape d'instruction), l'innovateur propose un contrat à son avocat. Nous considérons que les deux agents sont neutres vis-à-vis du risque²⁹.

Les barrières informationnelles décrites plus haut empêchent l'innovateur de surveiller de près le comportement de son avocat lors des étapes d'instruction et de litige, et de spécifier dans le contrat le niveau d'effort que l'avocat doit accomplir à chacune des deux étapes. Cela donne lieu à un conflit d'intérêt potentiel, qui peut être partiellement résolu si l'avocat est rémunéré de manière contingente au résultat de son effort. L'innovateur, lorsqu'il spécifie les termes du contrat, doit se fonder sur le résultat qu'il sera en mesure d'observer : s'il demeure en monopole, ou s'il est en duopole (s'il y a entrée) et qu'il emporte le litige, ou enfin s'il est en duopole (s'il y a entrée) et qu'il perd le litige. En ce qui concerne l'effort d'instruction, cette distinction peut s'expliquer de plusieurs manières. Tout d'abord, nous considérons que l'innovateur distingue les différentes situations possibles, résultats de l'effort de l'avocat, selon le profit qu'il en retire : π^m (monopole), π^w (litige et succès) ou π^l (litige et échec)³⁰. De plus, nous supposons que l'innovateur ne peut pas contracter directement sur la largeur du brevet, caractéristique juridique dont l'interprétation est subjective et soumise à variations. Enfin, si l'entrée dépend d'éléments non observables,

²⁹L'avocat est en réalité un cabinet juridique, qui travaille sur plusieurs affaires en même temps, entre lesquelles il étale les risques de perdre.

³⁰Contrairement aux articles de la littérature sur les relations clients-avocats décrits précédemment, le type de contrat entre l'innovateur et son avocat ne se limite pas à un contrat linéaire.

comme par exemple le coût d'entrée de l'entrant potentiel, il ne peut pas en tenir compte au moment de spécifier le contrat, et doit s'en tenir à la réaction observée de l'entrant potentiel (qui décide ou non d'entrer sur le marché).

I propose donc à **A** un contrat (t_m, t_w, t_l) . Ces transferts sont soumis à la règle de responsabilité limitée (“*limited liability*”, voir par exemple Shavell [1986], Innes [1990], Deffains [2000]) qui leur interdit d’être négatifs.

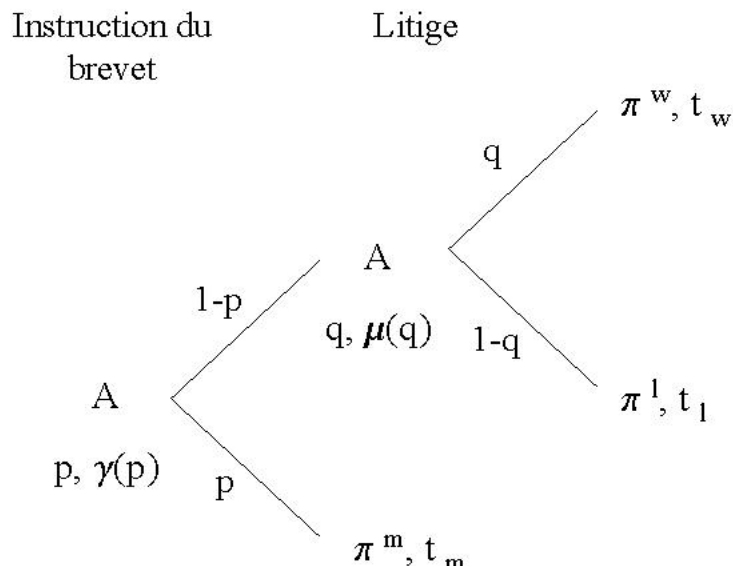
L’innovateur n’est pas en mesure de punir l’avocat et ne peut utiliser que la récompense pour l’inciter à fournir un certain niveau d’effort. La situation la plus risquée pour l’avocat (la pire situation) est donc une situation dans laquelle il reçoit un transfert nul. La règle de responsabilité limitée oblige l’innovateur à laisser une rente à l’avocat en asymétrie d’information. Notons que si l’avocat était averse par rapport au risque, l’innovateur serait également contraint de lui laisser une prime afin de l’assurer. La responsabilité limitée est donc une manière simplifiée de représenter l’aversion au risque de l’agent³¹.

Le déroulement du jeu est représenté par la Figure 4.1.

Pour simplifier (et sans pertes de généralités), nous normalisons π^l à 0 et nous noterons $\pi^m = \pi$ et $\pi^w = W$. En cas d’échec au procès, l’entrant reste sur le marché et peut commercialiser son produit librement, de sorte que la structure de marché est un duopole. Le paramètre π mesure donc le gain de l’innovateur à être en monopole plutôt qu’en concurrence avec l’entrant. En cas de succès au procès, l’innovateur a un profit W , dont le montant illustre plusieurs situations possibles : il peut par exemple empêcher le défenseur d’utiliser son brevet et le forcer à sortir du marché, pour conserver sa position de monopole³² ; il peut également obtenir des dommages pour l’infraction (sous forme de compensation sur les pertes de profits ou de royalties) ; aux États-Unis, si cette infraction se révèle intentionnelle, le défenseur peut devoir payer le triple du dommage réel (dans ce cas, $W \geq 3\pi$) ; il existe également un gain non quantifiable, un signal à l’égard des autres firmes qui interprètent le succès de l’innovateur comme un rempart supplémentaire à ne pas

³¹Toutefois, si le jeu était répété, le fait que sa réputation se dégrade en cas d’échecs successifs représenterait pour l’avocat une forme de punition dont le modèle ne tient pas compte.

³²Il peut même bloquer la commercialisation du produit dès son lancement (dans ce cas, $W = \pi$) : cette procédure est appelée “*preliminary injunction*”.

FIG. 4.1: Le contrat entre **I** et **A**

franchir, ce qui renforce et étend éventuellement son pouvoir de marché³³. Notons que si le litige est résolu à l'amiable avant que le procès ne soit entamé, le montant licence versée par le défenseur à l'innovateur reflète ces différentes possibilités. Dans la suite du modèle, nous supposons juste que $W \geq 0$ et qu'il peut prendre différentes valeurs, inférieures ou supérieures à π .

Notons que le gain π de l'innovateur à être en monopole plutôt qu'en concurrence avec l'entrant dépend du type des produits (ou des technologies) commercialisés par l'innovateur et l'entrant. Si l'entrant utilise le brevet de l'innovateur pour commercialiser un produit similaire, l'innovateur souffre de la concurrence avec l'entrant et π est élevé. En revanche, si l'entrant utilise son brevet pour commercialiser un produit différent dont la technologie repose sur celle de l'invention brevetée, la concurrence n'affecte pas le profit de monopole de l'innovateur et π est faible. Cette différence peut également refléter la distinction entre une innovation de procédé et innovation de produit : composante d'un produit particulier, une innovation de procédé peut être réutilisée dans un produit complètement différent

³³A long terme, cela peut être résumé dans la définition de W , qui est une forme réduite d'un flux de profits.

commercialisé sur un autre marché (π est alors faible)³⁴, tandis qu'une innovation de produit est susceptible d'être imitée par un concurrent direct (π est alors élevé).

Le profit brut espéré de l'innovateur $\Pi(p, q)$, le transfert espéré de l'avocat $T(p, q)$, et le coût espéré des efforts $C(p, q)$ sont les suivants :

$$\begin{cases} \Pi(p, q) &= p\pi + q(1-p)W, \\ T(p, q) &= q(1-p)t_w + (1-q)(1-p)t_l + pt_m, \\ C(p, q) &= \gamma(p) + (1-p)\mu(q). \end{cases}$$

4.4 Situation de référence : information complète

Dans cette section, nous étudions l'optimum privé de l'innovateur lorsqu'il est en mesure d'observer les efforts p and q de son avocat aux deux étapes du processus de protection. Cet optimum constituera la situation de référence pour le reste du modèle. Il s'agit de déterminer les efforts d'instruction et de litige que l'innovateur réaliserait s'il lui était possible de se substituer à son avocat. Par définition, une telle situation gomme les conflits d'intérêt potentiels entre l'avocat et son client, dans la mesure où l'avocat agit exactement comme le désire son client. Cette situation correspond dans ce modèle au cas où l'avocat est un employé de l'innovateur et constitue un agent parfait³⁵.

Les efforts de l'avocat sont vérifiables, et l'innovateur offre des transferts qui maximisent son profit net espéré, correspondant à la différence entre son profit brut espéré et le transfert total espéré qu'il doit verser à l'avocat. L'avocat accepte le contrat proposé si son gain net espéré, c'est-à-dire la différence entre le transfert total espéré et le coût total espéré est positif (nous supposons que son utilité de réservation, *i.e.* s'il refuse le contrat, est nulle). La contrainte de participation de \mathbf{A} (notée CP) est donc vérifiée si $T(p, q) - C(p, q) \geq 0$. En outre, les transferts proposés doivent respecter la contrainte de responsabilité limitée

³⁴Green et Scotchmer (1995) donnent l'exemple d'un procédé chirurgical pour humains réutilisé pour un procédé chirurgical pour animaux domestiques.

³⁵L'innovateur et l'avocat forment une structure verticale intégrée, ce qui suppose que l'innovateur n'a pas intérêt à faire appel à un avocat extérieur (il n'y a pas de problème de limites de l'entreprises à la Hart -cf. Grossman et Hart [1986] et Hart et Moore [1988]).

(notée RL), c'est-à-dire demeurent positifs. Le programme de l'innovateur s'écrit :

$$\begin{array}{ll} \max_{t_m, t_l, t_w} & \Pi(p, q) - T(p, q) \\ \text{s.c.} & \begin{cases} T(p, q) - C(p, q) \geq 0, & (CP) \\ t_m \geq 0, t_w \geq 0, t_l \geq 0. & (RL) \end{cases} \end{array}$$

A l'optimum privé en information complète, la contrainte de participation de **A** est saturée, soit $T(p, q) = C(p, q)$ (le transfert espéré de **A** correspond juste au coût espéré des efforts), avec des transferts positifs. L'objectif de **I** est alors

$$\max_{p, q} \Pi(p, q) - C(p, q).$$

L'innovateur se substitue à son avocat et internalise leur relation (de sorte que leurs intérêts coïncident parfaitement). À l'optimum en information complète, les niveaux d'efforts $p^*(q)$ et $q^*(p)$ vérifient les conditions du premier ordre ³⁶ :

$$\begin{cases} \frac{\partial \Pi}{\partial p}(p, q) - \frac{\partial C}{\partial p}(p, q) = 0, & i.e. \quad \pi - qW = \gamma'(p) - \mu(q)^{37}, \\ \frac{\partial \Pi}{\partial q}(p, q) - \frac{\partial C}{\partial q}(p, q) = 0, & i.e. \quad W = \mu'(q). \end{cases}$$

D'après la condition sur q , l'effort de litige, déterminé *ex post*, dépend uniquement de son propre coût et de W , profit de **I** s'il gagne le litige. En d'autres termes, l'effort q est indépendant de l'effort p .

En revanche, la condition sur p donne une relation entre les deux efforts, à travers le gain net espéré au procès de l'innovateur. Plus son gain net espéré au procès est faible, plus l'innovateur est incité à bloquer l'entrée en induisant un effort *ex ante* élevé. Une augmentation de l'effort *ex post* q a un impact positif sur le gain net espéré au procès si son coût marginal est inférieur à son gain marginal (si $\mu'(q) \leq W$)³⁸. Dans ce cas, l'effort

³⁶Les conditions du second ordre sont vérifiées en annexe

³⁷Le bénéfice marginal de l'effort p est positif si et seulement si $\pi \geq qW$.

³⁸En effet, en différenciant la condition du premier ordre sur p par rapport à q , on obtient : $-\gamma''(p)\frac{dp}{dq} = W - \mu'(q)$, et $\gamma''(p)$ est positif par hypothèse.

ex ante p est une fonction décroissante de l'effort *ex post* q : $\frac{dp}{dq} \leq 0$ (les deux efforts sont alors substituables). Au contraire, si son coût marginal est supérieur à son gain marginal (si $\mu'(q) \geq W$), une augmentation de q a un impact négatif sur le gain espéré au procès, et l'effort *ex ante* p est une fonction croissante de l'effort *ex post* q : $\frac{dp}{dq} \geq 0$ (les deux efforts sont alors complémentaires).

Dans le cas de coûts quadratiques des efforts³⁹, les efforts optimaux sont :

$$\begin{cases} q^* = \frac{W}{\mu}, \\ p^* = \frac{1}{\gamma} \left[\pi - \frac{W^2}{2\mu} \right]^{40}. \end{cases}$$

A l'optimum en information complète, pour les valeurs de W telles que $2\mu(\pi - \mu) \leq W^2 \leq 2\mu\pi$, il existe un degré optimal de conflit $1 - p^*$ non nul (du point de vue de l'innovateur) : si l'absence totale de protection ($p = 0$) qui confère à l'innovateur un profit net $\frac{W^2}{2\mu}$ plus faible que son profit de monopole π n'est pas optimale, le coût d'une protection parfaite ($p = 1$) conduit à un profit net en monopole $\pi - \gamma$ plus faible que le profit net en cas d'entrée $\frac{W^2}{2\mu}$. Il n'est alors pas optimal pour l'innovateur d'obtenir une protection parfaite (qui bloque totalement l'entrée), car il existe un gain potentiel à l'entrée et au litige.

Dans la section suivante, nous étudions le rôle de l'avocat et l'impact de l'asymétrie d'information sur l'occurrence des litiges.

4.5 Information asymétrique *ex ante* et *ex post*

Considérons maintenant la situation où l'innovateur n'est pas en mesure d'observer les efforts d'instruction *ex ante* et de litige *ex post* effectués par son avocat. L'expertise juridique de l'avocat est essentielle à l'innovateur s'il désire protéger ses droits, mais ce

³⁹ Tels que $\gamma(p) = \frac{\gamma p^2}{2}$ et $\mu(q) = \frac{\mu q^2}{2}$

⁴⁰ Pour des raisons de simplification, nous restreindrons l'analyse au cas où $W \leq \mu$ pour ne considérer que les solutions intérieures de q^* . De plus, si le bénéfice marginal de l'effort p est positif (cf. note 37), alors $p^* \geq \frac{W^2}{2\gamma\mu}$. Nous restreindrons donc l'analyse au cas où $W \leq 2\gamma$, pour ne considérer également que les solutions intérieures pour p^* .

dernier ne peut surveiller et évaluer les efforts que l'avocat consacre à son brevet, et ne peut donc le rémunérer que sur la base de ce qu'il observe.

