



Munich Personal RePEc Archive

**The patent economic policy instrument  
to promote innovation for growth:  
theoretical discussion**

MABROUKI, Mohamed

ISAEG, MacMa

21 July 2017

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/80317/>  
MPRA Paper No. 80317, posted 22 Jul 2017 22:33 UTC

## **Le brevet instrument de politique économique pour promouvoir l'innovation au profit de la croissance : discussion théorique**

### **Résumé**

Sur le plan théorique, la mise en place d'un système de brevet a un double objectif : encourager les firmes à produire de nouvelles connaissances et assurer la diffusion de l'information. Cependant, la pratique économique a mis en évidence le dilemme entre protection et diffusion. Cet article vise à discuter comment déterminer le niveau optimal de protection à travers les trois dimensions du brevet. Alors que la représentation de caractéristiques du brevet par les modèles microéconomiques est très riche et détaillée, les modèles de croissance fondée sur l'innovation qui ont examiné avec précision la façon dont la croissance peut varier avec le système de la protection industrielle sont peu nombreux. La représentation de trois dimensions du brevet, par ces derniers modèles est assez abstraite.

### **Introduction**

L'innovation est aujourd'hui l'un des principaux facteurs susceptibles d'améliorer de façon décisive la compétitivité des entreprises et la croissance économique des pays. Ainsi, l'économiste-historien Douglass North (Prix Nobel) a montré que l'expansion des innovations et de la croissance soutenue sont tributaires à l'existence d'un système des droits de propriété intellectuelle. Depuis Nordhaus (1969), une préoccupation majeure de la théorie économique était : *comment protéger l'innovateur, sans créer des rentes excessives, par la durée et l'ampleur du monopole conféré par le brevet, et sans créer des obstacles à la diffusion des nouvelles technologies et des nouveaux produits ?*

Nous, nous interrogeons sur la place du brevet dans l'analyse économique. Économiquement, le brevet n'a de valeur que par l'étendue de ses caractéristiques juridiques : la longueur, la largeur et la hauteur.

L'objectif de ce travail est d'investiguer et analyser la façon par laquelle les modèles de croissance endogène fondés sur l'innovation et les modèles microéconomiques et d'économie industrielle, ont traité les trois dimensions du brevet. En se focalisant sur les différents arguments relatifs au niveau optimal de la protection, nous cherchons à préciser comment le

brevet peut se concevoir en tant qu'instrument de politique publique pour promouvoir l'innovation au profit de la croissance économique.

Une politique optimale de brevet correspond à un compromis entre le degré de protection des innovations et la nécessité de diffusion des connaissances.

En raffinant la prise en compte de brevet par les modèles microéconomiques et les modèles de croissance fondés sur l'innovation, nous poursuivons une démarche qui nous permet de clarifier la place du brevet comme étant un instrument de politique économique pour encourager l'innovation et améliorer la croissance.

Ce travail s'organise autour de deux parties :

La première aborde l'analyse des arguments fréquemment avancés par les modèles microéconomiques et les modèles de croissance fondée sur l'innovation pour délimiter la longueur optimale du brevet en faveur de l'innovation et la croissance.

Le deuxième a pour objet d'étudier comment la largeur et la hauteur de brevet, à côté de la longueur, peuvent constituer des instruments dans les mains des pouvoirs publics afin de régler le dilemme : inciter l'innovation et garantir la diffusion des connaissances, tout en favorisant la croissance économique.

## **I Détermination de la longueur optimale du brevet en faveur de l'innovation et la croissance**

La longueur du brevet ou la durée de vie statutaire est la période maximale durant laquelle le brevet peut rester valide. Toutefois, il faut remarquer que la durée de vie statutaire du brevet ne se coïncide pas forcément avec sa durée de vie effective. Un brevet peut ne pas continuer sa vie jusqu'à terme légal, soit pour des raisons technologiques (parce qu'il est technologiquement dépassé), soit pour des raisons économiques (parce qu'il n'est plus rentable). Dans la plupart des pays, pour maintenir leurs brevets en vigueur les détenteurs doivent payer des annuités de renouvellement. La durée de vie effective des brevets peut être influencée par les montants et le profil de ces annuités.

### **I 1 La place de la longueur dans la littérature microéconomique**

Le choix d'un niveau optimal de protection conféré par le brevet à travers la durée de vie peut-il être un instrument de politique publique afin de régler le dilemme entre protection et diffusion des inventions ? Scherer (1984) a considéré que le brevet n'a été interprété comme étant un possible instrument de politique économique que grâce aux travaux de Nordhaus (1969).

### **I 1 1 Le modèle de Nordhaus (1969)**

La problématique de ce modèle est la détermination de la période de validité optimale de la protection par le brevet. Cela renvoie à l'arbitrage entre protection accordée aux innovateurs (détenteurs des brevets) et distorsion engendrée par le brevet qui sert à assurer l'optimum social dans un cadre d'équilibre partiel. Selon Nordhaus, la durée de vie optimale des brevets doit être finie afin de réduire, en moyenne, les distorsions de monopole.

Scherer (1972), en reprenant les travaux de Nordhaus (1969), a montré qu'une protection longue conduit à des efforts de recherche et développement plus intenses de fait que les profits attendus seraient plus importants. En même temps, elle engendre des coûts en termes de bien être sociale (perte sèche) du fait d'inefficience statique dû aux distorsions du monopole.

Il ressort, du modèle de Nordhaus, que la durée de protection optimale est sensible à l'élasticité de la demande ( $\eta$ ) et la productivité dans la recherche ( $\beta$ ). En effet, plus l'élasticité de la demande est élevée plus la perte sèche (mesurée par le gain en fonction de la demande lorsque le brevet tombe dans le domaine public) est élevée. Parce que des prix plus élevés engendrent une réduction plus importante des quantités demandées. Lorsque  $\eta$  est importante, la demande est plus sensible à une hausse des prix et donc une part importante des consommateurs sera exclue de la consommation de produit. En effet, lorsque l'élasticité à la demande est élevée la durée de vie optimale du brevet doit être plus courte.

La durée de vie optimale est une fonction décroissante de la productivité dans la recherche ( $\beta$ ). Lorsque la productivité est importante il sera possible d'atteindre le même niveau de bien-être en appliquant une durée de vie plus faible des brevets.

Kolida (2001), en interprétant la sensibilité de  $T$  à  $\eta$  et  $\beta$ , a montré que la durée de vie optimale du brevet a une composante sectorielle (ou produit) forte. En effet, il a conclu, du modèle de Nordhaus, qu'il est préférable que la durée de protection par les brevets soit finie pour trois raisons:

- ✓ Dans le cadre des courses aux brevets, les innovateurs entrent en compétition dans le but de réaliser l'innovation et donc d'obtenir le brevet ; le gagnant de la course obtient la totalité des gains même si son avance est minime par rapport à ses concurrents.
- ✓ L'effet des innovations sur l'offre et la demande est incertain, ce qui justifie la limitation de la durée du monopole,
- ✓ La valeur sociale de n'importe quelle invention est bornée, ce qui rend la protection illimitée dans le temps injustifiée du fait de la distorsion de concurrence et la réduction de surplus engendré par cette protection.

Cependant, des nombreux travaux empiriques montrent que la durée de vie effective des brevets est largement inférieure à leur durée légale (Schankerman et Pakes (1986)). Selon Kolida (2005), en France la durée de vie effective est de huit ans et demi en moyenne pour une durée légale de vingt ans. Ainsi, l'accent est mis, au niveau du paragraphe suivant, sur l'aspect modulable de la durée de vie du brevet, en introduisant la notion de renouvellement.

### **I 1 2 Durée de vie modulable du brevet : le rôle de règle de renouvellement**

Le modèle de Pakes et Schankerman (1984) considère un agent détenant un brevet ; pour le maintenir en vigueur il doit payer chaque année une annuité de renouvellement  $c(t)$  variable en fonction de l'âge  $t$  du brevet. Le détenteur du brevet reçoit un revenu annuel  $r(t)$ . La règle de décision de cet agent est la maximisation de la valeur nette actualisée de ses bénéfices ( $V(T)$ ) en choisissant l'âge à partir duquel il cessera le paiement des annuités de renouvellement et le brevet tombe dans le domaine public.

$$\underset{T \in \{0,1,2,\dots,\bar{T}\}}{\text{Max}} V(T) = \int_0^T [r(t) - c(t)]e^{-\rho t} dt \quad (1)$$

Avec,  $\rho$  est le taux d'actualisation et  $\bar{T}$  la durée maximale de protection légale.

La différenciation de (1) par rapport à  $t$ , donne la date d'expiration optimale  $T^*$  :

$$r(T^*) = c(T^*) \quad (2)$$

A condition que  $r'(t) < c'(t)$ ,  $\forall t$ .

La condition de renouvellement du brevet dans l'année  $t$  est que le bénéfice annuel couvre au moins le coût de renouvellement, c'est-à-dire :

$$r(t) \geq c(t) \quad (3)$$

En s'appuyant sur l'hypothèse de comportement économique des innovateurs, les modèles de renouvellement se proposent d'estimer la valeur privée des brevets à partir des données sur les renouvellements fournies par les offices de la propriété industrielle. En effet, si cette hypothèse est valide la durée optimale de brevet coïncide avec la date à partir de laquelle l'innovateur doit cesser d'acquitter les redevances de renouvellement. Cette approche permet de fournir une mesure directe de la valeur privée du brevet et d'évaluer le rôle du système des brevets en tant qu'un instrument d'incitation à l'innovation.

Les différentes utilisations empiriques de modèles de renouvellement ont montré que la valeur du brevet varie selon les cohortes, les secteurs, les pays, les propriétaires et l'origine de déposant. Cela implique que la durée de vie du brevet varie aussi selon ces différents facteurs. La durée de vie du brevet n'est, donc, point exogène, elle est le résultat d'un arbitrage économique entre la recette actualisée et le coût de détention. La longueur de la protection juridique est une fonction décroissante de coût de renouvellement. En effet, le système de la propriété industrielle peut influencer la longueur du brevet par les montants des annuités de renouvellement.

Après cette analyse de l'apport des modèles de microéconomie à la description de la durée de vie du brevet, nous allons étudier dans la section suivante la place de la longueur du brevet dans les modèles de croissance endogène.