Ex post, l'inobservabilité de l'effort de litige crée un problème standard d'aléa moral⁴¹, qui conduit à une baisse de cet effort par rapport à la situation d'information complète (à probabilité p donnée). La probabilité de gagner le litige est donc réduite par l'asymétrie d'information. *A priori*, cela réduit l'intérêt de l'innovateur à permettre l'entrée, il fait donc en sorte de la bloquer en incitant l'avocat à fournir un effort d'instruction plus élevé qu'en information complète. Toutefois, si cet effort d'instruction n'est pas non plus observable, on peut s'attendre à ce que le problème d'aléa moral conduise à une baisse de cet effort par rapport à la situation de premier rang. Par conséquent, l'effet global de l'asymétrie d'information *ex ante* et *ex post* sur l'effort d'instruction est ambigu. L'impact du double rôle de l'avocat dans le processus de protection (*ex ante* et *ex post*) sur l'occurrence du litige est donc ambigu.

Au contrat (t_w, t_m, t_l) offert par l'innovateur *ex ante* (avant le début du processus de protection), l'avocat réagit en maximisant son gain net espéré (en admettant qu'il accepte le contrat, c'est-à-dire que sa contrainte de participation soit vérifiée)⁴². Au moment de la signature du contrat, il détermine donc ses efforts d'instruction p et de litige q en prenant les transferts comme donnés, de la manière suivante :

$$(p, q) = \arg \max_{p, q} T(p, q) - C(p, q).$$

Les conditions du premier ordre par rapport aux efforts p et q donnent les contraintes

⁴¹Voir Holmström (1979) et Grossman et Hart (1983) pour les fondations des modèles principal-agent.

⁴²Dans le modèle, nous supposons que l'innovateur peut s'engager sur ce contrat qui n'est pas renégociable *ex post*. La section 4.7 étudie la possibilité de renégociation du contrat. Les résultats demeurent sensiblement les mêmes.

d'incitation de l'avocat (notées respectivement CI_p et CI_q)⁴³ :

$$\begin{cases} \frac{\partial T}{\partial p}(p, q) - \frac{\partial C}{\partial p}(p, q) = 0 & i.e. \quad t_m - t_l - q(t_w - t_l) = \gamma'(p) - \mu(q) & (CI_p) \\ \frac{\partial T}{\partial q}(p, q) - \frac{\partial C}{\partial q}(p, q) = 0 & i.e. \quad t_w - t_l = \mu'(q) & (CI_q) \end{cases}$$

La différence de transferts $t_w - t_l$ entre “succès” et “échec au litige” a un impact positif sur l'effort de litige de l'avocat, car il est d'autant plus incité à gagner le procès, et un effet négatif sur son effort d'instruction, car son gain espéré net au procès est d'autant plus élevé, et son incitation à bloquer l'entrée s'en trouve réduite. La différence de transferts $t_m - t_l$ entre “pas de litige” et “échec au litige” produit quant à elle un effet nul sur l'effort de litige, et un effet positif sur l'effort d'instruction de l'avocat.

L'innovateur détermine le contrat (t_m, t_w, t_l) de manière à maximiser son profit espéré net, tout en tenant compte des contraintes d'incitation, de participation et de responsabilité limitée de l'avocat. Son programme s'écrit :

$$\begin{array}{l} \max_{t_m, t_l, t_w} \quad \Pi(p, q) - T(p, q) \\ \text{s.c.} \quad \begin{cases} T(p, q) - C(p, q) \geq 0, & (PC) \\ t_w - t_l = \mu'(q), & (CI_q) \\ t_m - t_l - q(t_w - t_l) = \gamma'(p) - \mu(q), & (CI_p) \\ t_m \geq 0, t_w \geq 0, t_l \geq 0, & (RL) \end{cases} \end{array}$$

D'après les contraintes d'incitation de l'avocat, $t_w - t_l = \mu'(q) \geq 0$, et $t_m - t_l = \gamma'(p) + q\mu'(q) - \mu(q) \geq 0$ ⁴⁴. À l'optimum privé en information asymétrique, la contrainte de responsabilité limitée sur t_l est saturée ($t_l = 0$), ce qui conduit aux transferts $t_w = \mu'(q)$ et $t_m = \gamma'(p) + q\mu'(q) - \mu(q)$. Le gain net espéré de l'avocat au litige est égal à $q\mu'(q) - \mu(q) \geq 0$ (cf. note 44), l'innovateur lui laisse donc un surplus positif au procès. De plus, si l'innovateur demeure en monopole (*i.e.* s'il n'y a pas d'entrée), il verse à l'avocat un transfert positif

⁴³Comme le profit net espéré de l'avocat est concave, les conditions du premier ordre du programme de maximisation de l'avocat sont suffisantes pour caractériser les contraintes d'incitation. Nous utilisons l'approche du premier ordre, d'après Holmstrom (1979) et Grossman et Hart (1983). Les conditions du second ordre sont vérifiées en annexe.

⁴⁴En effet, $q\mu'(q) - \mu(q) \geq 0$, car nous avons supposé que $\mu''(q) \geq 0$ et $\mu(0) = 0$.

t_m . L'innovateur se voit contraint de laisser à son avocat une rente informationnelle d'un montant $p\gamma'(p) - \gamma(p) + q\mu'(q) - \mu(q)$. Nous remarquons que c'est la règle de responsabilité limitée, interdisant à t_l d'être négatif, qui oblige l'innovateur à laisser une rente à l'avocat et l'empêche de résoudre totalement le conflit d'intérêt avec son avocat. Nous retrouvons le résultat de la littérature selon lequel la conjonction du problème de risque moral et de la contrainte de responsabilité limitée oblige le principal à laisser une rente à l'agent *ex ante*. L'objectif de **I** est alors

$$\max_{p,q} \Pi(p, q) - C(p, q) - [p\gamma'(p) - \gamma(p) + q\mu'(q) - \mu(q)].$$

Contraint de laisser une rente à son avocat, l'innovateur obtient un profit net espéré plus faible qu'en information complète.

À l'optimum en information asymétrique, les niveaux d'efforts p^{**} et q^{**} vérifient les conditions du premier ordre suivantes :

$$\begin{cases} \frac{\partial \Pi}{\partial p}(p, q) - \frac{\partial C}{\partial p}(p, q) = p\gamma''(p), & i.e. \quad \pi - qW - \gamma'(p) + \mu(q) = p\gamma''(p), \\ \frac{\partial \Pi}{\partial q}(p, q) - \frac{\partial C}{\partial q}(p, q) = q\mu''(q), & i.e. \quad (1-p)(W - \mu'(q)) = q\mu''(q). \end{cases}$$

D'après les hypothèses du modèle, il s'agit bien d'un maximum⁴⁵. La comparaison de ces conditions du premier ordre avec celles obtenues en information complète montre que le coût marginal d'induire chaque effort pour l'innovateur est plus élevé en information asymétrique. En effet, le coût marginal d'induire l'effort d'instruction augmente de $p\gamma''(p)$, tandis que le coût marginal d'induire l'effort de litige augmente de $q\mu''(q)$. De plus, les deux efforts interagissent : la condition sur p indique que p est une fonction décroissante puis croissante de q , et la condition sur q indique que q est une fonction décroissante de p (contrairement à la situation en information complète où l'effort de litige q est indépendant de l'effort d'instruction p).

Dans le cas de coûts quadratiques des efforts⁴⁶, les efforts optimaux en information

⁴⁵Les conditions du second ordre sont vérifiées en annexe.

⁴⁶De la forme $\gamma(p) = \frac{\gamma p^2}{2}$ et $\mu(q) = \frac{\mu q^2}{2}$.

asymétrique sont déterminés par :

$$\begin{cases} q = \frac{W}{\mu} \left[\frac{1-p}{2-p} \right], \\ \pi - 2\gamma p - \frac{W^2}{2\mu} \left[\frac{(1-p)(3-p)}{(2-p)^2} \right] = 0. \end{cases}$$

La première équation nous permet d'affirmer que l'effort de litige est toujours plus faible en information asymétrique qu'en information complète, car $\frac{1-p}{2-p} \leq 1$ pour tout $p \in [0, 1]$. En effet, il s'agit d'un problème standard d'aléa moral, où l'inobservabilité de l'effort de l'avocat oblige son client à lui laisser une rente, qui a pour effet de réduire l'effort fourni.

L'objet de la proposition 4.1 est de comparer l'effort d'instruction en information complète et en information asymétrique, selon l'importance du profit de l'innovateur s'il remporte le litige W par rapport à son profit de monopole π . Nous en déduisons l'impact de l'inobservabilité des efforts *ex ante* et *ex post*, c'est-à-dire du double rôle des avocats dans le processus de protection sur la probabilité de litige. La fonction $g(\pi)$ est définie en annexe.

Proposition 4.1.

*L'inobservabilité des efforts ex ante et ex post augmente l'effort ex ante d'instruction par rapport à la situation d'information complète ($p^{**} \geq p^*$) lorsque le profit en cas de succès au litige W est élevé par rapport au profit en l'absence de litige π ($W \geq g(\pi)$). Elle le diminue sinon.*

Du point de vue de l'optimum privé (de l'innovateur), l'asymétrie d'information entre l'avocat et son client sur les efforts d'instruction et de litige conduit à des litiges insuffisants (dus à un effort excessif *ex ante* : $p^* \leq p^{**}$) lorsque le gain relatif du litige est élevé (par rapport à la position de monopole). C'est par exemple le cas lorsque les dommages ou la licence potentielle sont importants (W est grand) et lorsque les produits sont très différenciés (π est faible).

La proposition 4.1 montre comment l'avocat distord la probabilité de litige lorsqu'il agit *ex ante* et *ex post*. Contrairement à un problème standard d'aléa moral, il est ici possible que l'effort *ex ante* soit plus grand en information asymétrique qu'en information complète. L'intuition de la proposition 4.1 est la suivante. Pour un niveau donné d'effort *ex post* q , l'effort *ex ante* est plus faible en information asymétrique qu'en information

complète ($p^{**}(q) \leq p^*(q)$). Mais du fait de la relation d'aléa moral au procès, l'asymétrie d'information réduit l'effort *ex post* : $q^{**} \leq q^*$. Cela peut réduire les incitations à encourager l'entrée, et conduire à un effort *ex ante* plus élevé en information asymétrique qu'en information complète. En bref, il est possible que le double rôle des avocats augmente l'effort d'instruction, donc diminue le volume des conflits juridiques. Les implications en termes de bien-être social sont néanmoins ambiguës. Le coût engendré par les litiges se trouve réduit, mais en contrepartie l'entrée est bloquée, ce qui peut avoir des conséquences néfastes, non seulement sur les consommateurs (qui font face à un monopole au lieu d'un duopole), mais également en termes d'incitations à innover de l'entrant potentiel.

Les résultats de la proposition 4.1 sont illustrés dans la figure 4.2. La fonction $f(\pi)$ décrit les valeurs de W en fonction de π telles que $p^{**} = 0$ ⁴⁷, et la fonction $g(\pi)$ (spécifiée en annexe) décrit les valeurs de W en fonction de π telles que $p^* = p^{**}$.

La figure 4.2 montre que pour un niveau donné de π , si $W = 0$, l'innovateur a intérêt à bloquer l'entrée, en incitant l'avocat à fournir un effort d'instruction élevé. Il s'agit d'une situation d'aléa moral classique dans laquelle l'asymétrie d'information réduit l'effort d'instruction. Lorsque W augmente, l'incitation de l'innovateur à bloquer l'entrée diminue, ce qui réduit l'effort d'instruction, mais cet impact est plus faible en information asymétrique qu'en information complète⁴⁸. Par conséquent, l'effort p^{**} peut dépasser p^* et conduire à une insuffisance de litige par rapport à l'optimum privé de premier rang.

La proposition 4.1 permet d'inférer des résultats de statique comparative. Le corollaire 4.1 étudie l'impact du profit de monopole sur les distorsions dues à l'asymétrie d'information. Si le produit de l'entrant est commercialisé sur un marché différent de celui de l'innovateur, π est faible, tandis que si il s'agit de substituts proches, π est élevé.

Corollaire 4.1. *L'asymétrie d'information peut conduire à une insuffisance de litige pour des produits commercialisés sur des marchés différents ($p^{**} \geq p^*$ lorsque π est faible) et*

⁴⁷ $f(\pi) = \sqrt{\frac{8\mu\pi}{3}}$.

⁴⁸ En effet, le gain net de l'innovateur au litige est $\frac{W^2}{2\mu}$ en information complète, et $\frac{W^2(1-p^{**})}{\mu(2-p^{**})}$ en information asymétrique. La dérivée par rapport à W donne $\frac{W}{\mu}$ en information complète et $\frac{2W(1-p^{**})}{\mu(2-p^{**})}$ en information asymétrique. Or $\frac{W}{\mu} \geq \frac{2W(1-p)}{\mu(2-p)}$ pour tout $p \in [0, 1]$.

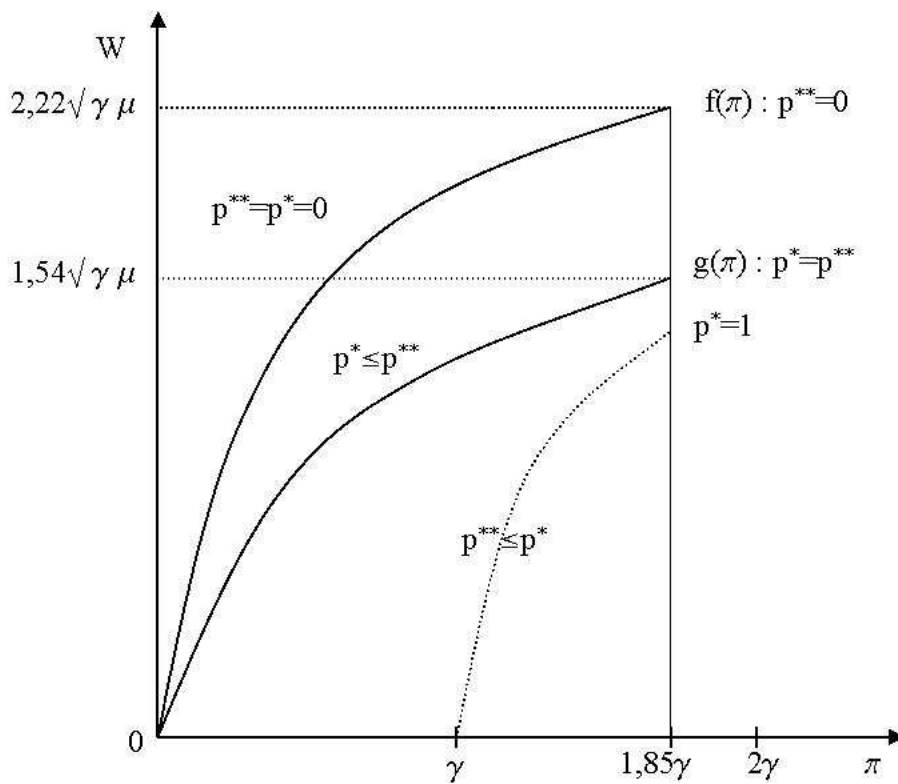


FIG. 4.2: Distorsions dues à l'asymétrie d'information

un excès de litige pour des substituts proches ($p^{**} \leq p^*$ lorsque π est élevé) par rapport à l'optimum privé en information complète.