## **I 2 La place de la longueur dans les modèles de croissance endogène**

### **I 2 1 La dimension horizontale de l'innovation**

#### **I 2 1 1 Durée de vie infinie du brevet : le modèle de Romer (1990)**

Le modèle d'expansion du nombre de variétés de Romer (1990) est le premier modèle de croissance endogène fondé sur l'innovation. Dans le contexte de la croissance endogène, Romer a fait endogénéiser, dans son modèle, le progrès technique qui est déterminé sous l'effet de l'activité de recherche et développement engendrée par les entreprises privées motivées par la réalisation de profits. Ce modèle a fait introduire, dans la théorie de la croissance, quelques notions empruntés à d'autres domaines telles que le domaine de

l'économie publique (biens non rivaux) et le domaine de l'économie industrielle (concurrence imparfaite, expansion de la gamme des produits).

Suivant ce modèle, le prix des brevets évolue dans le même sens que le nombre des chercheurs et évolue dans le sens contraire que le taux d'intérêt. En effet, l'augmentation de nombre des chercheurs encourage la demande des biens d'équipement et par conséquent fait augmenter le prix des brevets. Cependant, l'augmentation du taux d'intérêt affecte de deux manières le prix des brevets. D'une part cet augmentation fait augmenter le coût total des biens d'équipement et diminue leur demande et par conséquent le prix des brevets. D'autre part, elle affecte négativement la valeur actualisée des profits futurs liés au brevet ce qui réduit le prix de celui-ci.

Au sein de ce modèle, le marché du brevet est en concurrence parfaite. L'entreprise, sur le marché des biens intermédiaires, qui achète un brevet sera en position d'un monopole permanent car la durée de vie des brevets est infinie. La technologie est représentée par le nombre de biens intermédiaires disponibles et donc par le nombre du brevet.

L'hypothèse des brevets à durée de vie infinie a été critiquée par Michel et Nyssen (1998). En effet, ces auteurs ont modélisé l'expiration du brevet par l'introduction d'un coefficient de diffusion des connaissances exogène.

Kolida (2001), en analysant la place du brevet dans le modèle du Romer (1990), a fait remarquer que ce modèle utilise le modèle de différenciation de Dixit-Stiglitz (1977) et décrit un continuum de biens intermédiaires dont la taille peut évoluer grâce à l'innovation. Le secteur du bien final utilise une fonction de production qui fait intervenir une combinaison du travail et des biens intermédiaires pour produire le bien final. Puisque la durée de vie du brevet est infinie, le nombre de monopoles de biens différenciés augmente au même rythme que le nombre d'innovations et donc de brevets. Ce qui fait diminuer les parts de marché des nouvelles firmes c'est-à-dire les firmes qui produisent les biens intermédiaires. En effet cet effet dynamique de partage du marché au rythme d'apparitions de nouveaux brevets tributaire, lui-même, à l'apparition des nouvelles innovations, **fait réduire la largeur initiale des brevets**. L'externalité des connaissances au niveau de secteur de recherche assure la soutenabilité de la croissance. Les connaissances incorporées dans la totalité des brevets déposés par les innovateurs ultérieurs constituent le stock de connaissances à la disposition des recherches futures. Alors que, la durée de vie infinie de la protection juridique du brevet

dans le modèle de Romer (1990), est optimale à la distorsion de marché; la réduction de la largeur affaiblit l'incitation à investir en recherche et développement au mesure d'apparitions des nouvelles innovations et des nouveaux brevets. En effet, la diffusion des connaissances assurée par le système de brevet est le seul facteur qui assure la soutenabilité de la croissance et la rendre endogène. Ainsi, Kolida, a fait remarquer que toute la dynamique de modèle de Romer (1990) repose sur la mission de diffusion de l'information scientifique et technique assurée par l'office de brevet. Si celle-ci n'est pas parfaite la croissance n'est plus soutenable.

### **1 2 1 2 Longueur du brevet maximisant la croissance : modèle de Michel et Nyssen (1998)**

Le modèle de Romer (1990) n'encourage pas à voir le brevet comme un instrument de politique économique. En effet, la durée de vie infinie de la protection par le brevet réduit la circulation de l'information technologique, qui constitue le caractère essentielle d'efficacité de l'activité de recherche et développement dans ce type de modèle de croissance endogène fondé sur l'innovation. Grossman et Helpman (1991) ont considéré la supposition d'une durée de vie infinie des brevets, comme une supposition d'indépendance entre la connaissance et la durée de vie des brevets. Ainsi, une telle supposition équivaut à considérer que la connaissance contenue dans les brevets est un bien public pur. Or, ce n'est pas le cas, la condition de non exclusivité des connaissances contenues dans le brevet n'est pas totalement remplie; cette exclusivité n'est que partielle.

Le modèle de Michel et Nyssen (1998) analyse les effets macroéconomiques du système des brevets dans le cadre d'un modèle de croissance endogène avec le développement de nouveaux produits. Ce modèle décentralisé introduit une durée de vie limitée du brevet dans le cadre d'un modèle de variété à la Grossman et Helpman (1991). Les auteurs supposent que les brevets ne représentent pas seulement une protection commerciale pour les innovateurs, mais aussi entraînent un droit de propriété partiel sur la connaissance

Michel et Nyssen (1998) ont montré que l'augmentation de la durée de vie des brevets augmente la rentabilité d'un projet donné de recherche et développement, mais diminue également les externalités de connaissances qui jouent un rôle crucial dans le processus de croissance.

### ***Critiquant la durée de vie infinie de brevet***

Les modèles canoniques d'Aghion et Howitt (1992), Grossman et Helpman (1991a, b), Romer (1990), Segerström et al. (1990) partagent une hypothèse commune : la durée de vie du brevet est infinie. Cependant cette hypothèse est irréaliste puisque la durée de vie légale maximum est généralement 20 ans<sup>1</sup>. Michel et Nyssen (1998) ont remarqué qu'il ne serait pas optimale de proposer une durée de vie des brevets infinie, parce que cela créerait des monopoles permanents avec un effet négatif sur la croissance et le bien-être. Comme étant un outil de politique industrielle, la longueur du brevet résulte toujours d'un arbitrage entre l'incitation pour l'investissement en matière de recherche innovante et de limiter les distorsions du marché induites par des monopoles.

Ces auteurs considèrent que la fixation d'une durée de vie infinie des brevets, dans les modèles de croissance endogène est analytiquement le moyen le plus simple de procéder. En effet, en vertu de la durée de vie des brevets finie, deux difficultés apparaissent.

- ✓ Tout d'abord, la dynamique du modèle est décrite par des équations différentielles non linéaires dont l'étude est loin d'être facilement réalisée.
- ✓ Deuxièmement, le vecteur de prix ne reflète jamais la structure des coûts et les achats des consommateurs ne sont pas efficacement répartis entre les différents produits. En effet, deux types de biens sont proposés aux ménages: les biens qui ne sont plus protégés par un brevet et sont vendus au coût marginal (prix concurrentiel) et les biens des monopoles protégés par un brevet (prix conservant un marge de bénéfice pour le monopoleur).

Pour ces auteurs, les brevets à durée de vie infinie ne garantissent pas, systématiquement, un partage optimal des achats, mais ce problème devient plus simple lorsque la production est consacrée aux monopoles seulement. Cet argument devient encore plus évident pour les modèles basés sur la variété des produits dans la ligne de Grossman et Helpman (1991a, ch. 3). En effet, la production des biens différenciés horizontalement est consacrée seulement aux monopoles tout en, appliquant le même taux de marge sur le coût marginal. Dans ces conditions, la structure des prix reflète exactement la structure des coûts et or les bénéfices positifs sont distribués aux ménages, la présence de monopole n'entraîne aucune distorsion

---

<sup>1</sup> - La durée de la protection offerte ne prendra pas fin avant l'expiration d'une période de 20 ans à compter de la date du dépôt. Article 33 ADPIC.

- « La durée de protection du brevet d'invention est de vingt ans à compter de la date de dépôt de la demande ». INNORPI

nette. La seule sous-optimalité du modèle provient de la nature de bien public de la connaissance. Outre, puisque la diffusion de la connaissance n'est pas affectée par les variations de la durée de vie des brevets, il est toujours optimal de fixer cette durée à l'infini.

Michel et Nyssen ont avancé que pour réconcilier la littérature de croissance endogène basée sur l'innovation avec la réalité en termes de durée de vie des brevets, il manque un effet négatif de la durée de vie trop longue des brevets sur la croissance et le bien-être. Ils voient que cet effet négatif peut provenir du processus de diffusion de la connaissance et non à l'existence de monopoles permanents. Ces auteurs considèrent aussi que la conception de brevets, utilisés dans les modèles canoniques, est en quelque sorte trop radicale car elle rend le niveau de connaissance publique indépendante de la durée de vie des brevets. En effet, le brevet est admis comme étant un contrat, entre l'inventeur et le gouvernement, susceptible d'obliger l'inventeur à rendre public sa connaissance sous une forme compréhensible par un homme de l'art ; d'une autre part il oblige le gouvernement de garantir la protection commerciale à l'inventeur.

L'information contenue dans le brevet est rendu public par le système des brevets, généralement, 18 mois après le dépôt de la demande dans le cas de la Tunisie<sup>2</sup>. Ce qui confirme l'idée que la totalité du stock de connaissances est rendue publique dans un délai relativement court. Toutefois, de nombreux juristes considèrent que l'information diffusée par le bureau des brevets au cours de la période de protection ne recouvre pas la totalité de la connaissance technologique incorporée dans l'invention. Ainsi Michel et Nyssen ont supposé, en suivant l'idée d'Arrow (1994), que toutes les connaissances générées par une économie ne se propage pas instantanément. En effet, certaines informations technologiques concernant la connaissance développée à travers la recherche et développement privée sont maintenues au secret pour des raisons stratégiques. A titre d'exemple, l'organisation du travail, l'apprentissage par la pratique, le savoir-faire, sont des éléments qui constituent un savoir tacite, non codifié, qui ne se propage pas aussi rapidement que les connaissances technologiques au sens large.

Le point clé de l'analyse de Michel et Nyssen est l'hypothèse qu'une part de la connaissance développée par la recherche privée ne se diffuse pas instantanément. La part complémentaire se diffuse seulement lorsque la protection du brevet cesse. Tout le long de la période de

---

<sup>2</sup> « La demande de brevet est généralement publiée 18 mois après le dépôt ou la date de priorité; après un examen quant à la forme, avec ou sans rapport de recherche ». INNORPI

protection par le brevet sur un bien donné, le producteur conserve au secret une quantité donnée de connaissance privée. Cela est dû à : d'une part, le fait qu'une partie de cette connaissance ne peut être codifiée de manière à permettre son utilisation par les concurrents et d'autre part le secret intentionnelle.

Mais lorsque le brevet tombe dans le domaine public, n'importe qui peut accéder à toute la connaissance qui lui permet de produire le bien en question. Par conséquent, la partie de connaissance diffusée au public dépend de la durée de vie du brevet. En effet, il est optimal de raccourcir la durée de vie des brevets afin de réduire la part de la connaissance privée.

### ***Méthodologie adoptée***

Afin d'étudier la question de la durée de vie optimale des brevets, Michel et Nyssen (1998) ont développé un modèle de croissance endogène de variété des produits, basé sur Judd (1985) et Grossman et Helpman (1991 a). Ces modèles sont très similaires dans leur structure de base. La principale différence réside dans le fait que le modèle de Judd est un modèle de croissance exogène, où les activités de recherche et développement ne produisent pas d'externalité des connaissances. L'innovation est endogène, mais pas durable quand il n'y a pas de croissance d'un facteur exogène tel que l'augmentation de la main-d'œuvre. L'absence d'externalités de connaissances peut être interprétée par le fait que le savoir créé par l'invention d'une variété donnée est spécifique à un produit déterminé et ne peut pas être utilisé pour développer une nouvelle variété. Aussi, ce savoir est la propriété privée de l'inventeur pendant la période de protection par brevet. Cette connaissance devient publique dès que le brevet expire, mais il est utilisé uniquement par les producteurs compétitifs de la variété correspondante. Ainsi le modèle de Judd ne prend pas en compte l'effet de la diffusion horizontale des connaissances. Dans ce cadre, étant donné que la nature de la connaissance n'implique aucune sous-optimalité, Judd a montré que lorsque le degré de variété initiale est nul, la première meilleure politique de brevet est de fixer une durée de protection infinie. Pour des raisons similaires, Grossman et Helpman (1991, ch. 3) ont choisi une durée de vie infinie du brevet comme étant la deuxième meilleure solution.

A l'extrémité opposée Grossman et Helpman considèrent que la connaissance créée par les activités de recherche et développement est à la fois non rival et non non-excluable, et peut être utilisée dans n'importe quelle ligne de production. Cela signifie que dans le modèle de Grossman et Helpman le brevet constitue seulement un droit qui protège la production contre

la concurrence et l'imitation, mais n'exclut pas l'utilisation des connaissances par d'autres agents. Cette hypothèse, qui garanti l'innovation et la croissance soutenue, (aussi longtemps que la divulgation de l'information est spécifiée afin d'assurer des rendements constants dans le secteur de recherche e développement), explique pourquoi la durée de vie des brevets infinie n'a aucun effet sur la diffusion des connaissances.

Le modèle de Michel et Nyssen est plus proche de modèle de Grossman et Helpman que de modèle de Judd dans le sens où il s'agit d'un modèle de croissance endogène dont le processus de diffusion des connaissances assure de rendement constant dans l'activité de recherche et développement.

### ***Contributions majeures de modèle***

Le travail de Michel et Nyssen contient trois contributions majeures à la littérature de croissance endogène fondée sur l'innovation.

- ✓ Premièrement, il introduit une nouvelle hypothèse qui résulte d'une meilleure analyse du rôle de la connaissance comme étant un input du processus de R&D.
- ✓ Deuxièmement, il fournit une caractérisation complète de l'étude d'innovation dans le cadre d'un modèle d'équilibre général à croissance endogène avec une durée de vie des brevets finie. Cette caractérisation permet de distinguer les situations où la durée de vie optimale des brevets est finie et ceux où il est infini.
- ✓ Troisièmement, il montre que, en général, la durée de vie optimale des brevets ne maximise pas à la fois la croissance et l'innovation.

En outre, ce modèle constitue une généralisation du modèle d'expansion du nombre de variétés de Grossman et Helpman qui permet d'évaluer les effets des restrictions à la diffusion des connaissances.

En conclusion, le modèle de Michel et Nyssen montre que lorsque la diffusion instantanée de la connaissance incorporée à une innovation protégée par le brevet est faible, la croissance est maximisée par une durée de vie finie des brevets ; tandis que cette durée de vie est infinie si la diffusion est forte. En outre, dans le premier cas, la durée de vie optimale des brevets est finie et plus courte que celle qui maximise la croissance. Cela s'explique par le fait que dans le cas où la diffusion instantanée des connaissances est faible, l'Etat peut compenser le manque de connaissance publique en choisissant une durée de vie du brevet (la durée de vie optimale)

plus courte que celle qui est capable de maximiser le profit des innovateurs. Ainsi, la manipulation de la durée de vie des brevets constitua, dans une analyse de second rang, un moyen d'agir sur l'appropriabilité des connaissances pour favoriser la croissance.

## **I 2 La dimension verticale de l'innovation**

Les travaux de Grossman et Helpman (1991) et d'Aghion et Howitt (1992) ont donné naissance à une catégorie de modèles qui intègrent une représentation qualitative de l'innovation. Cette catégorie de modèles dits de « destruction créatrice » trouve ses origines dans les travaux sur la course aux brevets.

### **I 2 1 Le modèle de Grossman et Helpman (1991)**

Grossman et Helpman (1991 ch. 4) ont développé un modèle d'amélioration de produits. L'économie est représentée par un vecteur fixe de produits différents, chaque bien est produit par un secteur spécialisé. Chaque produit étant demandé parce qu'il répond à un besoin spécifique des consommateurs, et est indexé par un niveau de qualité et suit une progression stochastique sur une échelle de qualité. Le progrès n'est pas uniforme à travers les secteurs, de sorte qu'une distribution d'équilibre des qualités évolue à travers le temps. Mais le taux de croissance globale est constant. Au sein de ce modèle une innovation permet d'améliorer la qualité des biens déjà existés, d'où l'appellation de « modèles d'échelles de qualité ». La même quantité du nouveau bien procure aux consommateurs une satisfaction plus forte que celle procurée par le bien de la génération précédente.

Ce modèle considère la taille des innovations comme exogène, constituant plutôt un paramètre technologique. Il suppose que l'activité d'innovation est stochastique, les brevets ont une durée de vie infinie dans le sens où ils prennent fin sous l'effet des futures innovations.

Le modèle de Grossman et Helpman (1991) considère la taille de l'innovation comme exogène, alors que les conclusions ressort de ce travail dépendent de la valeur de l'incrément de qualité de cette innovation. Lorsque la taille de l'innovation est relativement faible ou très importante, il y aura une sur-allocation de la recherche par rapport à la solution optimale. Ainsi l'objectif d'un système de brevets serait l'orientation des innovateurs vers des améliorations qualitatives se situant dans la zone médiane autour de la solution optimale.

Les auteurs supposent, aussi, la possibilité que les entreprises déterminent elles-mêmes le niveau de l'incrément de qualité de leur innovation. En effet, dans ce cas là, l'objectif du système de brevets serait d'attester publiquement de la hauteur du saut effectué par les entreprises afin que celles-ci puissent obtenir les profits liés au fait d'effectuer des innovations de taille plus importante.

## **I 2 2 Le modèle d'Aghion et Howitt (1992)**

Ce travail d'Aghion et Howitt (1992) permet d'analyser le phénomène de destruction créatrice dans le cadre d'un modèle simple de croissance en se basant sur le lien entre innovation et structure de marché. Ces auteurs adoptent une modélisation du processus d'innovation suivant la littérature de course aux brevets, à la Tirole (1988) et Reinganum (1989).

A travers cette conception, les auteurs ont introduit le facteur obsolescence dans la théorie de croissance. En effet, les meilleurs produits rendent obsolètes les anciens produits et c'est l'augmentation de la qualité qui devient un facteur de croissance. Autrement dit, une innovation « schumpeterienne » remplace la découverte précédente et met fin aux anciennes rentes de monopole. Ce modèle suppose, à la suite de Schumpeter, que les innovations individuelles sont suffisamment importantes pour influencer sur l'économie tout entière.

Ce modèle considère trois secteurs dans l'économie: le secteur du travail, le secteur de biens de consommation finale et le secteur de biens intermédiaires. Il ya trois catégories de travail: le travail non qualifié, qui peut être utilisé uniquement dans la production du bien de consommation. La main-d'œuvre qualifiée, qui peut être utilisé soit dans la recherche ou dans le secteur de bien intermédiaire. La main-d'œuvre spécialisée, qui peut être utilisé seulement dans le secteur de recherche et développement. Chaque individu est doté d'un flux d'une unité de travail. Grâce au phénomène de la destruction créatrice, chaque nouvelle variété de bien intermédiaire remplace la variété ancienne ; ce qui va améliorer le paramètre technologique.

Aghion et Howitt ont remarqué qu'il est toujours possible de produire le bien de consommation à l'aide d'une technologie ancienne, avec un bien intermédiaire ancien qui correspond à cette technologie.

Lorsqu'un innovateur arrive à réussir une invention **il obtient un brevet qui lui fournit un monopole sur le secteur de bien intermédiaire**. Alors que le brevet est à durée de vie infinie, le monopole ne dure que jusqu'à la prochaine innovation, date à laquelle le produit

intermédiaire est remplacé par le prochain produit. L'objet de monopoleur de bien intermédiaire est de maximiser la valeur actualisée des profits espérés au cours de l'intervalle actuel. La seule incertitude concerne la durée de l'intervalle.

Chaque innovation est constituée d'un nouveau produit intermédiaire qui peut être utilisé pour produire le bien final de façon plus efficace. Les entreprises de recherche sont motivés par la perspective des rentes de monopole qui peuvent être capturées lors d'une innovation réussie est breveté.

Si la taille des innovations est élevée, les deux premiers effets domineront. Par contre, si le pouvoir de monopole conféré par le brevet est important et les innovations ne sont pas trop grandes, le troisième effet va l'emporter et donc la croissance décentralisée sera excessive.

Aghion et Howitt ont conclut que l'analyse de l'efficacité de l'incitation à l'innovation ne repose pas seulement sur la structure de marché endogène. En effet, à la dimension des politiques de concurrence s'ajoute une autre dimension plus réglementaire, à savoir la nature de politique des brevets.