En effet, à W donné, lorsque π est nul, il n'y a aucune incitation à bloquer l'entrée et les deux efforts sont nuls (il s'agit de la zone où $p^* = p^{**} = 0$ sur la figure 4.2). Lorsque π augmente, l'incitation à bloquer l'entrée augmente : il y a donc plus de litiges pour des inventions commercialisés sur des marchés différents (ou sur des brevets de procédé) que pour des inventions substituables (ou sur des brevets de produits). Mais cet impact est plus faible en information asymétrique qu'en information complète, ce qui conduit de la zone où $p^{**} \geq p^*$ à la zone où $p^{**} \leq p^*$ sur la figure 4.2.

Interprétations

Le fait qu'il y ait potentiellement plus de litiges pour des inventions commercialisés sur des marchés différents que pour des inventions substituables pourrait expliquer l'explosion simultanée de l'activité des cabinets juridiques spécialisés en propriété industrielle et des litiges pour infraction de brevet dans certaines industries, comme par exemple celle des logiciels. En effet, les brevets protégeant des logiciels sont souvent déposés dans divers secteurs autres que celui des logiciels, car ils sont intégrés à d'autres produits, comme une télévision ou une machine à laver par exemple. De tels brevets sont susceptibles d'être enfreints par des firmes situées sur d'autres marchés, qui ne sont pas des concurrents directs de leurs détenteurs.

Cette interprétation, fondée sur une explication des litiges par la façon dont ils sont rédigés, doit toutefois être nuancée : l'augmentation du volume des litiges dans le secteur des logiciels peut également s'expliquer par le nombre croissant de brevets délivrés, qui peuvent conduire à des empiètements plus fréquents. De plus, nous considérons ici le cas où l'innovateur fait face à un seul type d'entrant, connu *ex ante*. Or il est possible qu'au contraire les entrants potentiels soient nombreux et différents. Dans ce cas, l'innovateur, qui rédige et dépose un seul et même brevet lu par tous ces entrants potentiels, ne peut déterminer une probabilité de litige individuelle pour chaque entrant potentiel, en admettant qu'il soit en mesure d'en observer le type. Néanmoins, si l'on considère que l'innovateur fait face

simultanément à de multiples entrants potentiels, il est possible d'interpréter $1 - p$ comme la proportion d'entrants effectifs : plus $1 - p$ est grand, plus les entrants sont en grande proportion, ce qui implique un renforcement de la concurrence. Lorsque l'innovateur est en situation de concurrence (avec une probabilité $1 - p$), son profit est d'autant plus faible que la proportion d'entrants est élevée (cela sous-entend que π -le gain relatif de rester en monopole- est une fonction croissante de la proportion d'entrants, donc décroissante de p).

Si les petites entreprises qui font la plupart du temps appel à des cabinets juridiques extérieurs pour la protection de leurs actifs en propriété industrielle, les grandes entreprises possèdent généralement un département interne d'avocats spécialisés en droit des brevets⁴⁹. Ces dernières sont donc potentiellement moins vulnérables aux problèmes d'asymétrie d'information : à ce titre, elles se rapprochent plus de la situation d'information complète que les entreprises qui engagent des avocats indépendants. En assimilant la probabilité de litige à $1 - p^*$ pour les grandes entreprises (ayant un département interne spécialisé) et à $1 - p^{**}$ pour les petites (faisant appel à un cabinet d'avocats extérieur), et du fait qu'aux États-Unis les dommages sont élevés (W est élevé par rapport à π), nous retrouvons le résultat de Lerner (1995) : en matière de brevets, les petites entreprises de biotechnologies adoptent la stratégie qui consiste à éviter le plus possible les conflits, contrairement aux grandes entreprises (ce qui correspond à la zone où $p^{**} \geq p^*$ sur la figure 4.2).

4.6 Séparation des tâches entre deux avocats

Nous considérons maintenant le cas où l'innovateur engage deux avocats différents (appelés respectivement **A1** et **A2**) pour les étapes d'instruction et de litige. Cette séparation des tâches illustre la différence entre la profession d'agent en propriété industrielle et celle d'avocat. En effet, la pratique de l'agent est limitée à ce qui concerne le brevet avant le dépôt auprès de l'office des brevets. Contrairement à l'avocat, l'agent n'est pas habilité à remplir certaines fonctions, comme faire appel auprès de la cour d'appel fédérale (en cas de refus du brevet par l'office des brevets), ou conseiller son client sur les questions

⁴⁹Cette différence oppose par exemple les "start-up" aux grandes entreprises comme Microsoft.

d'infraction du brevet et de litige. Ces restrictions font de l'agent un spécialiste qui fait fonction d'expert pour représenter son client auprès de l'office des brevets. Son expertise se concentre sur la préparation et la soumission du brevet et son rôle se limite à exploiter sa maîtrise de la loi de la propriété industrielle pour permettre à l'innovateur d'obtenir un brevet, sans dépasser les frontières de l'étape d'instruction. L'agent **A1** fournit l'effort d'instruction p au coût $\gamma(p)$, effort que l'innovateur n'est pas en mesure d'observer par manque d'expertise juridique. L'innovateur propose à l'agent **A1** un contrat *ex ante*, avant l'étape d'instruction. Ce contrat consiste en deux transferts différents selon le résultat de l'effort. Les deux situations observables possibles résultant de l'effort sont la situation de monopole, en l'absence d'entrée, et la situation de duopole en cas d'entrée. Nous notons le contrat que l'innovateur propose à **A1** (t_0, t_m) , où t_0 et t_m sont les transferts que **I** verse à **A1** respectivement s'il y a entrée, et s'il demeure en monopole.

Avec une probabilité $1 - p$, il y a entrée et l'innovateur se trouve dans une situation de marché duopolistique. En prévision du litige, il engage alors un avocat **A2** pour défendre ses intérêts et faire valoir ses droits au procès. L'avocat **A2** fournit un effort de litige q au coût $\mu(q)$, qui n'est pas observable par son client. Au moment de l'engager, *i.e.* avant l'étape de litige, l'innovateur propose à **A2** un contrat noté (t_w, t_l) , où t_w et t_l sont les transferts que l'innovateur verse à l'avocat respectivement en cas de succès (qui se produit avec une probabilité q) et d'échec (qui se produit avec une probabilité $1 - q$) au litige.

Les transferts nets espérés de **A1** et **A2** s'écrivent respectivement :

$$\begin{cases} T_{\mathbf{A1}}(p) - \gamma(p) = pt_m + (1 - p)t_0 - \gamma(p), \\ T_{\mathbf{A2}}(q) - \mu(q) = qt_w + (1 - q)t_l - \mu(q), \end{cases}$$

L'innovateur obtient pour sa part un profit net espéré égal à : $\Pi(p, q) - T_{\mathbf{A1}}(p) - (1 - p)T_{\mathbf{A2}}(q)$.

La situation est décrite dans la figure 4.3.

Considérons la situation d'asymétrie d'information où l'innovateur n'est pas en mesure d'observer les efforts de ses avocats⁵⁰.

⁵⁰Notons que la situation d'information complète conduit à la même solution que dans la section

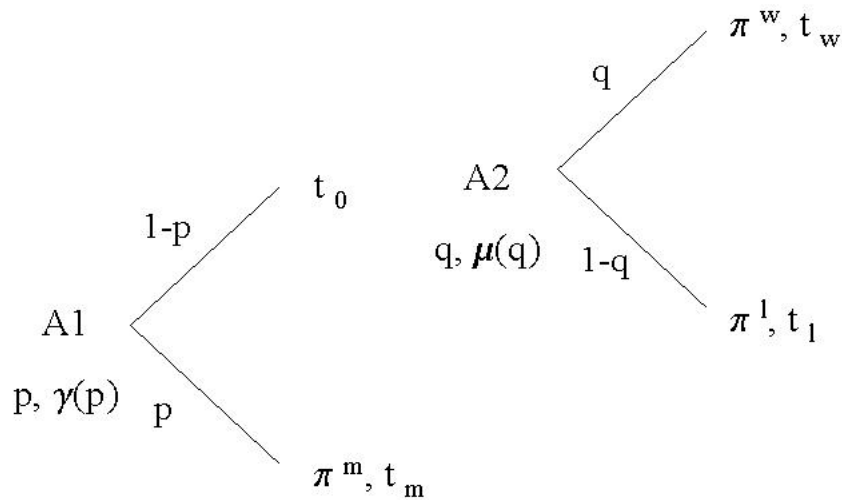


FIG. 4.3: Le jeu entre **I**, **A1** et **A2**

Au contrat (t_0, t_m) offert par l'innovateur avant l'étape d'instruction, **A1** réagit en maximisant son gain net espéré, de même que **A2** maximise son gain net espéré face au contrat (t_w, t_l) que lui propose l'innovateur avant l'étape de litige (en admettant que **A1** et **A2** acceptent les contrats, c'est-à-dire que leurs gains nets espérés soient positifs pour que leurs contraintes de participation $CP_{\mathbf{A1}}$ et $CP_{\mathbf{A2}}$ soient vérifiées). Au moment de la signature de chaque contrat, **A1** et **A2** déterminent donc leurs efforts respectifs d'instruction p et de litige q en prenant les transferts comme donnés, de la manière suivante : $p = \arg \max_p T_{\mathbf{A1}}(p) - \gamma(p)$, et $q = \arg \max_q T_{\mathbf{A2}}(q) - \mu(q)$. La condition du premier ordre de chaque programme donne les contraintes d'incitations respectives de **A1** et de **A2** (notées

précédente.

respectivement $CI_{\mathbf{A1}}$ et $CI_{\mathbf{A2}}$) ⁵¹ :

$$\begin{cases} \frac{\partial T_{\mathbf{A1}}}{\partial p}(p) - \gamma'(p) = 0, & i.e. \quad t_m - t_0 = \gamma'(p) \quad (CI_{\mathbf{A1}}) \\ \frac{\partial T_{\mathbf{A2}}}{\partial q}(q) - \mu'(q) = 0, & i.e. \quad t_w - t_l = \mu'(q) \quad (CI_{\mathbf{A2}}) \end{cases}$$

La différence $t_w - t_l$ a un impact positif sur l'effort de litige de **A2**, car il est d'autant plus incité à gagner le procès. De même, la différence $t_m - t_0$ a un effet positif sur l'effort d'instruction de **A1**, car il est d'autant plus incité à bloquer l'entrée.

L'innovateur détermine les contrats (t_0, t_m) et (t_w, t_l) de manière à maximiser son profit espéré net, tout en respectant les contraintes d'incitation, de participation et de responsabilité limitée de **A1** et **A2**. Son objectif est le suivant :

$$\begin{array}{l} \max_{p,q,t_0,t_m,t_l,t_w} \quad \Pi(p, q) - (pt_m + (1-p)t_0) - (1-p)(qt_w + (1-q)t_l) \\ \text{s.c.} \quad \begin{cases} pt_m + (1-p)t_0 - \gamma(p) \geq 0, & (CP_{\mathbf{A1}}) \\ qt_w + (1-q)t_l - \mu(q) \geq 0, & (CP_{\mathbf{A2}}) \\ t_m - t_0 = \gamma'(p), & (CI_{\mathbf{A1}}) \\ t_w - t_l = \mu'(q), & (CI_{\mathbf{A2}}) \\ t_0 \geq 0, t_m \geq 0, t_w \geq 0, t_l \geq 0 & (RL), \end{cases} \end{array}$$

A l'optimum privé en information asymétrique, les contraintes de responsabilité limitée sur t_0 et t_l sont saturées ($t_0 = t_l = 0$), ce qui conduit à des transferts $t_m = \gamma'(p)$ et $t_w = \mu'(q)$. Les gains nets espérés de **A1** et **A2** sont respectivement égaux à $p\gamma'(p) - \gamma(p) \geq 0$ et $q\mu'(q) - \mu(q) \geq 0$, l'innovateur laisse donc à chacun une rente informationnelle. Son objectif est

$$\max_{p,q} \Pi(p, q) - C(p, q) - [p\gamma'(p) - \gamma(p) + (1-p)(q\mu'(q) - \mu(q))].$$

⁵¹De même que dans la section précédente, comme les profits nets espérés des avocats sont concaves, les conditions du premier ordre sont suffisantes pour caractériser les contraintes d'incitation, ce qui nous permet d'utiliser l'approche du premier ordre d'après Holström (1979) et Grossman et Hart (1983). D'après les hypothèses de convexité des coûts des efforts, les conditions du second ordre sont vérifiées : $\frac{\partial^2 T_{\mathbf{A1}}}{\partial p^2}(p) - \gamma''(p) = -\gamma''(p) \leq 0$, et $\frac{\partial^2 T_{\mathbf{A2}}}{\partial q^2}(q) - \mu''(q) = -\mu''(q) \leq 0$

Les niveaux d'efforts p_{2A} et q_{2A} vérifient les conditions du premier ordre suivantes :

$$\begin{cases} \frac{\partial \Pi}{\partial p}(p, q) - \frac{\partial C}{\partial p}(p, q) = p\gamma''(p) - (q\mu'(q) - \mu(q)), & i.e. \quad \pi - qW - \gamma'(p) = p\gamma''(p) - q\mu'(q) \\ \frac{\partial \Pi}{\partial q}(p, q) - \frac{\partial C}{\partial q}(p, q) = (1-p)q\mu''(q), & i.e. \quad W - \mu'(q) = q\mu''(q) \end{cases}$$

D'après les hypothèses du modèle, il s'agit bien d'un maximum⁵². La comparaison de ces conditions du premier ordre avec celles obtenues en information complète et en information asymétrique lorsqu'un seul avocat exerce les deux efforts montre que le transfert marginal de chaque effort est plus élevé ici qu'en information complète, mais moins élevé qu'en information asymétrique avec un seul avocat (section 4.5). De plus, la condition sur p indique que p est une fonction décroissante puis croissante de q , et la condition sur q indique que q est indépendant de p (de même qu'en information complète).

Dans la proposition 4.2, nous comparons les profits de l'innovateur selon qu'il engage un seul avocat, ou deux avocats différents pour les deux étapes du processus de protection.

Proposition 4.2.

En situation d'asymétrie d'information, Le profit net espéré de l'innovateur est plus élevé lorsqu'il engage deux avocats qu'un seul avocat pour le processus de protection.

Par conséquent, si l'innovateur préfère engager un seul avocat, c'est en raison de l'existence de coûts de transaction liés au fait d'engager deux avocats.