### **I 3 La différenciation à la fois horizontale et verticale des produits : le modèle de Caballero et Jaffe (1993)**

Le travail de Caballero et Jaffe en 1993 à pour objectif d'instaurer un cadre pour intégrer la microéconomie de la destruction créatrice et les externalités de connaissances dans un modèle de croissance afin de pouvoir déterminer leurs effets sur la croissance économique. Ainsi, ces auteurs ont développé un modèle dans l'esprit de Grossman et Helpman (1991) et Aghion et Howitt (1992) qui donne une relation simple pour l'effet de nouveaux produits sur la valeur de produits déjà existants. Les nouveaux produits sont toujours de qualité supérieure aux anciens.

Dans ce modèle d'innovation et de croissance l'extension de la gamme de produits intermédiaires s'accompagne d'un effet d'obsolescence. Ce travail est une contribution à la fois théorique et empirique importante en matière d'instaurer la place du brevet comme étant un outil de politique pour l'innovation et la croissance.

Kolida (2001) a fait remarquer que le modèle de Caballero et Jaffe (1993) adopte une formalisation du processus de recherche beaucoup plus riche que tous les autres modèles de

croissance endogène basée sur l'innovation avec un seul secteur de R&D. En effet, ces auteurs ont modélisés la qualité des nouvelles idées aussi bien que la puissance des externalités, en se basant sur une observation et une analyse plus fines du brevet et des innovations.

A une date (t) donné, l'économie se compose d'un continuum de biens, de taille  $N_t$ , en concurrence monopolistique indexés par leur qualité,  $q \in ]-\infty; N_t]$  comme pour un modèle d'échelle de qualité. Les produits les plus récents sont toujours les meilleurs ; ce qui revient à considéré que le processus de recherche avance la frontière technologique en même temps qu'il accroît le nombre de brevets  $N_t$ . En effet, il ya, en même temps, augmentation des variétés et amélioration des qualités.

Le phénomène de destruction créatrice de Schumpeter trouve sa place dans ce modèle en raison du classement implicite de la qualité des innovations. Ainsi, sous l'effet de l'apparition de nouvelles variétés ayant un plus fort contenu technologique les producteurs qui ont un coût marginal constant voient leurs profits déminer. Nous trouvons, ici, la part de marché des anciens biens diminue progressivement sous l'effet que la demande va se porter prioritairement sur les nouveaux biens qui sont systématiquement de qualité supérieure aux anciens biens. Alors, le taux de diminution de la part de marché des anciens biens (et par suite du profit) dépend positivement du degré de substituabilité entre les biens et du rythme auquel les nouveaux biens sont introduits.

Caballero et Jaffe ont développé un modèle au sein duquel la croissance repose sur une différenciation à la fois horizontale et verticale des produits. En effet, chaque nouveau bien offre au consommateur un service différent de ceux offerts par les anciens biens (différenciation horizontale) ; en même temps, la qualité de ce service est supérieur aux celles des biens déjà existés (différenciation verticale). Dans ce modèle les données sur les brevets sont utilisées comme étant une variable représentative des nouvelles idées et les citations de brevets pour représenter les externalités de connaissances; afin d'estimer les paramètres du modèles. La mise en relation du concept de nouvelles idées avec les nouveaux brevets, permet aux auteurs de mesurer l'ampleur empirique de destruction créatrice. Les auteurs supposent que les brevets sont proportionnels aux idées et les citations sont proportionnelles aux idées utilisées dans la création des nouvelles idées. La vitesse d'avancement de la frontière des

connaissances ( $N_t$ ) est supposée proportionnelle au taux de brevetabilité dans le même temps. La fonction de citation représente une estimation de la probabilité qu'un brevet en (t) cite un brevet de cohorte (s).

Empiriquement les auteurs montrent, en utilisant le nombre des brevets comme proxy de nombres des nouvelles idées, qu'il est possible d'utiliser les informations de citation des brevets pour approximer d'une manière très riche la diffusion des connaissances, l'obsolescence des idées et l'externalité de la recherche. Ils montrent, aussi, la possibilité de vérifier si les connaissances semblent avoir une composante privée. Pratiquement en vérifiant si l'entreprise cite ses propres brevets plus souvent que les brevets détenus par des autres entreprises.

Grace aux brevets le taux d'obsolescence des idées se trouve endogénéisé, dont la mesure où le processus de recherche et la création de nouvelles idées donnent lieu à des dépôts de brevets. Les auteurs ont montré que le système de brevets peut jouer un rôle important en matière de diffusion des connaissances ; où les informations contenues dans les brevets assurent la rapidité d'accès des chercheurs aux nouvelles connaissances.

## **II Durée de vie et étendue du brevet : Quelle est la combinaison optimale ?**

Le système des brevets récompense les innovateurs en leur accordant un pouvoir de monopole. Deux questions se posent naturellement: combien doit être l'ampleur du pouvoir de monopole ? Et pour combien de temps devrait-elle être accordée? En d'autre terme : *quel est le niveau optimal de protection à travers la durée (longueur) et l'étendue (largeur et hauteur) des brevets ?*

En effet, notre objectif est d'étudier comment la largeur et la hauteur de brevet, à côté de la longueur, peuvent constituer des instruments afin de régler le dilemme entre inciter l'investissement en recherches et développement et garantir la diffusion des connaissances.

### **II 1 Arbitrage entre longueur et largeur du brevet**

La longueur et la largeur de la protection juridique des innovations sont des instruments qui peuvent être utilisés par les pouvoirs publics afin d'encourager l'innovation et promouvoir la croissance. La prise en compte de la caractéristique largeur du brevet n'a de sens que lorsque le modèle tient compte du phénomène d'imitation. En effet, la protection par le brevet ne peut

être que partielle : ainsi parmi les 48 innovations étudiées par Mansfield et al. (1981) plus de 60% ont été imitées<sup>3</sup>.

La largeur du brevet détermine le niveau à partir de quel l'imitation d'un produit ou d'un procédé constituera une contrefaçon. Elle permet de délimiter la possibilité pour un concurrent potentiel d'introduire des innovations périphériques. Nous pouvons interpréter la largeur dans deux directions<sup>4</sup>:

- la largeur en amont : elle est appelée aussi largeur arrière (lagging breadth), elle limite l'imitation par la spécification des quels produits inférieurs qui ne peuvent être produits par les concurrents. Ainsi, le détenteur du brevet renforce son pouvoir du marché par l'élimination des ses concurrents les plus proches sur sa ligne de produits.
- la largeur en aval : elle est appelée aussi largeur avant (leading breadth), elle limite les futures innovations par la spécification des produits supérieurs que les concurrents ne peuvent produire. De point de vu d'innovations améliorant la qualité des produits, la largeur avant se trouve contestée, parce qu'elle accorde un droit de propriété sur des qualités et des produits que le détenteur du brevet n'a pas lui-même inventées.

### **II 1 1 L'arbitrage dans le cadre des modèles de croissance endogène : le modèle de Segerstrom (1991)**

Les modèles canoniques de croissance endogène ont largement postulé que la protection par le brevet était parfaite afin d'empêcher la contrefaçon d'un produit nouveau par les concurrents d'où l'impossibilité de l'imitation. Toutefois, le modèle de Segerstrom (1991) considère que la croissance économique est alimentée à la fois par l'innovation et l'imitation.

Ce modèle dispose d'un état d'équilibre stable dans lequel certaines entreprises consacrent des ressources à la découverte de produits qualitativement améliorés et d'autres entreprises consacrent des ressources à la reproduction de ces produits (imitation). Ainsi, Segerstrom (1991) a considéré l'imitation comme une alternative à l'innovation et l'intègre dans le secteur de la recherche.

---

<sup>3</sup> E. Mansfield, M. Schwartz et S. Wagner, «Imitation Costs and Patents: An Empirical Study» *Economic Journal*, vol. 91, December 1981, pp. 907-18.

<sup>4</sup> Cette définition de la largeur est inspirée dans une grande mesure de Gilles Kolida, (2003).

La théorie de la croissance endogène fondée sur la recherche et développement se concentre presque exclusivement sur le développement de nouveaux produits ou procédés. Les modèles canoniques de cette théorie ignorent l'effet en retour évident que l'imitation peut avoir sur l'incitation à innover «l'imitation pousse à innover de nouveau pour ne plus être en concurrence frontale avec son imitateur»<sup>5</sup>. Le taux de l'imitation dans cette littérature est généralement déterminé de façon exogène sur la base de brevets parfaits (Segerstrom (1991)). D'où, les possibilités d'imitation sont ignorées ; ce qui contredit fortement la réalité empiriques<sup>6</sup>.

Dans cet article, Segerstrom présente un modèle de croissance dans lequel les entreprises peuvent entrer dans des activités de R&D innovante ou imitative. Ce point de vue considère l'imitation comme une alternative à l'innovation et l'intègre dans le secteur de la recherche et développement tout en considérant une durée de vie infinie du brevet. Dans ce modèle, alors que les activités inventives permettent la possibilité de breveter les activités imitatives introduisent la possibilité de contrefaçon.

Dans Segerstrom (1991) le système de brevets n'est pas explicitement modélisé. Cependant, les coûts relatifs des deux types d'activité reflètent le rôle et la masse du système de brevets et de l'institution judiciaire en charge des problèmes de contrefaçon. Ce modèle suppose que l'imitation est plus facile que l'innovation pour les entreprises. Toutefois, un système de brevets plus sévère entraîne des poursuites judiciaires et des pénalités importantes ce qui rend le coût d'imitation plus élevé relativement que le coût d'innovation. Ainsi, le système de brevets permet de rémunérer l'innovation puis l'imitation par un accord de licence entre l'innovateur et l'imitateur d'où le partage des profits de monopole réalisé initialement par le leader technologique.

## **II 1 2 L'arbitrage dans le cadre des modèles microéconomiques**

La longueur et la largeur du brevet sont des instruments qui peuvent être utilisés par les pouvoirs publics afin de régler le dilemme : incitation des innovateurs à investir d'avantage en recherches et développement et de garantir la diffusion des connaissances, tout en optimisant un critère social.

---

<sup>5</sup> P. Aghion, C. Harris, P. Howitt et J. Vickers: « Competition, Imitation and Growth with Step-by-Step Innovation », *Review of Economic Studies*, 2000.

<sup>6</sup> Voir Tilton (1971) et Mansfield, Schwartz et Wagner (1981).

## II 1 2 1 Le modèle de Gilbert et Shapiro (1990)

Gilbert et Shapiro (1990) ont considéré que toutes les définitions de la largeur doivent impliquer qu'un brevet plus large permet d'augmenter le taux de profit de l'innovateur durant la période de protection juridique<sup>7</sup>. Ils ont fourni les arguments pour prouver que le brevet peut être un instrument de politique pour récompenser les innovations. Il a fourni les conditions dans lesquelles la politique optimale d'un brevet à durée de vie infinie avec un réglage de la largeur permet la récompense requis pour l'innovation. Toutefois, ces récompenses nécessitent la création d'un pouvoir de marché, ce qui provoque une certaine perte de bien-être. D'où, l'origine du débat sur la politique des brevets qui consiste à étudier l'arbitrage entre l'efficacité dynamique et l'inefficience statique attachées au brevet.

La question principale posée par Gilbert et Shapiro est : quelle est la combinaison optimale entre la longueur et la largeur de brevet qui permet de récompenser l'innovation ?

Il ya deux instruments disponibles pour atteindre la récompense optimal de l'innovation: la longueur et la larguer du brevet.

*Dans un premier temps*, Gilbert et Shapiro interprètent la largeur comme le taux de profit courant ( $\pi$ ) reçu par l'innovateur lorsque le brevet est en vigueur. Ils considèrent que l'environnement est prévisible et stationnaire. La politique optimale du brevet consiste à choisir la longueur de la protection ( $T$ ) et le profit courant ( $\pi$ ) pour maximiser le bien-être social  $W$ . Où  $W$  est interprétée comme la somme du surplus des consommateurs et des profits  $\pi$ , susceptibles de réaliser la récompense de l'innovation ( $V$ ) pour le titulaire du brevet.

*Dans un deuxième temps*, Gilbert et Shapiro interprètent la largeur comme la capacité de titulaire du brevet à augmenter le prix pour un unique produit qui utilise l'innovation<sup>8</sup>. Suivant cette définition, la largeur n'affecte que le prix que le titulaire du brevet peut exiger. A la différence du modèle de Klemperer (1990) dans lequel la largeur affecte aussi les produits substituables.

En conclusion, Gilbert et Shapiro (1990) ont montré que des brevets larges sont couteux en

---

<sup>7</sup> « But any definition of breadth involves the idea that a broader patent allows the innovator to earn a higher flow rate of profits during the lifetime of the patent » Gilbert et Shapiro (1990)

<sup>8</sup> « We analyze optimal policy here for this particular interpretation of patent breadth: the ability of the patentee to raise the price for the single product that embodies the innovation ». Gilbert et Shapiro (1990).

termes de perte sèche et qu'une politique optimale privilège les brevets étroits et de très longue durée. Pour ces auteurs, la largeur du brevet peut être un instrument de politique économique pour contrôler les prix. Ainsi, une politique de brevet qui tient compte de la largeur autant que la longueur permet de résoudre le problème d'arbitrage entre les incitations à innover et coût en termes de pertes sèches dues à la situation de monopole.

Ce travail présente une limite principale de ne pas intégrer dans l'analyse la menace de la concurrence des entreprises incitées, par le profit réalisé par l'innovateur initial, à innover dans le même domaine et de supposer implicitement que le système des brevets est parfait d'où l'impossibilité d'imitation. Aussi, ce modèle peut être considéré comme un cas particulier du modèle de Klemperer (1990) lorsque les coûts de transport sont identiques. Nous allons exposer le modèle de Klemperer dans la section suivante.

## **II 1 2 2 Le modèle de Klemperer (1990)**

Afin de résoudre le problème d'arbitrage entre les incitations à innover et la perte sèche due au monopole, le modèle de Klemperer (1990) cherche à déterminer la combinaison optimale durée-étendue sous la contrainte d'un niveau de profit minimum permettant l'incitation de détenteur du brevet à investir en recherche et développement.

Ce modèle considère l'étendue du brevet comme l'espace d'un produit différencié horizontalement (différenciation spatiale), couvert par un brevet unique ; en utilisant l'approche de la concurrence spatiale à la Hotelling (1929) avec concurrence en prix. La largeur étant considérée comme étant la région de l'espace des produits protégés.

Klemperer (1990) cherche à déterminer la largeur du brevet ( $w$ ) et la durée de vie du brevet ( $L$ ), qui minimisent la valeur actuelle des coûts sociaux due au monopole ( $s(w)$ ) soumis à la valeur actualisée des profits du titulaire du brevet ( $V$ ). Le modèle ne s'intéresse pas à déterminer la valeur  $V$ . Car une fois la forme optimale d'un brevet est déterminée pour toute valeur  $V$  donnée, le problème du choix de la valeur de  $V$  qui génère le niveau socialement acceptable de R&D est étroitement liée à l'analyse standard de la longueur optimale d'un brevet lorsque la largeur n'est pas une variable de contrôle.

A titre de simplification, Klemperer a supposé que le titulaire du brevet produise un seul bien au prix  $p$ . Un brevet de largeur (plus précisément, rayon)  $w$  permet aux entreprises

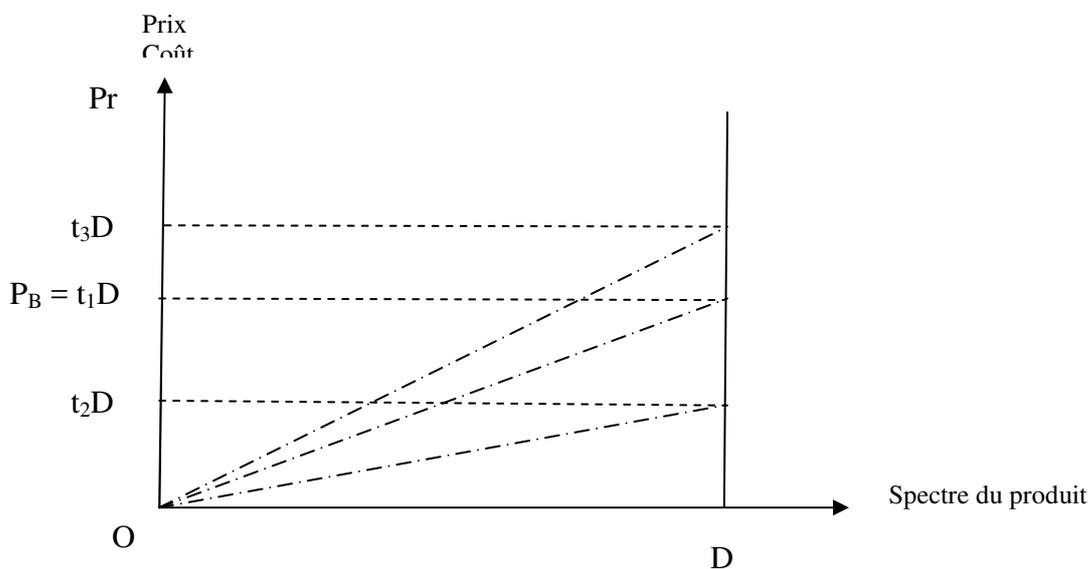
concurrentes de produire des variétés de produits avec une distance de produits du titulaire du brevet. Klemperer a défini l'étendue des brevets (ou largeur comme il le qualifie) comme la distance, sur le spectre de produit, à l'écart du produit de titulaire du brevet, où les entreprises concurrentes sont autorisées. Chaque consommateur a un coût de transport de  $t$  par unité de distance. Le modèle suppose que tous les consommateurs préfèrent, à prix identiques, le produit de titulaire du brevet. Les consommateurs peuvent se différencier sur deux points: d'abord, le coût de déplacement par unité de distance et, d'autre part, le prix de réservation.

Van Dijk (1994), a illustré une version simplifiée du modèle de Klemperer (1990), comme la présente le graphique 1. L'axe horizontal représente le spectre du produit ; le titulaire du brevet et tous les consommateurs se situent à l'origine 0, alors que les concurrents se situent au point D (à la frontière du domaine de validité du brevet, définie par la largeur). L'axe vertical représente le prix d'achat du produit pour un consommateur. Le graphique représente trois consommateurs ayant le même prix de réservation ( $p_r$ ) mais des coûts de déplacement différents ( $t_1$ ,  $t_2$  et  $t_3$ ). Le consommateur 1 est indifférent entre acheter le produit chez le titulaire du brevet à l'origine 0 avec des prix  $p_B$  et acheter chez les concurrents au point D en supportant un coût de déplacement  $t_1 D$ . Alors que, avec le même prix  $p_B$ , le consommateur 2 achète chez les concurrents parce que  $p_B > t_2 D$ . Le consommateur 3 achète chez le titulaire du brevet car  $p_B < t_3 D$ .

Dans ce modèle, Klemperer a fait une comparaison entre la situation de bien-être maximale qui résulte d'une fourniture concurrentielle de toutes les variétés du spectre du produit et la situation résultant de l'institution d'une étendue positive du brevet (la distance  $OD$ ). Cette comparaison montre l'existence de deux types de pertes de bien-être. Le premier type résulte de perte de bien-être des consommateurs qui supportent les frais de déplacement vers des variétés moins privilégiées mais offertes à un prix inférieur. Par exemple, le consommateur 2 assume, le frais de déplacement  $t_2 D$ . Le deuxième type de perte provient de la disparition du marché de certains consommateurs. C'est le cas où le prix de réservation de ces consommateurs est inférieur au prix pratiqué par le détenteur du brevet ou si le prix de réservation est inférieur au coût de déplacement pour la variété offerte par le concurrent au point D.

L'idée de Klemperer est de minimiser l'ensemble de ces pertes en jouant sur la combinaison

durée-étendue du brevet. Le point de départ de son analyse est de garantir une marge bénéficiaire minimale au titulaire du brevet afin de lui inciter à investir dans la R&D et de générer, donc, le nouveau produit. Selon ce modèle, la combinaison optimale durée-étendue du brevet dépend des distributions des coûts de déplacement et des prix de réservation. Lorsque tous les consommateurs ont les mêmes coûts de transport, le titulaire du brevet fixera le prix de telle sorte que tous les consommateurs achètent son produit. Dans le graphique 1, si tous les consommateurs ont le même coût unitaire  $t_1$ , le prix optimal sera juste inférieur à  $t_1 D$ . Ainsi, aucun consommateur ne se déplace pour acheter chez les concurrents et, donc, le premier type de pertes disparaît. Le deuxième type de pertes sera minimisé avec une largeur très étroite et une durée de vie assez longue pour garantir un minimum de profit exigé pour inciter l'innovation. En effet, lorsque les consommateurs sont confrontés à des frais de déplacement identiques, les brevets étroites sont les plus efficaces. Toutefois, si les prix de réservation des consommateurs sont identiques, une conclusion contraire émerge. Ainsi, la protection infiniment large empêche toute concurrence. Le titulaire du brevet peut alors, sans la nécessité de prendre en compte les concurrents, fixer un prix égal au prix de réservation des consommateurs. D'où la disparition de perte sèche (second type de perte). En effet, étant donné les prix de réserve identiques, une protection large est souhaitable.