Ce résultat s'explique par un plus grand transfert t_m en l'absence d'entrée avec un seul avocat qu'avec deux avocats. En effet, un avocat qui intervient aux deux étapes du processus de protection internalise le surplus net positif qu'il obtiendra éventuellement *ex post* en cas de litige qui nécessite un effort de litige de sa part. Un tel avocat est donc moins incité à fournir un effort pour bloquer l'entrée *ex ante* qu'un avocat qui n'est impliqué qu'à cette étape du processus. Pour compenser cela, l'innovateur lui accorde un transfert t_m plus élevé, ce qui a pour conséquence de diminuer son profit net espéré⁵³.

Les coûts de transactions liés au fait d'engager deux avocats différents (que nous ne

⁵²Les conditions du second ordre sont vérifiées en annexe

⁵³Formellement, l'innovateur qui engage un avocat maximise la même fonction que lorsqu'il engage deux avocats, moins une partie. La fonction maximisée s'en trouve a fortiori réduite.

modélisons pas) représentent le coût de trouver deux avocats (ou l'équivalent) ayant un niveau d'expertise juridique suffisant, mais également le coût à transférer l'information du premier (l'agent) vers le second (l'avocat) en cas de litige : une partie de cette information pourrait être perdue, ou mal interprétée lors du transfert, et cela pourrait affecter le déroulement du litige⁵⁴.

Dans le cas de coûts quadratiques des efforts⁵⁵, les efforts ex ante et ex post exercés par deux avocats différents sont :

$$\begin{cases} q_{2A} = \frac{W}{2\mu}, \\ p_{2A} = \frac{1}{2\gamma}[\pi - \frac{W^2}{4\mu}]. \end{cases}$$

Lorsque les coûts des efforts sont quadratiques, l'effort de litige q_{2A} est deux fois plus faible qu'en information complète ($q_{2A} = \frac{q^*}{2}$). Il est en revanche plus élevé que lorsqu'un seul avocat exerce les deux efforts ($q_{2A} \geq q^{**}$). En d'autres mots, la séparation des tâches entre deux avocats différents augmente les chances de succès de l'innovateur au procès.

Dans la proposition 4.3, nous comparons l'effort d'instruction p_{2A} exercé par un avocat qui n'est pas impliqué dans la suite du processus de protection en information asymétrique à l'effort d'instruction p^* en information complète, ainsi qu'à l'effort d'instruction p^{**} exercé par un avocat engagé pour les deux étapes du processus de protection en information asymétrique, en fonction du montant de l'amende W par rapport à la différence π . La fonction $h(\pi)$ décrit les valeurs de W en fonction de π telles que $p_{2A} = p^{**}$, et la fonction $k(\pi)$ décrit les valeurs de W en fonction de π telles que $p_{2A} = p^*$ ⁵⁶

Proposition 4.3.

- *L'asymétrie d'information augmente l'effort ex ante exercé par un avocat qui n'est impliqué qu'à l'étape d'instruction ($p_{2A} \geq p^*$) lorsque l'amende W est élevée par rapport à la perte réelle π ($W \geq k(\pi)$), et elle diminue l'effort ex ante ($p_{2A} \leq p^*$)*

⁵⁴Notons que s'il désire breveter plusieurs innovations de natures différentes, l'innovateur peut préférer engager un seul avocat qui arbitre entre les innovations et n'alloue pas le même effort à chacun des brevets selon l'issue possible d'un litige sur le brevet en question. De plus, si l'effort d'instruction influence l'issue du litige, le résultat du litige fournit de l'information sur cet effort (et pas seulement sur l'effort de litige), et il peut être dans l'intérêt de l'innovateur de garder le même avocat.

⁵⁵De la forme $\gamma(p) = \frac{\gamma p^2}{2}$ et $\mu(q) = \frac{\mu q^2}{2}$.

⁵⁶ $h(\pi) = \sqrt{4\mu[\pi - 2\gamma(2 - \sqrt{2})]}$ et $k(\pi) = \sqrt{\frac{4\mu\pi}{3}}$.

sinon.

- En information asymétrique, si $W \geq h(\pi)$, la séparation des tâches entre deux avocats augmente l'effort *ex ante* ($p_{2A} \geq p^{**}$). Si en revanche $W < h(\pi)$, la séparation des tâches réduit l'effort *ex ante* ($p_{2A} \leq p^{**}$).

L'intuition de la proposition 4.3 est la suivante : le profit net espéré de l'innovateur au procès G est plus faible lorsqu'il engage deux avocats⁵⁷. De plus, le transfert en l'absence d'entrée est plus faible si l'innovateur engage deux avocats différents. Les incitations à bloquer l'entrée sont donc plus fortes dans ce cas que dans le cas d'un seul avocat engagé pour les deux étapes du processus, *i.e.* $p_{2A} \geq p^{**}$. Toutefois, une augmentation de π a un effet positif plus fort sur p^{**} que sur p_{2A} . En conséquence, pour des valeurs élevées de π (*i.e.* pour des substituts proches), p^{**} peut dépasser p_{2A} .

Ces résultats sont illustrés dans la figure 4.4 (les fonctions $h(\pi)$ et $k(\pi)$ sont spécifiées en annexe). Nous indiquons l'impact d'une séparation des tâches entre deux avocats sur les distorsions dues à l'asymétrie d'information : lorsque la séparation des tâches permet de rapprocher l'effort d'instruction de son niveau en information complète, nous considérons qu'elle réduit les distorsions. Dans le cas contraire, la séparation renforce les distorsions dues à l'asymétrie d'information.

Afin d'illustrer nos résultats, considérons deux cas polaires, de deux produits parfaitement complémentaires, et de produits parfaitement substituables.

- Dans le cas de compléments parfaits, ou encore de brevets de procédé, $\pi = 0$: l'innovateur n'a pas d'incitation à bloquer l'entrée. Il adopte une stratégie passive, qui implique un effort nul *ex ante* et *ex post*, qu'il y ait asymétrie d'information avec son avocat ou non : $p^* = p^{**} = p_{2A}$.
- Dans le cas de substituts parfaits, ou encore de brevets de produits, π est maximal : la concurrence nuit à l'innovateur qui est fortement incité soit à bloquer l'entrée, soit à induire l'entrée afin de gagner au procès. Il adopte donc soit une stratégie défensive

⁵⁷En effet, nous avons supposé que les coûts des efforts s'écrivent $\mu(q) = \frac{\mu q^2}{2}$ et $\gamma(p) = \frac{\gamma p^2}{2}$. Les gains espérés de I au procès sont donc égaux à $G_{2A} = q_{2A}W - \mu q_{2A}^2$ et $G^{**} = q^{**}W - \mu q^{**2}$. Or $q_{2A} = \frac{W}{2\mu} \geq q^{**} = \frac{W(1-p)}{\mu(2-p)}$, donc $G_{2A} \leq G^{**}$.

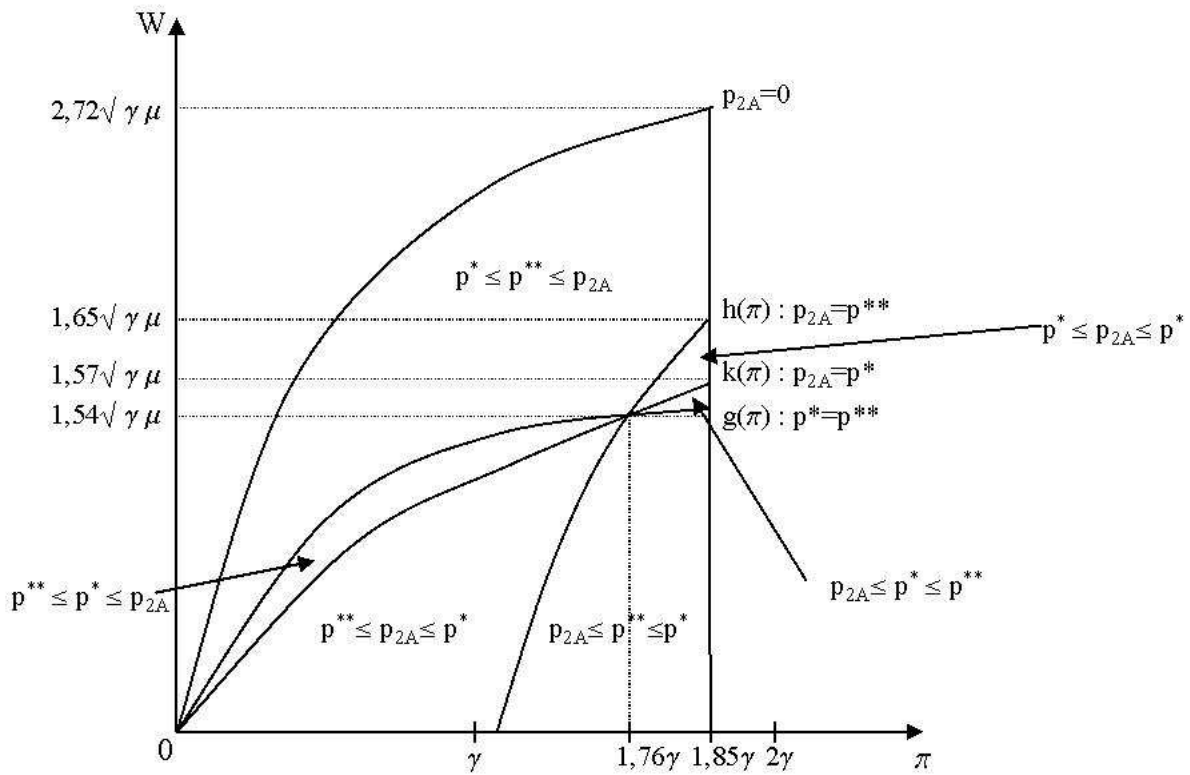


FIG. 4.4: Les distorsions dues à l'asymétrie d'information et la séparation des tâches entre deux avocats

qui repose sur l'effort *ex ante*, si cet effort n'est pas trop coûteux, soit une stratégie offensive qui repose sur le procès et l'effort *ex post* si celui-ci n'est pas trop coûteux par rapport à l'effort *ex ante*. Les distorsions que crée l'asymétrie d'information dépendent alors du coût des efforts. Il est raisonnable de penser que d'une manière générale, l'effort d'instruction est moins coûteux que l'effort de litige (rédiger un brevet prend moins de temps qu'une procédure judiciaire), *i.e.* $\gamma \leq \mu$. Dans le cas où l'effort *ex ante* est largement moins coûteux que l'effort *ex post*, *i.e.* $\gamma \ll \mu$, la stratégie de l'innovateur est défensive, et $p_{2A} \leq p^{**} \leq p^*$: l'asymétrie d'information augmente la probabilité de litige, et la possibilité d'engager deux avocats différents renforce cette distorsion. Dans le cas où l'effort *ex ante* est aussi coûteux que l'effort *ex post*, *i.e.* $\gamma = \mu$, la stratégie de l'innovateur est offensive, et $p^* \leq p^{**} \leq p_{2A}$: l'asymétrie d'information réduit la probabilité de litige, et la possibilité d'engager deux avocats renforce à nouveau cette distorsion.

4.7 Engagement de long terme

Dans le modèle, lorsque nous étudions la relation entre l'innovateur et son avocat, nous considérons que le contrat est signé *ex ante* et ne peut être modifié. Lorsque l'innovateur s'engage à long terme, le contrat peut toutefois être renégocié bilatéralement entre les étapes d'instruction et de litige. Plus précisément, une fois le litige constaté, si l'innovateur propose à l'avocat un nouveau contrat (t'_w, t'_l) mutuellement bénéfique, alors le contrat est renégocié.

Pour qu'il soit accepté par l'avocat, le nouveau contrat (t'_w, t'_l) doit lui procurer une utilité au moins égale à son utilité de réservation correspondant à l'ancien contrat. D'après la section 4.5, l'utilité de réservation de l'avocat est $u_r = q^{**} \mu'(q^{**}) - \mu(q^{**}) = \frac{W^2(1-p^{**})}{2-p^{**}}$.

Après l'instruction du brevet, l'objectif de l'innovateur est

$$\begin{aligned} & \max_{q, t'_l, t'_w} \quad qW - (qt'_w + (1 - q)t'_l) \\ \text{s.c.} \quad & \begin{cases} qt'_w + (1 - q)t'_l - \mu(q) \geq u_r, & (CP) \\ t'_w - t'_l = \mu'(q), & (CI) \\ t'_w \geq 0, t'_l \geq 0 & (RL), \end{cases} \end{aligned}$$

Le contrat qui maximise cet objectif correspond au contrat signé avec un avocat qui n'intervient qu'à l'étape de litige (nommé **A2** dans la section 4.6).

Dans le cas de coûts quadratiques des efforts, ce contrat est donné par $t'_l = 0$ et $t'_w = \frac{W}{2}$. Ce contrat engendre un effort de litige $q_{LT} = \frac{W}{2\mu}$ et procure à l'innovateur un gain net espéré égal à $\frac{W^2}{4\mu}$ ⁵⁸. L'utilité nette (la rente) de l'avocat est alors égale à $\frac{W^2}{8\mu}$, donc supérieure ou égale à l'utilité de réservation $\geq \frac{W^2(1-p)}{2-p}$ pour tout $p \in [0, 1]$.

Ce contrat est donc mutuellement bénéfique : la renégociation a donc lieu, et engendre un effort d'instruction $p_{LT} = \frac{1}{2\gamma}[\pi - \frac{3W^2}{8\mu}]$.

La proposition 4.4 compare cet effort d'instruction avec l'effort d'instruction lorsque l'innovateur engage deux avocats (p_{2A}) et avec l'effort d'instruction en information complète (p^*).

Proposition 4.4. *Lorsque le contrat peut être renégocié à l'étape de litige,*

- *l'inobservabilité des efforts ex ante et ex post augmente l'effort d'instruction par rapport à la situation d'information complète ($p_{LT} \geq p^*$) lorsque $W \geq \sqrt{\frac{8\mu\pi}{5}}$ et le réduit sinon,*
- *l'effort d'instruction est plus élevé lorsque l'innovateur engage deux avocats qu'un seul avocat ($p_{2A} \geq p_{LT}$).*

Le second résultat s'explique de la manière suivante. L'effort et le gain net espéré de l'innovateur au litige sont identiques qu'il engage un nouvel avocat ou qu'il renégocie le contrat avec le même avocat. Toutefois, l'avocat qui intervient aux deux étapes internalise la

⁵⁸Avec l'ancien contrat, le gain net de l'innovateur au procès est égal à $\frac{W^2(1-p^{**})}{\mu(2-p^{**})^2}$, et $\frac{W^2}{4\mu} \geq \frac{W^2(1-p)}{\mu(2-p)^2} \forall p \in [0, 1]$.

renégociation et la rente qu'il recevra en cas de litige $\frac{W^2}{8\mu}$. L'innovateur doit alors lui céder un transfert plus grand en l'absence d'entrée, ce qui conduit à un effort d'instruction plus faible que dans le cas de deux avocats différents. En l'absence de coûts de transaction, l'innovateur préfère engager deux avocats plutôt qu'un seul, malgré la possibilité de renégocier le contrat.