Source : Van Dijk (1994)

**Graphique 1: modèle de Klemperer simplifiée**

Le modèle de Klemperer (1990) suppose implicitement que l'imitation est sans frais (coûts d'imitation négligeables). Toutefois, l'imitation est généralement coûteuse. D'une part, parce

que la technologie n'est pas accessible gratuitement et immédiatement. D'autre part, l'imitateur se confrontera au coût prévu si le titulaire du brevet lui prend devant les tribunaux pour violation des droits de brevet. L'extension du modèle de Klemperer par Gallini (1992) implique le coût de l'imitation.

### **II 1 2 3 L'endogénéisation des coûts d'imitation: le modèle de Gallini (1992)**

Le modèle de Gallini (1992) avec des coûts d'imitation positifs, définit l'étendue d'un brevet par le coût de R&D nécessaire pour imiter une innovation brevetée sans enfreindre le brevet. Il introduit la possibilité que les firmes imitent le produit breveté en s'appuyant sur la diffusion des connaissances. Une grande partie de la littérature sur la durée optimale du brevet suppose que l'imitation de produits brevetés est : soit trop coûteuse et donc ne constituent jamais une menace pour l'innovateur (Nordhaus, 1969 ; Scherer, 1972), soit de coûts négligeables et donc constituent toujours une menace pour l'innovateur (Gilbert et Shapiro, 1990 ; et Klemperer, 1990). Selon Gallini, dans les deux cas, la décision d'imiter est indépendante de la durée des brevets, et par conséquent, une augmentation de la durée des brevets favorise toujours à la fois la recherche et la divulgation de l'innovation. Le cas intermédiaire, et le plus réaliste, est que l'imitation est coûteuse, mais pas prohibitif. Le modèle de Gallini (1992) se concentre sur la politique optimale du brevet en présence de la possibilité d'imitation coûteuse. Il endogénéise les coûts d'imitation tout en considérant que l'incitation à imiter dépend de la durée de vie du brevet. Levin et al. (1988) ont indiqué que les innovateurs choisissent souvent de garder leur invention en secret plutôt que de les divulguer par un brevet, en particulier lorsque l'imitation est probable.

Gallini (1992) a commencé par supposer: une seule entreprise (l'innovateur) investit en R&D pour développer un nouveau produit ou procédé. Si une innovation réussit, l'innovateur peut décider de breveter son invention ou garder le secret; les conséquences ne sont pas les mêmes. Si le nouveau procédé ou produit est breveté, l'entreprise se voit attribuer un monopole sur l'innovation pour une période de  $T$  années. Après cette période l'innovation tombe dans le domaine public et sera, sans coût, à la disposition de toutes les entreprises dans un marché concurrentiel. Les concurrents potentiels peuvent soit attendre l'expiration du brevet pour dupliquer gratuitement le produit, soit développer, durant la période  $T$ , une imitation en supportant un coût  $K$ . L'innovateur original et les imitateurs, en nombre  $m$ , entrent en concurrence et les profits gagnés par le détenteur du brevet et les concurrents ne dépendent

que du nombre d'imitateurs  $m$ .

Alternativement, si l'innovateur choisit de ne pas breveter l'invention nouvelle, il court le risque que certaines entreprises concurrentes peuvent apprendre et reproduire l'innovation.

#### *La longueur comme le seul instrument politique*

En premier temps, Gallini (1992) ne considère que la longueur comme instrument de décision publique pour influencer la recherche, la divulgation et l'activité imitation. La décision de brevet et les réactions des concurrents dépendent directement de la durée du brevet  $T$  et de coûts d'imitation  $K$ . Il cherche à déterminer la longueur  $T^*$  du brevet, qui maximise le surplus social actualisé. Le modèle montre qu'une durée de protection longue encourage les concurrents potentiels à imiter le nouveau produit. Dans le cas où l'imitation est coûteuse, une variation de la longueur du brevet affecte indirectement la largeur en affectant les décisions d'imiter. En effet, lorsque la longueur du brevet est le seul outil d'administration des brevets, la durée de vie optimale d'un brevet est généralement courte pour décourager l'imitation. La durée optimale du brevet ne peut pas dépasser une longueur à partir de laquelle les concurrents imitent l'innovation. En même temps, cette durée ne doit pas être trop courte, puisque dans ce cas, l'innovateur préfère de garder secrète sa technologie et ne dépose pas un brevet. Ainsi, la nouvelle technologie ne serait découverte par les firmes concurrentes qu'avec une probabilité inférieure à l'unité.

#### *La longueur et la largeur comme deux instruments politiques*

Nous avons vu, dans le cas où la longueur est le seul instrument de politique du brevet et où l'imitation est coûteuse, la variation de la longueur du brevet affecte indirectement la largeur en affectant les décisions d'imiter. Le pouvoir public peut utiliser la largeur du brevet comme un deuxième instrument à coté de la durée de vie. Dans ce cas, le modèle de Gallini (1992) montre que le surplus social est maximisé lorsque les brevets sont larges (pour décourager l'imitation) et la durée de vie doit être ajustée pour obtenir la récompense de brevet désiré.

L'auteur a continué par définir la largeur non pas par le coût de différenciation totalement payé à l'entrée, mais par un flux constant que l'imitateur doit payer à chaque date. Dans ce cas, le modèle préfère un brevet large (le flux à payer doit être élevé) avec une durée de vie courte afin de ne donner pas le temps suffisant qui permet aux imitateurs d'arriver sur le marché.

En conclusion, lorsqu'il endogénéise l'imitation, le modèle de Gallini (1992) montre que le brevet optimal doit être large et de longueur courte. Ces résultats contrastent avec ceux de Gilbert et Shapiro (1990) et, dans une certaine mesure, Klemperer (1990), dans lesquels les brevets étroits et infiniment longs sont optimaux.

## **II 2 Arbitrage entre longueur et hauteur du brevet**

La hauteur ou l'exigence de brevetabilité est la taille minimale qui doit satisfaire l'innovation pour être jugée brevetable. Elle trace le niveau minimum de brevetabilité qui permet à un concurrent potentiel de développer une invention de base.

### **II 2 1 L'arbitrage dans le cadre des modèles de croissance endogène : le modèle de Li (2000)**

Dans ce travail, Li (2000) a présenté un modèle bi-sectoriel de recherche où la croissance à long terme est déterminée par l'expansion des connaissances créées dans deux types d'activités de R&D. Le progrès technique est modélisé sous deux formes : des innovations de variétés qui conduisent à la création d'un secteur de biens intermédiaires et des innovations de qualités qui améliorent la qualité de certains secteurs à chaque période.

Dans le cadre d'un modèle à la Grossman et Helpman (1991), Li (2000) a développé son modèle (variété/qualité) à trois secteurs : secteurs de produits finis, secteur de biens intermédiaires et secteur de R&D.

A chaque instant, certains chercheurs s'engagent dans des R&D pour innover des variétés, et d'autres réalisent des R&D pour améliorer la qualité. Si les projets des R&D des variétés réussissent à la date  $\tau$ , un produit entièrement nouveau de  $i^{\text{ème}}$  variété de qualité  $Q_{\tau}^{1/\varepsilon}$ , est introduit dans l'économie (d'où la création d'un nouveau secteur) et un brevet est délivré au innovant, ce qui exclut les autres de produire le nouveau produit. L'innovateur devient un monopole local. Mais une fois que la nouvelle variété est disponible sur le marché, sa qualité peut être améliorée par des autres entreprises. Si la nouvelle variété est améliorée une fois, son indice de qualité devient  $\gamma Q_{\tau}^{1/\varepsilon}$ . Suite à la littérature, le modèle suppose que les entreprises titulaires des brevets ne procèdent pas à des innovations de qualité. Ce qui pose le problème de l'innovation cumulative puisque l'inventeur d'une nouvelle variété de produit intermédiaire voit l'ensemble de ses profits disparaître dès la première innovation de qualité

dans ce secteur. Le bien intermédiaire de qualité supérieur capte l'ensemble des parts de marché, ce qui rend le produit original de qualité  $Q_{\tau}^{1/\varepsilon}$  obsolète. A ce stade, pour contrecarrer ce phénomène, Li (2000) a proposé un système de licence suivant lequel l'innovateur de la variété et celui de la qualité parvenir à un accord qui stipule que le deuxième innovateur (ce qui ne fait qu'améliorer la qualité initiale de ce bien) paie une fraction fixe  $0 < \kappa < 1$  de ses profits à titre de redevance à l'innovateur de première génération.  $\kappa$  peut être interprétée comme l'étendue du brevet sur la variété, fixée par le gouvernement.

Ce contrat de licence, qui reste toujours quel que soit le niveau de qualité, implique la participation des bénéfices suivante :

- les profits réalisés par l'innovateur de la variété (le « découvreur » de la branche) :

$$\pi_{n,t}^v = \begin{cases} \pi_{n,t} & \text{pour } n_i = 0 \\ \kappa \pi_{n,t} & \text{pour } n_i \geq 1 \end{cases} \quad (3)$$

- les profits réalisés par les innovateurs de la qualité (qui améliorent successivement la qualité initiale de ce bien):

$$\pi_{n,t}^q = \begin{cases} 0 & \text{pour } n_i = 0 \\ (1 - \kappa) \pi_{n,t} & \text{pour } n_i \geq 1 \end{cases} \quad (4)$$

Avec,  $\pi_{n,t}$  désigne le flux de profits provenant de l'exploitation de la variété  $i$  en  $t$ .  $(1 - \kappa)$  est le taux de redevance de la licence qu'accorde le premier innovateur à ses successeurs (Puisque  $0 < \kappa < 1$  désigne la fraction fixe de profit que le deuxième innovateur paie à titre de redevance à l'innovateur de première génération).