La figure 4.5 illustre ces résultats.

Notons que la renégociation équivaut à la situation dans laquelle après avoir signé un contrat *ex ante* pour l'étape d'instruction, l'innovateur fait à nouveau appel à son avocat et lui propose un nouveau contrat *ex post* pour l'étape de litige. Cette situation doit être envisagée, dans la mesure où les deux étapes peuvent être éloignées dans le temps, et la relation entre l'innovateur et l'avocat n'est pas continue. Cependant, nous constatons que les résultats obtenus sont sensiblement les mêmes qu'en l'absence de renégociation.

4.8 Extension : décision de poursuivre l'entrant

Dans le modèle nous avons considéré que l'entrée impliquait automatiquement une situation conflictuelle entre l'innovateur et l'entrant et donnait lieu à un litige. En cas d'entrée, l'innovateur peut toutefois décider de ne pas entamer de poursuites. Ces poursuites sont en effet coûteuses, et il se peut que le profit qu'il espère retirer du litige ne permette pas à l'innovateur de recouvrer ses coûts.

Dans cette section nous considérons que les entrants sont hétérogènes, dans la mesure où ils n'engendreront pas le même gain pour l'innovateur en cas de succès au litige (ils peuvent par exemple lui verser des montants de dommages différents selon leurs propres ressources). Nous supposons que W (associé au type de l'entrant) est une variable aléatoire répartie sur l'intervalle $[0, \overline{W}]$ (dont la fonction de répartition est notée $F(\cdot)$). En cas d'entrée, l'innovateur observe le type W de l'entrant et décide alors d'entamer ou non un litige, qui implique un coût fixe noté K .

La situation est décrite dans la figure 4.6.

Nous considérons le cas où l'innovateur propose à l'avocat le contrat (t_w, t_l) une fois prise la décision de poursuivre l'entrant : ce contrat n'est signé que si l'innovateur décide

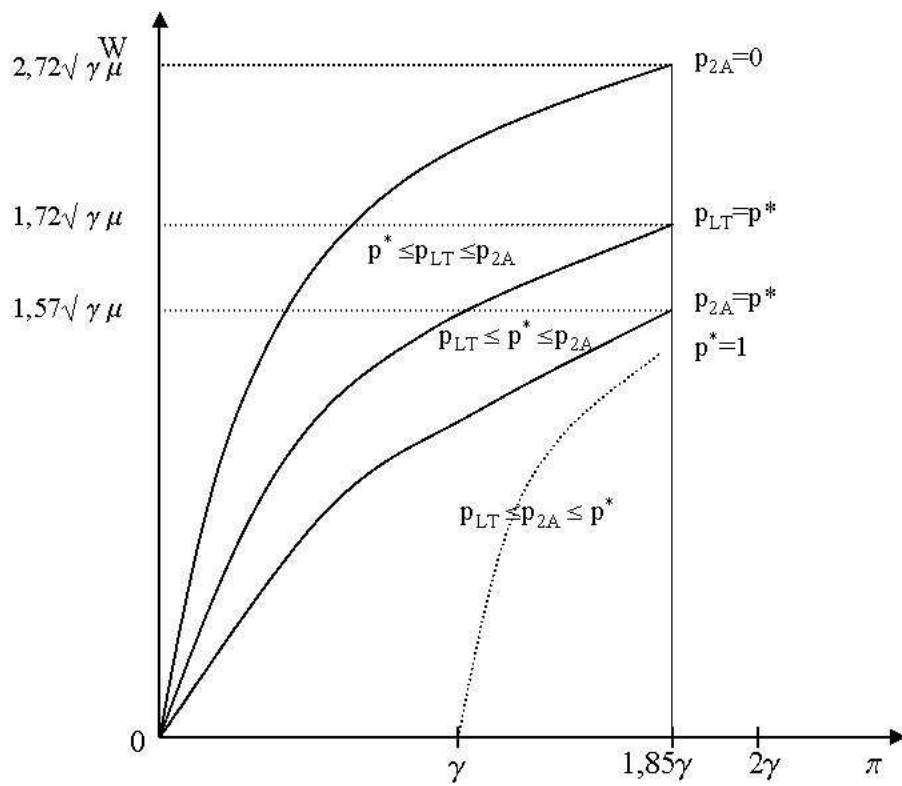


FIG. 4.5: Les distorsions dues à l'asymétrie d'information avec renégociation

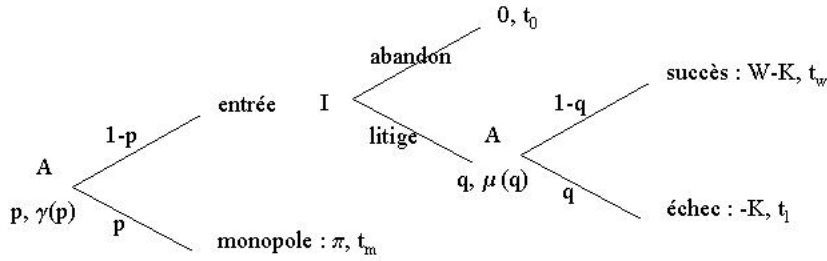


FIG. 4.6: La décision de poursuivre l'entrant

de faire un litige, et l'effort de litige est donc déterminé au même moment.

En information complète, une fois le type W observé, si l'innovateur a décidé de poursuivre l'entrant, l'effort de litige optimal est donné par $q^* = \frac{W}{\mu}$, ce qui confère à l'innovateur un gain net espéré au litige $\frac{W^2}{2\mu} - K$. Il ne prend la décision d'entamer des poursuites que si le type de l'entrant W est tel que $W \geq \sqrt{2\mu K} = \widetilde{W}$. L'objectif de **I** *ex ante* est alors le suivant :

$$\max_p p\pi + (1-p)[1 - F(\widetilde{W})]\left[\frac{(E(W |_{W \geq \widetilde{W}}))^2}{2\mu} - K\right] - \gamma(p),$$

ce qui conduit à la condition du premier ordre suivante sur p :

$$\pi - [1 - F(\widetilde{W})]\left[\frac{(E(W |_{W \geq \widetilde{W}}))^2}{2\mu} - K\right] = \gamma'(\tilde{p})$$

En information asymétrique, une fois le type W observé, si l'innovateur a décidé de poursuivre l'entrant, l'effort de litige optimal est donné par $q_{LT} = \frac{W}{2\mu}$, ce qui confère à l'innovateur un gain net espéré au litige $\frac{W^2}{4\mu} - K$. Il ne prend la décision d'entamer des poursuites que si le type de l'entrant W est tel que $W \geq \sqrt{4\mu K} = \widehat{W}$. L'objectif de **I** *ex ante* est alors le suivant :

$$\max_p p\pi + (1-p)[1 - F(\widehat{W})]\left[\frac{(E(W |_{W \geq \widehat{W}}))^2}{8\mu} - K\right] - p\gamma'(p),$$

ce qui conduit à la condition du premier ordre suivante :

$$\pi - [1 - F(\widehat{W})] \left[\frac{(E(W |_{W \geq \widehat{W}}))^2}{8\mu} - K \right] = \gamma'(\hat{p}) + \hat{p}\gamma''(\hat{p}).$$

Nous constatons qu'en information asymétrique, une fois l'entrée réalisée et le type de l'entrant observé, l'innovateur est moins incité à entamer des poursuites qu'en information complète : $\widehat{W} \geq \widetilde{W}$, donc $1 - F(\widetilde{W}) \geq 1 - F(\widehat{W})$. Cela s'explique par un profit espéré plus faible dû à la rente qu'il doit laisser à l'avocat. Toutefois, la probabilité de litige *ex ante* est donnée par $(1 - \tilde{p})(1 - F(\widetilde{W}))$ en information complète, et par $(1 - \hat{p})(1 - F(\widehat{W}))$ en information asymétrique. Par conséquent, même si $\tilde{p} > \hat{p}$, l'asymétrie d'information peut réduire la probabilité de litige.

4.9 Discussion

Il est important de remarquer que le modèle étudie l'optimum privé, et n'a pas l'ambition d'analyser l'optimum social. Autrement dit, nous déterminons les efforts qui maximisent le bien-être de l'innovateur étant donné son profit espéré. Si l'on étudiait le bien-être social, il faudrait tenir compte d'autres éléments, dont les coûts sociaux engendrés par le litige (les coûts de l'autre partie et les coûts de la justice), l'impact sur l'activité de R&D et l'innovation, le surplus des consommateurs en fonction de la structure de marché, les pertes sociales liées au monopole, *etc.* Les effets contradictoires de ces différents éléments sur le bien-être social ne nous permettent pas *a priori* d'analyser l'optimum social. L'approche positive de ce modèle vise à mettre en évidence les problèmes d'aléa moral soulevés par les relations innovateur-avocat et à décrire leur impact, notamment sur l'occurrence des litiges.

Si ce chapitre analyse la relation entre un innovateur et son avocat en propriété industrielle, la situation de deux étapes successives d'aléa moral qu'il décrit n'est cependant pas restreinte au cas des brevets. Comme nous l'avons déjà mentionné, elle s'applique plus généralement à tous les contrats dans lesquels l'avocat participe à la fois à la rédaction du contrat et au litige potentiel qui s'ensuit, et plus particulièrement dans les cas où la

complexité du domaine requiert des professionnels qualifiés et expérimentés, comme par exemple pour certains contrats de franchise dans des domaines techniques. Elle se retrouve également dans les relations entre les médecins et leurs patients, qui les consultent pour le diagnostic puis pour le traitement. Souvent avancée dans la littérature sur les relations entre les médecins et leurs patients comme une solution aux problèmes de “demande induite” entre diagnostic et traitement, ici la séparation des tâches peut au contraire renforcer les distorsions créées par l’asymétrie d’information sur l’occurrence des litiges, comme le montre la proposition 4.3. En particulier, dans le cas de substituts proches, une amende faible renforce l’excès de litiges par rapport à l’optimum privé en information complète. En information asymétrique, le gain de l’innovateur est toutefois plus grand lorsqu’il engage deux avocats plutôt qu’un seul (proposition 4.2). En conséquence, le choix de l’innovateur peut renforcer les distorsions en faveur d’un excès de litige -qui peuvent être socialement coûteux- par rapport au premier rang.

Une extension du modèle présenté ici consiste à étudier le cas où l’issue du litige dépend non seulement de l’effort de litige, mais également de l’effort d’instruction à travers les revendications du brevet et leur interprétation par le tribunal. À première vue, des revendications construites de manière complexe, qui couvrent un vaste champ, augmentent la probabilité que l’imitateur soit jugé coupable d’infraction et que l’innovateur gagne le procès. Mais dans les litiges sur brevets, il est presque d’usage que l’accusé contre-attaque en contestant la validité du brevet du plaignant. Or comme Waterson (1990) ainsi que Merges et Nelson (1990) le soulignent, les tribunaux sont plus susceptibles de tolérer des brevets étroits, dont les revendications couvrent un champ limité, et d’invalider des brevets larges. Autrement dit, l’effort d’instruction a un impact positif sur la probabilité que le brevet soit invalidé et que le procès soit perdu. Apparaît alors un arbitrage concernant l’effort d’instruction : si un effort élevé permet de bloquer l’entrée et de protéger la position de monopole, il réduit néanmoins les chances de succès en cas d’entrée et de litige. En dehors de considérations d’ordre informationnel, si son gain en cas de succès au procès W excède son profit de monopole π , l’innovateur a alors *a priori* très peu d’incitations à bloquer l’entrée *ex ante* par un effort coûteux d’instruction. En outre, l’asymétrie d’information

sur les deux efforts peut donner lieu à de nouvelles distortions. À effort *ex ante* donné, l'asymétrie d'information sur l'effort *ex post* réduit cet effort, ce qui augmente l'intérêt de l'innovateur à bloquer l'entrée ; mais bloquer l'entrée demande un effort *ex ante* plus élevé, ce qui a pour effet de réduire la probabilité de succès au procès. Si les deux efforts sont complémentaires dans l'issue du procès, l'innovateur peut alors être amené à accroître son effort *ex post* pour compenser cela. Cette situation peut finalement entraîner un effort *ex post* plus élevé en information asymétrique qu'en information complète.

Il serait également intéressant de considérer l'impact de l'effort d'instruction p sur le profit relatif de monopole π : si un effort d'instruction élevé étend le champ de protection couvert par le brevet, il incite les concurrents à se localiser loin de l'innovateur dans l'espace des produits, assurant à l'innovateur un profit de concurrence élevé.

4.10 Conclusion

Si les brevets d'inventions existent depuis plus de cinq siècles⁵⁹, leur usage et leur rôle ont beaucoup évolué. Dans un environnement économique fondé sur la connaissance et l'information, la protection de la propriété industrielle occupe aujourd'hui une place prépondérante. Détenir un brevet constitue pour une firme un signal tenant lieu de rempart et de menace face à l'entrée de concurrents, ce qui révèle l'importance de la délimitation des droits et du déroulement des litiges potentiels entre les entreprises. En particulier, les détenteurs de brevets peuvent trouver un intérêt financier et stratégique à provoquer des litiges à l'encontre de concurrents. Ce chapitre met en avant le rôle du secteur juridique dans la mise en œuvre des brevets et son influence au sein du processus de protection des innovations. La relation répétée entre un innovateur et son avocat en propriété industrielle peut donner lieu à des distortions sur l'occurrence et l'issue des litiges, dans la mesure où elle repose sur une asymétrie d'information : l'innovateur n'observe pas les efforts de l'avocat dans les étapes d'instruction et de litige. Lorsque l'effort de litige est inobservable,

⁵⁹On trouve à Venise en 1474 la première loi à proposer une protection par le brevet sous sa forme "moderne".

il est plus faible qu'en information complète (à effort d'instruction donné), ce qui réduit la probabilité de gagner le procès, donc l'intérêt de l'innovateur à provoquer le litige, qui désire alors augmenter l'effort d'instruction par rapport à la situation d'information complète. Mais parallèlement, si cet effort d'instruction est également inobservable, il est plus faible qu'en information complète. Par conséquent, l'effet global de l'asymétrie d'information aux deux étapes du processus de protection sur l'effort d'instruction est ambigu : il conduit à augmenter l'effort d'instruction par rapport à la situation d'information complète si le profit en cas de succès au litige est élevé par rapport au profit en l'absence de litige. L'impact du double rôle de l'avocat dans le processus de protection (*ex ante* et *ex post*) sur l'occurrence du litige est donc ambigu. La possibilité de faire appel à deux avocats différents pour chaque étape du processus bénéficie à l'innovateur, mais elle peut renforcer les distorsions dues à l'asymétrie d'information.