Dans ce modèle de Li, le deuxième innovateur paie à titre de redevance à l'innovateur de première génération une fraction fixe de profit ( $0 < \kappa < 1$ ). C'est-à-dire,  $(1 - \kappa)$  désigne le taux de redevance de la licence qu'accorde le premier innovateur à ses successeurs. Ainsi, dans n'importe quelle période où elle apparaît une innovation de qualité, de la deuxième génération jusqu'à la  $n^{\text{ème}}$ , le dernier innovateur de qualité doit payer une redevance de taux  $\kappa$  à l'inventeur initial de la variété. En effet, avec l'idée de la licence, l'innovateur de bien intermédiaire peut être considéré comme le détenteur d'un brevet, avec une largeur aval infini, qui lui confère le droit de recevoir des flux de redevances de la part de tous les innovateurs

qui améliorent successivement son produit. Alors que, les innovateurs qui ne peuvent qu'améliorer la qualité d'un bien existant se trouvent obligés de délivrer des brevets avec largeur aval nulle.

## **II 2 2 L'arbitrage dans le cadre des modèles microéconomiques**

### **II 2 2 1 L'effet d'un changement dans l'étendue des revendications : le modèle de Matutes, Regibeau et Rockett (1996)**

Matutes, Regibeau et Rockett (1996) ont défini l'étendue des brevets par le nombre d'applications différentes protégés par le même brevet. Ils se concentrent sur la protection des innovations fondamentales. Ils supposent d'abord que l'entreprise innovante a déjà obtenu une avancée technologique en tant que résultat d'une recherche précédente. Cette technologie peut être utilisée dans la production d'une série de produits (applications), dont chacun est brevetable en soi. Le modèle ne se concentre pas sur la façon dont chacune de ces applications devraient être protégés, mais plutôt la façon dont la technologie de base, devrait être protégée par le droit des brevets. En l'absence de protection des brevets, un innovateur qui a fait une avancée technologique importante serait tenté d'approfondir l'avancée dans le développement des applications, il ne démontre pas sa découverte et continue à le développer, avant de commercialiser un produit pour éviter le risque d'imitation de l'innovation fondamentale.

Ce modèle permet au détenteur du brevet de choisir la durée séparant la diffusion de l'information sur l'invention de base, qui est la date d'octroi du brevet, et l'introduction des premières applications. En même temps le modèle permet au planificateur de fixer les paramètres de la politique des brevets et l'entreprise réagit à ces paramètres. L'objectif de retarder ces applications est la maximisation de profit de la firme innovatrice. Un tel retard dans l'introduction des premières applications est socialement indésirable pour deux raisons : d'une part parce qu'il refuse d'offrir des produits désirables par le marché et d'autre part parce qu'il fait retarder la diffusion de la connaissance intégré dans l'innovation de base.

Dans ce modèle, les auteurs cherchent à étudier comment cette période d'attente et le mode de développement des innovations ultérieures sont affectées par deux régimes de protection par les brevets. Le premier régime, appelé protection de la longueur, donne à l'entreprise innovatrice une période au cours de laquelle elle a le droit exclusif d'introduire des

applications de base après que l'innovation soit brevetée. Bien que les entreprises concurrentes puissent développer des applications pendant la période de protection par brevet, elles ne peuvent les commercialiser qu'après l'expiration du brevet. Le deuxième régime, appelé protection de la hauteur, réserve certaines applications de l'innovation de base à l'usage exclusif de l'inventeur initial. Dès que le brevet est accordé, les concurrents peuvent entrer en concurrence pour les applications qui se trouvent en dehors du champ du brevet.

Les auteurs trouvent que la protection de la hauteur génère un niveau de bien-être plus élevé que la protection de la longueur. Cela est expliqué par l'effet que l'introduction de l'invention de base se fait plus tôt et par suite la période au cours de laquelle les concurrents peuvent introduire des applications se fait, aussi, plus tôt. Ils trouvent aussi que la combinaison longueur et hauteur n'améliore rien.

### **II 2 2 2 Un jeu à deux joueurs : le modèle de La Manna (1992)**

La Manna (1992) a présenté un modèle qui cherche à déterminer la hauteur et la longueur optimales du brevet. Dans ce travail, la hauteur est implicitement représentée par un niveau minimal de brevetabilité qui renvoie à un minimum d'investissement en recherche et développement nécessaire pour qu'une invention soit qualifiée brevetable par l'office des brevets.

La conception de brevet est considérée dans le modèle de La Manna (1992), comme un jeu à deux joueurs (un leader et un suiveur) dans lequel l'office des brevets fixe, d'une manière endogène, les règles du jeu. En effet, le système de brevets détermine comment ces derniers sont demandés et accordés. L'office des brevets doit résoudre un problème d'affectation double : Il désigne, donc, qui est le leader et qui est le suiveur tout en fixant ses variables de contrôle, à savoir la durée de vie du brevet ou le seuil de brevetabilité.

Dans le modèle de La Manna (1992), le jeu est représenté par le couple  $(Rz, Sw)$ , où l'innovateur joue le rôle  $R$  et cherche à optimiser  $z$  et l'office des brevets joue le rôle  $S$  et cherche à optimiser  $w$ .

#### ***L'innovateur***

La valeur actuelle de profit de l'innovateur est donné par :

$$\pi(\sigma, T) = \int_0^T e^{-rt} G(\sigma) dt - R(\sigma) = \left( \frac{1 - e^{-rT}}{r} \right) G(\sigma) - R(\sigma) \quad (1)$$

Avec :

- $T$  La durée de vie du brevet (la longueur du brevet),
- $\sigma$  L'exigence de nouveauté (la hauteur du brevet),
- $G(\sigma)$  Le profit brut,
- $R(\sigma)$  La fonction de dépense de R&D pour avoir une innovation brevetable,
- $r$  Le taux d'escompte (social et privé)

### ***L'office des brevets***

Le programme de l'office des brevets est de maximiser la valeur actuelle de la somme de surplus de consommateur ( $C(\sigma)$ ) et le profit brut de l'innovateur ( $G(\sigma)$ ) net de coût de R&D ( $R(\sigma)$ ) :

$$W(\sigma, T) = \int_0^T e^{-rt} [C(\sigma) + G(\sigma)] dt + \int_T^\infty e^{-rt} [C(\sigma) + G(\sigma) + WL(\sigma)] dt - R(\sigma) \text{ C'est-à-dire :}$$

$$W(\sigma, T) = [C(\sigma) + G(\sigma)] \frac{1}{r} + WL(\sigma) \frac{e^{-rT}}{r} - R(\sigma) \quad (2)$$

Avec  $WL(\sigma)$  désigne la perte de bien être due à l'existence de monopole.

Nous remarquons qu'après l'expiration du brevet, la nouvelle technologie sera librement accessible et la production de nouveau bien se continue sous la concurrence pure et parfaite.

Soit  $\tau = 1 - e^{-rT}$  lorsque  $T$  varie entre 0 et  $\infty$ ,  $\tau$  varie entre 0 et 1. En effet, la contrainte de la durée de vie du brevet est :  $\tau \leq 1$ .

### ***L'équilibre***

Ce modèle considère six différentes configurations du jeu dans lesquelles l'office des brevets laisse à l'innovateur la possibilité de contrôler l'une des variables de décision. En effet, la nature d'équilibre varie suivant le choix réalisé par l'office des brevets entre les six types des jeux, lesquelles distingués en trois catégories :

$$\{(F\sigma, F\tau), (L\sigma, F\tau)\}, \{(F\tau, F\sigma), (L\tau, F\sigma), (F\tau, L\sigma)\} \text{ et } \{(F\sigma, L\tau)\}$$

### ***La place du brevet***

Dans le modèle de La Manna (1992), l'innovateur a la possibilité de fixer le niveau d'une variable d'action, c'est-à-dire la hauteur ou la largeur du brevet, alors que l'autre variable soit contrôlé par l'office des brevets. Les principaux résultats qui ressorts de cette analyse sont les suivants :

- Si l'office des brevets donne à l'innovateur la possibilité de choisir la hauteur sans qu'il connaisse au départ la longueur du brevet ; à l'équilibre il n'y aura pas d'innovation (pas d'innovation, longueur égale zéro).
- Si l'office des brevets choisit la hauteur et l'innovateur choisit la longueur ; à l'équilibre la hauteur est finie et la longueur est infinie. Cette hauteur sera la même que l'innovateur est le leader ou l'office des brevets soit le leader.
- Le bien n'est pas toujours maximum lorsque l'office des brevets joue le rôle de leader et optimise sur la durée de vie du brevet.

En conclusion, La Manna (1992) a donné des arguments qui stipulent que le choix d'un standard de brevetabilité peut affecter la taille de l'innovation visée par l'entreprise lorsqu'elle investit en R&D. Le volume de l'investissement en R&D peut augmenter avec un standard de brevetabilité plus important. Ce standard est appelé exigence de nouveauté ; plus ce dernier est important plus les entreprises s'efforcer de réaliser des innovations plus importantes, d'où l'amélioration de bien-être.

### **II 2 2 3 Saut inventif minimum dans une course aux brevets : le modèle de Hunt (1999)**

L'article 27 de l'accord sur les ADPIC prévoit trois conditions de brevetabilité: l'invention doit être nouvelle, impliquer une activité inventive et susceptible d'application industrielle. La première condition désigne l'exigence de nouveauté, elle constitue la condition essentielle de la brevetabilité. Elle stipule que l'invention doit apporter une nouveauté absolue à la fois dans le temps et dans l'espace. Le modèle de Hunt (1999) vise à montrer que l'exigence de nouveauté peut être utilisée comme un instrument de politique économique.

Dans ce modèle le temps est continu et l'horizon est infini. Les découvertes se réalisent dans différents points dans le temps. L'intervalle du temps qui sépare deux découvertes est appelé

course aux brevets. Au cours de chaque course au brevet, les entreprises entrent en concurrence pour être le premier à découvrir une invention. La course se termine quand une découverte survient et la prochaine course se déclenche immédiatement après cette découverte. La durée réelle des courses aux brevets est variable, parce que le processus qui génère les découvertes est aléatoire.