4.11 Bibliographie

- Aoki, R. et J-L. Hu (1999a), “A Cooperative Game Approach to Patent Litigation, Settlement and Allocation of Legal Costs”, *Auckland Business School Working Paper*.
- Aoki, R. et J-L. Hu (1999b), “Imperfect Patent Enforcement, Legal Rules and Settlement”, *Auckland Business School Working Paper*.
- Arrow, K. J. (1962), “Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention”, *National Bureau of Economic Research (red.), The Rate and Direction of Inventive Activity : Economic and Social Factors*.
- Chang, H. (1995), “Patent Scope, Antitrust Policy, and Cumulative Innovation”, *Rand Journal of Economics*, 26 (1) : 34-57.
- Choi, J. P. (1998), “Patent Litigation as an Information-Transmission Mechanism”, *American Economic Review*, 88 (5) : 1249-1263.
- Choi, J.P. (2002), “Patent Pools and Cross-Licensing in the Shadow of Patent Litigation” *mimeo*.
- Cooter, R. D. et D. L. Rubinfeld (1989), “Economic Analysis of Legal Disputes and Their Resolution”, *Journal of Economic Literature*, 27 (3) : 1067-1097.
- Crampes, C. et C. Langinier (2002), “Litigation and Settlement in Patent Infringement Cases”, *Rand Journal of Economics*, 33(2) : 258-274.
- Dana, J. et K. Spier (1993), “Expertise and Contingent Fees : The Role of Asymmetric Information in Attorney Compensation”, *Journal of Law, Economics and Organization*, 9 : 349-367.
- Deffains, B. (1997), “L’Analyse Economique de la Résolution des Conflits Juridiques”, *Revue Française d’Economie*, 12(3).
- Deffains, B. (2000), “L’évaluation des Règles de Droit : un Bilan de l’Analyse Economique des Règles de Responsabilité”, *Revue d’Economie Politique*, 6 : 751-785.
- Emons, W. (2000), “Expertise, Contingent Fees and Excessive Litigation”, *In-*

ternational Review of Law and Economics, 20 : 21-33.

Gallini, N. (1992), "Patent Policy and Costly Imitation", *Rand Journal of Economics*, 23(1) : 52-63.

Gilbert, R. J. et R. Shapiro (1990), "Optimal Patent Length and Breadth", *Rand Journal of Economics*, 21(1) : 106-112.

Gravelle, H. et M. Waterson (1993), "No Win, No Fee : Some Economics of Contingent Legal Fees", *Economic Journal*, 103 : 1205-1220.

Green, J., Scotchmer, S. (1995) "On the Division of Profit in Sequential Innovation", *Rand Journal of Economics*, 26(1) : 20-33.

Grossman, S. et O. Hart (1983), "An Analysis of the Principal-Agent Problem", *Econometrica*, 51 : 7-45.

Grossman, S. et O. Hart (1986), "The Costs and Benefits of Ownership : A Theory of Lateral and Vertical Integration", *Journal of Political Economy*, 94 : 691-719.

Halpern, P. et S. Turnbull (1983), "Legal Fees Contracts and Alternative Cost Rules : An Economic Analysis" *International Review of Law and Economics*, 3 : 3-26.

Hart, O. et J. Moore (1988), "Incomplete Contracts and Renegotiation", *Econometrica*, 56(4) : 755-785.

Hay, B. (1996), "Contingent Fees and Agency Costs" *Journal of Legal Studies*, 25(2) : 503-533.

Hay, B. (1997), "Optimal Contingent Fees in a World of Settlement" *Journal of Legal Studies*, 26 : 259-278.

Holmstrom, B. (1979), "Moral Hazard and Observability" *Bell Journal of Economics*, 10(1) : 74-91.

Holmstrom, B. et P. Milgrom (1991) "Multitask Principal-Agent Analyses : Incentive Contracts, Asset Ownership, and Job Design", *Journal of Law, Economics and Organization*, 7 : 24-51.

- Innes, R.D. (1990), "Limited Liability and Incentive Contracting with *ex ante* action Choices" *Journal of Economic Theory*, 52(1) : 45-67.
- Klemperer, P. (1990) "How Broad Should the Scope of Patent Be?" *Rand Journal of Economics*, 21 (1) : 113-130.
- Lanjouw, J. O. et M. Schankerman (2001), "Characteristics of Patent Litigation : A Window on Competition" *Rand Journal of Economics*, 32 (1) : 129-151.
- Lerner, J. (1995), "Patenting in the shadow of competitors" *Journal of Law and Economics*, 38 : 463-495.
- Mankiw, N.G. and M.D. Whinston (1986), "Free Entry and Social Inefficiency" *Rand Journal of Economics*, 17 : 48-58.
- Matutes, C., Regibeau, P. et K. Rockett (1996), "Optimal Patent Design and the Diffusion of Innovation" *Rand Journal of Economics*, 27 (1) : 60-83.
- Merges, R. P. et R. R. Nelson, (1990), "On the Complex Economics of Patent Scope" *Columbia Law Review*, 90.
- Meurer, M. J. (1989), "The Settlement of Patent Litigation" *Rand Journal of Economics*, 20(1) : 77-91.
- Miller (1987), "Some Agency Problems in Settlement", *Journal of Legal Studies*, 16 : 189-215.
- Nordhaus, W. D. (1969), "An Economic Theory of Technological Change", *American Economic Review*, 59(2) : 18-28.
- O'Donoghue, T., Scotchmer, S. et J.F. Thisse (1998), "Patent Breadth, Patent Life, and the Pace of Technological Progress", *Journal of Economics and Management Strategy*, 7 (1) : 1-32.
- Polinsky, M. et D. Rubinfeld (2001), "Aligning the Interests of Lawyers and Clients", *mimeo*.
- Rubinfeld, D. et S. Scotchmer (1993), "Contingent Fees for Attorneys : an Economic Analysis", *Rand Journal of Economics*, 24(3) : 343-356.
- Shavell, S. (1986), "The Judgment Proof Problem", *International Review of Law and Economics*, 12 : 45-58.

Santore, R. et A. Viard (2001), “Legal Fee Restrictions, Moral Hazard, and Attorney Rights”, *Journal of Law and Economics*, 44(2) : 549-572.

Waterson, M. (1990), “The Economics of Product Patents”, *American Economic Review*, 80(4) : 860-869.

Yiannaka A. et M. Fulton (2003), “Strategic Patent Breadth and Entry Deterrence with Drastic Product Innovations”, *Food Research Policy Group Meeting working paper*.

4.12 Annexes

4.12.1 Preuve de la proposition 4.1

À l'optimum en information asymétrique, \mathbf{I} maximise son profit net espéré, noté $O^{**}(p, q)$:

$$\max_{p,q} O^{**}(p, q) = q(1-p)W + p\pi - p(\gamma p + \frac{\mu q^2}{2}) - (1-p)\mu q^2.$$

D'après la condition du premier ordre sur q , $\frac{\partial O^{**}}{\partial p} = 0$, donc $q = \frac{W(1-p)}{\mu(2-p)}$.

Nous en déduisons $\frac{\partial O^{**}}{\partial p} = \pi - \frac{W^2(1-p)(3-p)}{2\mu(2-p)^2} - 2\gamma p$. À l'optimum en information asymétrique, $\frac{\partial O^{**}}{\partial p}|_{p=p^{**}} = 0$, et $\frac{\partial^2 O^{**}}{\partial p^2}|_{p=p^{**}} \leq 0$. Donc $p^{**} \geq p^*$ si et seulement si $\frac{\partial O^{**}}{\partial p}|_{p=p^*} \geq 0$, ce qui équivaut à la condition suivante sur W et π : $\frac{W^2}{2\mu} - (\pi - \frac{W^2}{2\mu})(2 - \frac{1}{\gamma}(\pi - \frac{W^2}{2\mu}))^2 \geq 0$. Le membre de gauche de cette inégalité est une fonction croissante en W , et l'inégalité est vérifiée si $W \geq g(\pi)$, où

$$g(\pi) = \sqrt{\frac{\mu}{3}[6\pi - 8\gamma + 2^{2/3}\gamma^{2/3}((a+b)^{1/3} + (a-b)^{1/3})]},$$

avec $a = 52\gamma - 27\pi$ et $b = \sqrt{27(100\gamma^2 - 104\gamma\pi + 27\pi^2)}$. La fonction $g(\pi)$ est définie pour $\pi \in [0; \frac{50\gamma}{27}] \Leftrightarrow \pi \in [0; 1, 85\gamma]$, elle est croissante sur cet intervalle, avec $g(0) = 0$ et $g(\frac{50\gamma}{27}) = 1, 54\sqrt{\gamma\mu}$. Par ailleurs, $p^{**} \geq 0$ tant que $\frac{\partial O^{**}}{\partial p}|_{p=0} \geq 0$, *i.e.* $W \leq f(\pi) = \sqrt{\frac{8\mu\pi}{3}}$. La fonction $f(\pi)$ est croissante, avec $f(0) = 0$ et $f(\frac{50\gamma}{27}) = 2, 22\sqrt{\gamma\mu}$. Lorsque W est telle que $g(\pi) \leq W \leq f(\pi)$, nous avons $p^{**} \geq p^*$.

4.12.2 Preuve de la Proposition 4.3

- Nous savons que $p^* = \frac{1}{\gamma}[\pi - \frac{W^2}{2\mu}]$ et $p_{2A} = \frac{1}{2\gamma}[\pi - \frac{W^2}{4\mu}]$. La comparaison de ces deux efforts donne : $p_{2A} \geq p^* \Leftrightarrow W \geq \sqrt{\frac{4\mu\pi}{3}} = k(\pi)$. La fonction $k(\pi)$ est croissante et concave, avec $k(0) = 0$ et $k(\frac{50\gamma}{27}) = 1, 57\sqrt{\gamma\mu}$.
- En information asymétrique avec un seul avocat, le profit net espéré de l'innovateur est noté $O^{**}(p, q)$, donné dans l'annexe 4.12.1. À l'optimum en information asymétrique avec un seul avocat, $\frac{\partial O^{**}}{\partial p}|_{p=p^{**}} = 0$, et $\frac{\partial^2 O^{**}}{\partial p^2}|_{p=p^{**}} \leq 0$. Donc $p^{**} \geq p_{2A}$ si et seulement si $\frac{\partial O^{**}}{\partial p}|_{p=p_{2A}} \geq 0$, ce qui équivaut à la condition suivante sur W et π : $W \leq \sqrt{4\mu[\pi - 2\gamma(2 - \sqrt{2})]} = h(\pi)$. La fonction $h(\pi)$ est croissante et concave, avec $h(1, 17\gamma) = 0$ et $h(1, 85\gamma) = 1, 65\sqrt{\gamma\mu}$.

4.12.3 Conditions du second ordre

4.12.3.1 En information complète

A l'optimum sur q , $q = q^*$, ce qui équivaut à la condition $\frac{\partial \Pi}{\partial q}(p, q^*) - \frac{\partial C}{\partial q}(p, q^*) = 0 \Leftrightarrow (1-p)(W - \mu'(q^*)) = 0$. L'objectif est concave en q : $-(1-p)\mu''(q) \leq 0$. Lorsque $q = q^*$, nous avons $\frac{d\Pi}{dp}(p, q^*) - \frac{dC}{dp}(p, q^*) = \pi - q^*W - \gamma'(p) + \mu(q^*)$, et $\frac{d^2\Pi}{dp^2}(p, q^*) - \frac{d^2C}{dp^2}(p, q^*) = -\gamma''(p) \leq 0$: l'objectif est concave en p .

4.12.3.2 En information asymétrique

- Pour l'avocat : à l'optimum sur q , $\frac{\partial(T-C)}{\partial q}(p, q) = 0 \Leftrightarrow (1-p)(t_w - t_l - \mu'(q)) = 0$. Cet objectif est concave en q : $\frac{\partial^2(T-C)}{\partial q^2}(p, q) = -(1-p)\mu''(q) \leq 0$. Nous avons alors $\frac{d(T-C)}{dp}(p) = t_m - t_l - q\mu'(q) - \gamma'(p) + \mu(q)$, et $\frac{d^2(T-C)}{dp^2}(p) = -\gamma''(p) \leq 0$: l'objectif de l'avocat est concave en p .
- Pour l'innovateur : notons $O(p, q)$ l'objectif de **I** en information asymétrique. À l'optimum sur q , $q = q^{**}$ tel que $\frac{\partial O}{\partial q}(p, q^{**}) = 0 \Leftrightarrow (1-p)(W - \mu'(q^{**})) - q^{**}\mu''(q^{**}) = 0$. L'objectif est concave en q : $\frac{\partial^2 O}{\partial q^2}(p, q) = -(2-p)\mu''(q) \leq 0$. Dans le cas quadratique ⁶⁰, $q^{**} = \frac{W(1-p)}{2-p}$, ce qui implique $\frac{dO}{dp} = \pi - \frac{W^2(1-p)(3-p)}{2\mu(2-p)^2} - 2\gamma p$, et $\frac{d^2 O}{dp^2} = \frac{W^2}{\mu(2-p)^3} - 2\gamma \leq 0$ si et seulement si $\frac{W^2}{(2-p)^3} \leq 2\gamma\mu$. Or $\frac{W^2}{(2-p)^3} \leq W^2 \forall p \in [0, 1]$. De plus, nous avons restreint l'analyse au cas où $W \leq \min\{2\gamma, \mu\}$ (cf. note 4.4), donc $W^2 \leq 2\gamma\mu$, ce qui conduit à $\frac{W^2}{(2-p)^3} \leq 2\gamma\mu$. Donc l'objectif est concave en p .

4.12.3.3 Avec deux avocats

Notons $O_{2A}(p, q)$ l'objectif de **I** en information asymétrique lorsqu'il engage deux avocats. À l'optimum sur q , $q = q_{2A}$ tel que $\frac{\partial O_{2A}}{\partial q}(p, q_{2A}) = 0 \Leftrightarrow W - \mu'(q_{2A}) - q_{2A}\mu''(q_{2A}) = 0$. L'objectif est concave en q : $\frac{\partial^2 O_{2A}}{\partial q^2}(p, q) = -2\mu''(q) \leq 0$. Lorsque $q = q_{2A}$, $\frac{dO_{2A}}{dp} = \pi - \frac{W^2}{4\mu} - \gamma'(p) - p\gamma''(p)$, et $\frac{d^2 O_{2A}}{dp^2} = -2\gamma''(p) \leq 0$. Donc l'objectif est concave en p .

⁶⁰ $\mu(q) = \frac{\mu q^2}{2}$ et $\gamma(p) = \frac{\gamma p^2}{2}$

4.13 Notations

p : effort d'instruction, coût $\gamma(p)$ (dans le cas quadratique : $\gamma(p) = \frac{\gamma p^2}{2}$) \Rightarrow probabilité d'entrée $1 - p$.

q : effort de litige, coût $\mu(q)$ (dans le cas quadratique : $\mu(q) = \frac{\mu q^2}{2}$) \Rightarrow probabilité de succès $1 - q$.

π : profit de l'innovateur en monopole (si il n'y a pas d'entrée).

W : profit de l'innovateur en cas de succès au litige.

p^*, q^* : efforts d'instruction et de litige en information complète.

p^{**}, q^{**} : efforts d'instruction et de litige en information asymétrique avec un seul avocat.

p_{2A}, q_{2A} : efforts d'instruction et de litige en information asymétrique avec deux avocats.

p_{LT}, q_{LT} : efforts d'instruction et de litige en information asymétrique avec un seul avocat lorsque le contrat peut être renégocié.

Conclusion Générale

Le bouleversement technologique que nous vivons est source d'inefficacités pour l'environnement institutionnel. Ces inefficacités se traduisent par un changement de nature de jurisprudence et de grandes incertitudes quant aux nouvelles règles et à l'application de la loi. Si les brevets et les copyrights restent considérés comme des moteurs potentiels d'innovation et de création par de nombreux experts, les débats récents insistent sur leurs effets collatéraux, qui peuvent distordre, voire ralentir, la production de connaissances.

L'application des Droits de Propriété Intellectuelle (DPI) aux nouveaux développements technologiques soulève de nombreuses ambiguïtés et crée un terrain favorable aux conflits juridiques, en particulier dans les domaines des biotechnologies et des technologies de l'information et de la communication, où l'interprétation de la loi et sa mise en œuvre sont devenues plus complexes. Les nouvelles technologies (NT) posent notamment des problèmes d'adaptation aux acteurs institutionnels, législateurs et détenteurs des droits, comme en témoignent les débats concernant l'espace du brevetable ou le piratage sur Internet.

La protection de la propriété intellectuelle se présente comme un ensemble institutionnel de normes, de conventions et de justice. Elle confère le droit de posséder ou vendre des œuvres, mais également celui de contrôler leur utilisation une fois ces œuvres vendues (ou licenciées). En contrepartie, le contrôle des droits et la mise en œuvre de la protection sont des processus coûteux, qui nécessitent une supervision rigoureuse de l'utilisation des œuvres de la part des autorités ainsi que des producteurs. Ces "coûts" consistent essentiellement à définir la loi et la faire respecter, en contrôlant le respect des droits et en poursuivant ceux qui les enfreignent.

Cette thèse a pour objet les aspects pratiques de la mise en œuvre des DPI dans le

contexte des NT. Nous avons tenté de caractériser la nouvelle donne sous trois perspectives, chacune d'entre elles correspondant à un chapitre.

Dans le premier chapitre, nous avons étudié la question du droit d'auteur et les spécificités des biens numériques distribués et partagés en ligne. Notre modèle montre qu'un renforcement de la protection légale contre le piratage (par les utilisateurs) peut avoir un impact indirect négatif sur le bien-être social, lorsqu'une protection technologique coûteuse peut être parallèlement mise en place sur les originaux par les producteurs. Nous avons montré que ce renforcement peut provoquer un déséquilibre entre le surplus des consommateurs et le profit des producteurs, en faveur des producteurs de musique grand public. L'un des facteurs déterminants de l'impact d'un renforcement de la protection technologique est le degré de différenciation entre les originaux et les copies. Afin de maximiser les incitations à créer, les producteurs devraient améliorer la qualité des originaux, en offrant un certain nombre de produits et services accompagnant le produit en vente.

Dans le deuxième et le troisième chapitre, nous avons étudié certains dysfonctionnements du système des brevets et son nouvel environnement institutionnel.

Le deuxième chapitre, qui porte sur le rôle de l'office des brevets et le problème d'engorgement des demandes qu'il subit, a montré que si les stratégies de demande de brevets des entreprises dépendent de la procédure d'examen et de délivrance, l'office n'est cependant pas en mesure de mettre en place une politique qui ne sélectionnerait que les "bonnes" demandes. Une réforme du coût de dépôt f n'a pas d'impact sur le volume des demandes à l'équilibre. Par ailleurs, lorsque le nombre d'entreprises du secteur est important, il existe toujours une politique optimale de l'office telle que toutes les entreprises déposent une demande. La politique optimale de l'office peut également consister à décourager toute demande de brevet, de sorte que toutes les entreprises gardent le secret. Une telle politique n'est socialement préférable que si le coût social des brevets est très élevé, ou si le secret est très attractif pour les "innovateurs".

Le troisième chapitre a mis en avant le rôle du secteur juridique (*i.e.* des avocats) dans la mise en œuvre des brevets et son influence au sein du processus de protection des innovations. La relation répétée entre un innovateur et son avocat en propriété industrielle

peut donner lieu à des distortions sur l'occurrence et l'issue des litiges, dans la mesure où elle repose sur une asymétrie d'information : l'innovateur n'observe pas les efforts de l'avocat dans les étapes d'instruction du brevet et de litige. Nous avons étudié l'effet de l'asymétrie d'information aux deux étapes du processus de protection sur l'effort d'instruction. Le double rôle de l'avocat dans le processus de protection (*ex ante* et *ex post*) a deux effets contradictoires sur l'occurrence du litige : son effet global dépend du gain de l'innovateur à l'issue du litige. La possibilité de faire appel à deux avocats différents pour chaque étape du processus bénéficie à l'innovateur, mais elle peut renforcer les distorsions dues à l'asymétrie d'information.

En résumé, cette thèse propose un cadre d'analyse de différents aspects des interactions entre DPI et NT et vise à caractériser certains dysfonctionnements liés à la nouvelle donne. Ces travaux ouvrent plusieurs perspectives qui mériteraient d'être explorées à l'avenir.

En ce qui concerne le premier chapitre, il serait intéressant d'introduire des externalités de réseau entre copieurs, avec une décision endogène de partager les fichiers en ligne. Dans notre modèle, nous supposons que les copieurs doivent dépenser un coût de recherche fixe pour chaque fichier en ligne qu'ils souhaitent télécharger. Mais en réalité, ce coût est souvent une fonction décroissante du nombre de copies numériques disponible en ligne, i.e. du nombre d'utilisateurs connectés. Dans ce cas, il pourrait y avoir des rendements croissants dans l'activité de recherche en ligne. De plus, la taille des externalités de réseau est endogène au sens où les utilisateurs décident ou non de mettre leurs fichiers à disposition des autres. Il y a donc un arbitrage coûts - bénéfices à partager des fichiers, que nous pourrions modéliser de manière séquentielle, de sorte que les consommateurs décident de mettre leurs fichiers à disposition des autres avant de décider de copier les fichiers en ligne. Une autre piste envisagée concerne l'introduction de la concurrence entre les labels musicaux, qui distribueraient chacun un ensemble d'artistes différenciés horizontalement entre eux mais similaires à ceux de l'autre label. Il semble intéressant d'étudier les stratégies de prix des labels dans ce contexte.

Le deuxième chapitre met en perspective certaines questions concernant l'office des brevets qui méritent d'être explorées. Les statistiques de l'office américain des brevets montrent

que le problème d'engorgement tend à s'aggraver, le volume de dossiers non examinés croissant chaque année. Ce problème peut influencer les stratégies de demande des entreprises, susceptibles de préférer le secret si la période d'attente du verdict de l'office devient trop longue. Pour les y inciter, ce qui résoudrait partiellement son problème d'engorgement, l'office pourrait délibérément laisser un stock de demandes non examinées. Face au volume important des demandes, on pourrait penser que l'office arbitrerait entre d'une part une procédure d'examen rapide permettant de limiter le retard mais au risque de nombreuses erreurs de délivrance et d'autre part une procédure plus lente permettant de limiter les erreurs mais avec en contrepartie un stock important de demandes non examinées. Par ailleurs, notre modèle distingue les projets "nouveaux" ou non, *i.e.* de qualité "bonne" ou "mauvaise". Au delà de cette première distinction, il serait intéressant de les différencier également selon leur profitabilité espérée : si un projet très innovant peut ne pas retirer un profit important du brevet, un projet faiblement ou peu innovant pourra se révéler très profitable s'il est breveté, comme en témoignent de nombreuses "business methods". L'absence de corrélation évidente entre "nouveau" et profitabilité, certaines entreprises innovantes pourraient alors renoncer à déposer une demande de brevet.

Une extension du troisième chapitre consiste à étudier le cas où l'issue du litige dépend non seulement de l'effort de litige, mais également de l'effort d'instruction à travers les revendications du brevet et leur interprétation par le tribunal⁶¹. L'effort d'instruction a alors un impact positif sur la probabilité que le brevet soit invalidé et que le procès soit perdu. Apparaît un arbitrage concernant l'effort d'instruction : si un effort élevé permet de bloquer l'entrée et de protéger la position de monopole, il réduit néanmoins les chances de succès en cas d'entrée et de litige. Il serait également intéressant de considérer l'impact de l'effort d'instruction sur le gain de l'innovateur à rester en monopole : si un effort d'instruction élevé étend le champ de protection couvert par le brevet, il incite les concurrents à se localiser loin de l'innovateur dans l'espace des produits, assurant à l'innovateur un profit de concurrence élevé.

⁶¹Les tribunaux sont en effet plus susceptibles de tolérer des brevets étroits dont les revendications couvrent un champ limité et d'invalider des brevets larges.

A ce stade, afin de compléter ces travaux théoriques, il apparaît utile de s'interroger sur leur validation empirique. Une partie de mes efforts de recherche aura pour objectif de tester empiriquement les résultats obtenus dans cette thèse ainsi que les pistes d'extensions évoquées plus haut. Si l'approche adoptée dans les différents chapitres est théorique, les questions qu'elle soulève sont concrètes et pratiques, et demeurent l'objet de débats encore irrésolus. Il serait par exemple intéressant d'étudier la tarification mise en place par les maisons de disques selon leurs stratégies de distribution et de protection (et les modalités de leur distribution en ligne : par exemple prix à la chanson ou abonnement au mois). L'impact de la protection technologique sur les échanges pourrait par ailleurs être mesuré en comparant le nombre de copies téléchargées pour deux artistes au public potentiel équivalent, mais dont le CD original serait protégé à différents degrés. En ce qui concerne l'office des brevets, une comparaison de deux offices nationaux aux modes de fonctionnements différents pourrait peut-être permettre d'étudier les origines et les effets potentiels de l'engorgement des dossiers subis par l'office des brevets américain. Enfin, il serait intéressant de tester empiriquement les résultats du troisième chapitre sur le choix des entreprises entre un seul avocat ou deux avocats pour les deux étapes du processus de protection, ainsi que l'impact sur la proportion de litiges, en fonction de la taille de l'entreprise et du type d'innovation protégée.

Dans la continuité des questions relatives à la régulation du système des brevets, de nouvelles pistes de recherche méritent d'être abordées, au premier rang desquelles les stratégies de portefeuilles de brevets (les firmes tentent de se procurer le plus de brevets possibles) et de licences croisées (des accords bilatéraux entre deux firmes permettant à chacune d'utiliser le(s) brevet(s) de l'autre), souvent utilisés par les grandes firmes de logiciels comme des "murs" de droits de propriété industrielle visant à barrer certaines voies de recherche aux petits concurrents. Dans l'industrie du logiciel, où les innovations sont souvent interdépendantes et doivent être combinées ou améliorées pour obtenir un produit final commercialisable, les firmes se constituent des portefeuilles de brevets comme outil de négociation en cas de litige avec des concurrents. Il serait intéressant d'étudier les choix de compatibilité des firmes dans ce contexte.

Une autre piste de recherche possible porte sur les licences obligatoires, réponse aux problèmes posés par les brevets sur les facilités essentielles. Les facilités essentielles sont fréquentes dans le domaine des biotechnologies, lorsqu'un gène est breveté et qu'il n'a pas de substituts, alors que l'accès à ce gène est socialement essentiel pour la découverte d'autres séquences s'y attachant. Le détenteur d'un brevet sur une facilité essentielle est en position de rançonner le reste des innovateurs travaillant dans son domaine et obligés d'utiliser la technologie brevetée. Il peut en résulter un surinvestissement considérable en R&D dans la course à un tel brevet, et un hold-up sur les innovations complémentaires. En outre, l'asymétrie d'information entre les parties et les coûts de transaction élevés en cas d'utilisateurs nombreux peuvent dissuader le détenteur du brevet d'octroyer des licences.

Bibliographie générale

- ALLISON, J.R. ET M.A. LEMLEY , 1998, “Empirical Analysis of the Validity of Litigated Patents”, *American Intellectual Property Law Association Quarterly Journal* 26(3) : 185-275.
- ALLISON, J.R., LEMLEY, M.A., K.A. MOORE ET R.D. TRUNKEY , 2003, “Valuable Patents” *UC Berkeley Public Law Research Paper* 133.
- AOKI, R. ET J-L. HU , 1999a, “A Cooperative Game Approach to Patent Litigation, Settlement and Allocation of Legal Costs”, *Auckland Business School Working Paper*.
- AOKI, R. ET J-L. HU , 1999b, “Imperfect Patent Enforcement, Legal Rules and Settlement”, *Auckland Business School Working Paper*.
- ARROW, K. J. , 1962, “Economic Welfare and the Allocation of Ressources for Invention”, National Bureau of Economic Research,, *The Rate and Direction of Inventive Activity : Economic and Social Factors*, Princeton : Princeton Universtiy Press.
- BAKOS, Y., E. BRYNJOLFSSON ET D. LICHTMAN , 1999, ”Shared Information Goods”, *Journal of Law and Economics* 42(1) : 117-55.
- BELLEFLAMME, P. , 2002,“Pricing Information Goods in the Presence of Copying”, *University of London Queen Mary Economics Working Paper* 463.
- BESEN, S., ET S. N. KIRBY , 1989, ”Private Copying, Appropriability, and Optimal Copying Royalties”, *Journal of Law and Economics* 32(1) : 255-80.
- BESEN, J. ET E. MASKIN , 2000, “Sequential Innovation, Patents and Imitation”, *MIT Working Paper* 00-01.
- CAILLAUD, B. , 2003, “La Propriété Intellectuelle sur les Logiciels”, *Rapport du CAE*.
- CHANG, H. , 1995, “Patent Scope, Antitrust Policy, and Cumulative Innovation”, *Rand Journal of Economics* 26 (1) : 34-57.
- CHOI, J. P. , 1998, “Patent Litigation as an Information-Transmission Mechanism”, *American Economic Review* 88 (5) : 1249-1263.
- CHOI, J.P. , 2002, “Patent Pools and Cross-Licensing in the Shadow of Patent Litigation” *Mimeo*.
- COHEN, J. , 1995, “Reverse Engineering and the Rise of Electronic Vigilantism : Intellectual Property Implications of “Lock-Out” Programs”, *California Law Review* 1091.

- CONNER K.R., ET R.P. RUMELT , 1991, "Software Piracy - An Analysis of Protection Strategies", *Management Science* 37(2) : 125-139.
- COOTER, R. D. ET D. L. RUBINFELD , 1989, "Economic Analysis of Legal Disputes and Their Resolution", *Journal of Economic Literature* 27 (3) : 1067-1097.
- CRAMPES, C. ET C. LANGINIER , 2002, "Litigation and Settlement in Patent Infringement Cases", *Rand Journal of Economics* 33(2) : 258-274.
- DANA, J. ET K. SPIER , 1993, "Expertise and Contingent Fees : The Role of Asymmetric Information in Attorney Compensation", *Journal of Law, Economics and Organization* 9 : 349-367.
- DAVID, P. , 1993, "International Property Institutions and the Panda's Thumb : Patents, Copyrights, and Trade Secrets in Economic Theory and History", *The Global Dimensions of Intellectual Property Rights in Science and Technology*, Office of International Affairs.
- DEFFAINS, B. , 1997, "L'Analyse Economique de la Résolution des Conflits Juridiques", *Revue Française d'Economie* 12(3).
- DEFFAINS, B. , 2000, "L'évaluation des Règles de Droit : un Bilan de l'Analyse Economique des Règles de Responsabilité", *Revue d'Economie Politique* 6 : 751-785.
- DOMON K. ET N. YAMAZAKI , 2004, "Unauthorized file-sharing and the pricing of digital content", *Economics Letters* 85 : 179-184.
- ECKERSLEY, P. , 2003, "The Economic Evaluation of Alternatives to Digital Copyright", *Mimeo*.
- EMONS, W. , 2000, "Expertise, Contingent Fees and Excessive Litigation", *International Review of Law and Economics* 20 : 21-33.
- ENCAOUA, D. GUELLEC, D. ET C. MARTINEZ , 2003, "The Economics of Patents : from natural rights to policy instruments", *Cahiers de la MSE, Collection EUREQua* 124.
- ESWARAN, M. ET N. GALLINI , 1996, "Patent Policy and the Direction of Technological Change" *Rand Journal of Economics* 27(4).
- GALLINI, N. , 1992, "Patent Policy and Costly Imitation", *Rand Journal of Economics* 23(1) : 52-63.
- GALLINI, N.T. , 2002, "The Economics of Patents : Lessons from Recent U.S. Patent Reform", *Journal of Economic Perspectives* 16(2) : 131-154.
- GILBERT, R. J. ET R. SHAPIRO , 1990, "Optimal Patent Length and Breadth", *Rand Journal of Economics* 21(1) : 106-112.
- GRAVELLE, H. ET M. WATERSON , 1993, "No Win, No Fee : Some Economics of Contingent Legal Fees", *Economic Journal* 103 : 1205-1220.
- GREEN, J., SCOTCHMER, S. , 1995, "On the Division of Profit in Sequential Innovation", *Rand Journal of Economics* 26(1) : 20-33.
- GROSSMAN, S. ET O. HART , 1983, "An Analysis of the Principal-Agent Problem", *Econometrica* 51 : 7-45.

- GROSSMAN, S. ET O. HART , 1986, "The Costs and Benefits of Ownership : A Theory of Lateral and Vertical Integration", *Journal of Political Economy* 94 : 691-719.
- HAHN, J.H. , 2000, "Functional Quality Degradation of Software with Network Externalities", *Mimeo*.
- HALL, B. , 2003, "Business Method Patents, Innovation, and Policy", *NBER Working Paper* 9717.
- HALPERN, P. ET S. TURNBULL , 1983, "Legal Fees Contracts and Alternative Cost Rules : An Economic Analysis" *International Review of Law and Economics* 3 : 3-26.
- HART, O. ET J. MOORE , 1988, "Incomplete Contracts and Renegotiation", *Econometrica* 56(4) : 755-785.
- HAY, B. , 1996, "Contingent Fees and Agency Costs" *Journal of Legal Studies* 25(2) : 503-533.
- HAY, B. , 1997, "Optimal Contingent Fees in a World of Settlement" *Journal of Legal Studies* 26 : 259-278.
- HIRSHLEIFER, J. ET J. RILEY , 1979, "The Analytics of Uncertainty and Information - an expository survey" *Journal of Economic Literature* 17(4) : 1375-1421.
- HUI, K.L., I.P.L. PNG ET Y. CUI , 2001, "Piracy and the Legitimate Demand for Recorded Music", *Mimeo*.
- HOLM, H.J. , 2000, "The Computer Generation's Willingness to Pay for Originals when Pirates are Present - A CV Study", *Mimeo*.
- HOLMSTROM, B. , 1979, "Moral Hazard and Observability" *Bell Journal of Economics* 10(1) : 74-91.
- HOLMSTROM, B. ET P. MILGROM , 1991, "Multitask Principal-Agent Analyses : Incentive Contracts, Asset Ownership, and Job Design", *Journal of Law, Economics and Organization* 7 : 24-51.
- HUNT, R. , 1999, "Nonobviousness and the Incentive to Innovate : an Economic Analysis of Intellectual Property Reform" *Federal Reserve Bank of Philadelphia Working Paper* 99(3).
- HURT, R.M. ET R.M. SCHUMCHMAN , 1966, "The Economic Rationale of Copyright", *The American Economic Review* 56 : 421-432.
- INNES, R.D. , 1990, "Limited Liability and Incentive Contracting with *ex ante* action Choices" *Journal of Economic Theory* 52(1) : 45-67.
- JAFFE, A. , 2000, "The U.S. Patent System in Transition : Policy Innovation and the Innovation Process", *Research Policy* 29(4-5) : 531-557.
- KESAN, J.P. , 2002, "Carrots and Sticks to Create a Better Patent System", *Berkeley Technology Law Journal* 17(2) : 763-797.
- KLEMPERER, P. , 1990, "How Broad Should the Scope of Patent Be?" *Rand Journal of Economics* 21 (1) : 113-130.
- KORTUM, S. ET J. LERNER , 1998, "What is Behind the Recent Surge in Patenting", *Research Policy* 28(1) : 1-22

- LANDES, W. ET R. POSNER , 1989, "An Economic Analysis of Copyright Law", *Journal of Legal Studies* 18(2) : 325-363.
- LANGINIER, C. ET P. MARCOUL , 2003, "Patent Search of Prior Art and Revelation of Information", *Working Paper*.
- LANJOUW, J. O. ET M. SCHANKERMAN , 2001, "Characteristics of Patent Litigation : A Window on Competition" *Rand Journal of Economics* 32 (1) : 129-151.
- LANGINIER, C. ET P. MOSCHINI G. , 2003, "The Economics of Patents : an overview ", *Working Paper*.
- LEMLEY, MARK , 2001, "Rational Ignorance at the Patent Office", *Northwestern Law Review* 95.
- LEMLEY, M. A. ET C. SHAPIRO , 2004, "Probabilistic Patents", *Stanford Law and Economics Olin Working Paper* 288.
- LERNER, J. , 1995, "Patenting in the Shadow of Competitors", *Journal of Law and Economics* 38(2) : 463-495.
- LERNER, J. , 2003, "The Patent System and Competition", *UCLA Economics Working Paper*.
- LIEBOWITZ, S. J. , 1985, "Copying and indirect Appropriability : Photocopying of Journals", *Journal of Political Economy* 93(5) : 945-57.
- LIEBOWITZ, S. J. , 2002, *Rethinking the Networked Economy*, Amacom Press.
- LIEBOWITZ, S. J. , 2004, "Pitfalls in Measuring the Impact of File-sharing", *Mimeo*.
- MANKIW, N.G. AND M.D. WHINSTON , 1986, "Free Entry and Social Inefficiency" *Rand Journal of Economics* 17 : 48-58.
- MATUTES, C., REGIBEAU, P. ET K. ROCKETT , 1996, "Optimal Patent Design and the Diffusion of Innovation" *Rand Journal of Economics* 27 (1) : 60-83.
- MERGES, R. P. ET R. R. NELSON , 1990, "On the Complex Economics of Patent Scope" *Columbia Law Review* 90.
- MERGES, R. , 1999, "As Many as Six Impossible Patents Before Breakfast : Property Rights for Concepts and Patent System Reform", *Electronic Commerce*.
- MERZ, J.F. ET N.M. PACE , 1994, "Trends in patent litigation : the apparent influence of strengthened patents attributable to the court of appeals for the federal circuit", *Journal of the Patent and Trademark Office Society* 76.
- MEURER, M. J. , 1989, "The Settlement of Patent Litigation" *Rand Journal of Economics* 20(1) : 77-91.
- MILLER , 1987, "Some Agency Problems in Settlement", *Journal of Legal Studies* 16 : 189-215.
- NOVOS I., ET M. WALDMAN , 1984, "The Effects of Increased Copyright Protection : An Analytic Approach", *Journal of Political Economy* 92(2) : 236-46.
- NORDHAUS, W. , 1969, "An Economic Theory of Technological Change", *American Economic Review* 59(2) : 18-28.

- O'DONOGHUE, T. , 1998, "A Patentability Requirement for Sequential Innovation", *Rand Journal of Economics* 29.
- O'DONOGHUE, T., SCOTCHMER, S. ET J.F. THISSE , 1998, "Patent Breadth, Patent Life, and the Pace of Technological Progress", *Journal of Economics and Management Strategy* 7 (1) : 1-32.
- PEITZ, M. ET P. WAELBROECK , 2003a, "An Economist's Guide to the Technology, Law and Business of Digital Music Distribution", *Mimeo*.
- PEITZ, M. ET P. WAELBROECK , 2003b, "Making Use of File-sharing Technologies in Music Distribution", *Mimeo*.
- PEITZ, M. ET P. WAELBROECK , 2004, "The Effect of Internet Piracy on CD Sales : Cross-Section Evidence", *CESifo Working Paper Series* 1122.
- POLINSKY, M. ET D. RUBINFELD , 2001, "Aligning the Interests of Lawyers and Clients", *Mimeo*.
- QUILLEN, C. ET O.H. WEBSTER , 2001, "Continuing Patent Applications and Performance of the U.S. Patent Office", *Federal Circuit Bar Journal* 11(1) : 1-21.
- RUBINFELD, D. ET S. SCOTCHMER , 1993, "Contingent Fees for Attorneys : an Economic Analysis", *Rand Journal of Economics* 24(3) : 343-356.
- SAMUELSON, P. , 2003, "DRM and, or, vs. the Law", *Communication of the ACM* 46 : 41-45.
- SANTORE, R. ET A. VIARD , 2001, "Legal Fee Restrictions, Moral Hazard, and Attorney Rights", *Journal of Law and Economics* 44(2) : 549-572.
- SCHERER, F. , 1972, "Nordhaus' Theory of Optimal Patent Life : a Geometric Reinterpretation", *American Economic Review* 62(3) : 422-427.
- SCHUMPETER, J. , 1943, "Capitalism, Socialism and Democracy" *London Undwin University Books*.
- SCOTCHMER, S. , 1991, "Standing on the Shoulders of Giants : Cumulative Research and the Patent Law", *Journal of Economic Perspectives* 5(1) : 29-41.
- SHAPIRO, C. , 2001, "Navigating the Patent Thicket : Cross Licenses, Patent Pools, and Standard Setting", *Innovation Policy and the Economy*, MIT Press.
- SHAVELL, S. , 1986, "The Judgment Proof Problem", *International Review of Law and Economics* 12 : 45-58.
- SHY, O. ET J.F. THISSE , 1999, "A Strategic Approach to Software Protection", *Journal of Economics and Management Strategy* 8(2) : 163-190.
- TAKEYAMA, L.N. , 1994, "The Welfare Implications of Unauthorized Reproduction of Intellectual Property in the Presence of Demand Network Externalities", *Journal of Industrial Economics* 62(2) : 155-66.
- TAKEYAMA, L.N. , 2002, "Piracy, asymmetric information, and product quality revelation", *Mimeo*.
- TIROLE, J. , 2000, "Protection de la Propriété Intellectuelle : une introduction et quelques pistes de réflexion", *Rapport du CAE*.

- WATERSON, M. , 1990, “The Economics of Product Patents”, *American Economic Review* 80(4) : 860-869.
- YIANNAKA A. ET M. FULTON , 2003, “Strategic Patent Breadth and Entry Deterrence with Drastic Product Innovations”, *Food Research Policy Group Meeting working paper*.
- YOON, K. , 2002, “The optimal level of copyright protection”, *Information Economics and Policy, Elsevier* 14(3) : 327-348.
- ZHANG, M. X. , 2002, “A Model of Welfare Analysis of Music Distribution”, *Mimeo, Sloan School of Management, MIT*.
- “Digital Dilemma : Intellectual Property in the Information Age” , *National Academy of Sciences, Washington D.C.*, 2000.

Résumé

Cette thèse est consacrée à l'étude des interactions entre les Nouvelles Technologies (NT) et les Droits de Propriété Intellectuelle (DPI, principalement brevets et droits d'auteur). Dans quelle mesure ces interactions entraînent-elles une redéfinition du statut et de l'utilité des DPI? Quel rôle les DPI jouent-ils dans les processus d'innovation et de création? La configuration qui s'est mise en place depuis le milieu des années 1990 amplifie certains dysfonctionnements inhérents au système des DPI, tout en introduisant de nouvelles distorsions, comme l'illustre pertinemment le secteur des logiciels aux États-Unis, en forte croissance, et terrain de nombreuses évolutions juridiques. Cette thèse a pour but d'analyser certains aspects des interactions entre DPI et NT, à la lumière des dysfonctionnements qui accompagnent la nouvelle donne. Nous nous intéressons aux aspects pratiques de la mise en œuvre des DPI dans le contexte des NT. Nous tentons de caractériser la nouvelle donne sous trois perspectives, chacune d'entre elles correspondant à un chapitre.

Abstract

This thesis investigates interactions between New Technologies (NTs) and Intellectual Property Rights (IPRs, mainly patents and copyrights). To what extent these interactions lead to a redefinition of the status and use of IPRs? What part do IPRs play in the creation and innovation process? The context that took place in the beginning of the 1990's underlines some issues inherent to the IPRs system, while creating new distortions, as shown by the software industry in the United States, which is in fast growth and the field of many legal changes. This thesis aims to analyze some aspects of interactions between IPRs and NTs, related to the issues that go along with the new order. We study practical aspects of IPRs implementation in the ITs. We try to characterize the new order from three angles, each one being a chapter.

Discipline : Sciences Économiques (05).

Mots-clés :

Innovation, Droits de Propriété Intellectuelle, Brevets, Droits d'auteur, Protection, Asymétrie d'information

Laboratoire :

CERAS-CNRS (URA 2036), Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC),
48 boulevard Jourdan 75014 Paris.