Le modèle considère un secteur de l'économie dans lequel il existe  $(n + 1)$  firmes indicées par  $i$ . Au début de la  $k^{\text{ème}}$  course au brevet dans un secteur, les firmes choisissent simultanément leur intensité de R&D notée  $h_k^i$  et maintiennent leur effort de recherche jusqu'à ce qu'une découverte se produit et la course en cours se termine. Le coût de cette recherche  $pC(h_k^i)$  est une fonction strictement croissante et deux fois continûment dérivable par rapport à l'intensité de R&D. Le prix relatif de l'input de R&D étant  $p$ . Toutes les entreprises ont la même technologie de R&D. L'intensité de R&D d'une firme affecte son taux de découverte, mais ne détermine pas la date exacte à laquelle s'intervient la découverte. Le modèle suppose que le taux d'arrivée des idées pour une firme  $i$  soit  $\lambda h_k^i$ , ce taux suit un processus de Poisson. Avec  $\lambda$  représente un paramètre de productivité spécifique à l'industrie. Une firme qui a réalisé une invention ne participe pas à la course suivante.

Une découverte correspond à une amélioration de qualité du produit dont l'amplitude est  $u_k \in [0, \bar{u}]$  où  $\bar{u} < \infty$ . Cette amplitude est aléatoire, inconnue jusqu'au moment de l'invention puis rendue publique par la suite. Pour chaque invention, l'amplitude  $u$  est tirée d'une distribution de probabilité dont la densité est  $f(u)$  et la fonction de distribution  $F(u)$ .

Le modèle suppose qu'une fois la découverte à été réalisé, les autres entreprises peuvent réaliser du reverse-engineering à un coût nul de façon que l'inventaire ne puisse tirer profit de sa découverte que lorsqu'elle est protégée par un brevet. Pour simplifier, le modèle suppose que la durée de vie statutaire du brevet est infinie. Toutes les inventions ne sont pas protégées; car l'office des brevets exige une valeur minimale d'amélioration pour laquelle il délivre un brevet. Soit  $s \in [0, \bar{u}]$ , représente le standard de non-évidence ou exigence de nouveauté. En effet, une invention dont l'étendue est inférieure à  $s$  n'obtient pas une protection et entre immédiatement dans le domaine publique.

Soit  $\theta(s) = 1 - F(s)$  la probabilité d'obtenir un brevet étant donné cette exigence de

nouveauté(s). Les revendications de brevet sont définies comme l'amélioration elle-même. Le modèle fait des hypothèses sur la condition d'utilisation des améliorations antérieures. En effet, une entreprise doit obtenir des licences sur les inventions antérieures auprès de tous leurs inventeurs. Toutefois, l'autre cas extrême est que l'entreprise peut utiliser toutes les découvertes antérieures, sans obtenir aucune licence. Le modèle suppose un cas intermédiaire: si l'invention satisfait la condition de non-évidence, l'inventeur peut utiliser toutes les découvertes antérieures sans licence. Cependant, si la condition n'est pas respectée, les découvertes antérieures demeurent propriétaires.

Une des conséquences de cette spécification est que il ya toujours, au plus, une invention protégée. Chaque fois qu'une autre découverte brevetable aura lieu, l'inventeur de la dernière invention brevetée perd ses droits exclusifs. Ainsi, alors que la durée légale de protection des brevets est infinie, la vie économique d'un brevet cesse lorsqu'une prochaine invention obtient un brevet.

Le modèle a fait apparaître l'existence et les propriétés d'un équilibre stationnaire symétrique pour le jeu décrit ci-dessus. Au cours de chaque course au brevet, les entreprises, en concurrence, choisissent un niveau d'activité de R&D qui équilibre les dépenses de la période actuelle aux gains attendus durant les futures courses. Hunt a défini les gains espérés comme étant la moyenne pondérée des valeurs correspondant au succès ou à l'échec lors de la course, actualisées pour tenir compte de la durée prévue de la course actuelle. La probabilité de gagner la course ainsi que la longueur de celle-ci; sont tributaire au choix de l'intensité de R&D.

Si les pouvoirs publics décident de renforcer l'exigence de nouveauté (augmenter  $s$ ), comment les firmes vont réagir à cette mesure ? Nous savons qu'à l'équilibre, les entreprises égalisent le coût marginal d'un effort supplémentaire de R&D à l'espérance de gain associée au fait d'être le premier innovateur. Si l'augmentation de l'exigence de nouveauté provoque une augmentation de gain associée au fait d'être le premier innovateur, les firmes augmentent leurs activités de recherche. Dans le cas contraire, les entreprises réduisent leurs activités. Dans le cas d'un accroissement de l'exigence de nouveauté, le gain espéré associé au fait d'être le premier innovateur est affecté de plusieurs manières. En distinguant deux effets : l'effet statique et l'effet dynamique.

**L'effet statique** : cet effet est la variation de la probabilité que la prochaine découverte d'une firme soit brevetable. Ainsi, quant  $s$  augmente  $\theta$  diminue; c'est-à-dire une exigence plus stricte réduit la probabilité que les inventions soient brevetables. Et par suite, le différentiel de valeurs entre firme en place et firme concurrente s'accroît avec cet effet. A l'inverse, l'assouplissement de l'exigence de nouveauté augmente la probabilité que la prochaine découverte d'une entreprise sera brevetable et augmente ainsi le gain attendu d'être le premier innovateur. Cela devrait inciter les entreprises à faire plus de R&D.

**L'effet dynamique**: c'est le changement des valeurs associées aux situations de firme en place et de concurrent dans les futures courses au brevet. L'étude de cet effet fait intervenir deux termes:

- la valeur associée à la situation de firme en place ; la variation de cette valeur suite à un accroissement de l'exigence de nouveauté est positive.
- la valeur associée à la situation de firme concurrente ; le sens de variation de cette valeur suite à un accroissement de l'exigence de nouveauté est ambigu.

L'effet statique et l'effet dynamique du renforcement de l'exigence de nouveauté, agissent en sens contraire en matière d'incitation à la R&D : d'une part, le renforcement de l'exigence de nouveauté réduit la probabilité qu'une invention soit brevetable ce qui réduit le gain espéré de la recherche. D'autre part, cela augmente la valeur escomptée de la condition de firme en place relativement à celle d'être concurrent ce qui soulève le gain espéré de la recherche. Cette ambiguïté soulève la question suivante : **lequel de ces deux effets domine?**

La réponse des entreprises à un changement de l'exigence de nouveauté dépend de son effet sur le gain attendu d'être le premier innovateur. Si nous sommes en face d'une augmentation de l'exigence de nouveauté : le gain attendu d'être le premier innovateur est augmenté par une hausse de la rentabilité moyenne des inventions brevetées, mais est également réduit par la perte des flux de coûts de découvertes marginales qui ne sont pas brevetables. Hunt définit l'expression suivante :

$$\Psi(s) \equiv \left( \frac{\theta\lambda(n+1)h^*}{\rho + \theta\lambda(n+1)h^*} \right) \frac{(u^e(s) - s)}{\rho} - \left( \frac{\rho}{\rho + \theta\lambda(n+1)h^*} \right) (s + pC(h^*))$$

- ✓ L'effet statique emporte sur l'effet dynamique lorsque :  $\Psi(s)$  est négative.

- ✓ L'effet dynamique domine l'effet statique lorsque :  $\Psi(s)$  est positive.

L'assouplissement de l'exigence de nouveauté va augmenter l'activité de R&D lorsque l'effet statique domine l'effet dynamique, c'est à dire, quand  $\Psi(s) < 0$ . Cela diminue l'activité de R&D quand  $\Psi(s) > 0$ .

Lorsque le pouvoir public augmente l'exigence de nouveauté, les entreprises rencontrent le compromis suivant : d'une part, une entreprise qui fait une découverte marginale ne parvient pas à obtenir un brevet et se poursuit comme un concurrent pour la prochaine course. Elle perd le bénéfice associé et le coût de R&D. La valeur actualisée des flux des coûts augmente avec la durée prévue de la prochaine course. Lorsque les découvertes brevetables sont rares, ces pertes sont relativement grandes. Mais quand les découvertes brevetables se produisent fréquemment, la valeur de ces pertes est plus petit. D'autre part, une exigence de nouveauté stricte soulève le bénéfice moyen de découvertes brevetables. Le gain associé augmente avec la fréquence des découvertes brevetables. L'effet net est une moyenne pondérée de ces gains et pertes de flux de trésorerie, où les poids sont déterminés par le taux d'arrivée à l'échelle industrielle des découvertes brevetables.

Si cette moyenne pondérée est négative, la réduction du niveau de l'exigence de nouveauté augmentera en effet l'activité de R&D des entreprises et par conséquent le taux d'innovation. Lorsque cette moyenne pondérée est positif, l'activité de R&D et le rythme de l'innovation va diminuer.

Pour établir si l'effet dynamique est d'autant plus important que l'effet statique, Hunt propose qu'il existe un niveau d'exigence de nouveauté, noté  $\tilde{s}$ , telle que dans l'intervalle  $[0, \tilde{s}]$ , l'activité de R&D est strictement croissante avec l'exigence de nouveauté.

Ainsi, Hunt montre que lorsque le niveau d'exigence de nouveauté est très faible, l'effet dynamique est plus fort que l'effet statique, de sorte qu'un renforcement de l'exigence accroît l'activité de recherche. Toutefois, lorsque le niveau d'exigence de nouveauté est élevé, l'effet statique domine l'effet dynamique. Il n'y a qu'un seul niveau d'exigence dont les deux effets sont exactement égaux. La politique optimale consiste donc à fixer l'exigence de nouveauté à  $\tilde{s}$  et à ne délivrer des brevets qu'à  $(1 - F(\tilde{s}))$  pourcent des découvertes.

En conclusion, le modèle de Hunt (1999) montre qu'une politique utilisant l'exigence de nouveauté comme instrument influe sur la valeur des brevets en déterminant la rentabilité moyenne des découvertes et la durée prévue de ces bénéfices. Il montre que dans un environnement bien déterminé, il existe un niveau unique d'exigence de nouveauté qui maximise le taux d'innovation dans une industrie.

### **II 3 Arbitrage entre longueur, largeur et hauteur**

Il ya peu d'analyses théoriques qui ont traité l'arbitrage entre les différentes facettes du brevet ensembles.

#### **II 3 1 L'arbitrage dans le cadre des modèles de croissance endogène : le modèle de Li (2001)**

Le modèle de Li (2001) étend le modèle de Grossman et Helpman (1991, ch. 4) pour tenir compte des résultats des études empiriques.

Il existe un continuum des biens finaux indexés par  $j \in [0,1]$ ,  $q_m(j)$  indique le niveau de qualité de chaque bien de consommation après avoir été amélioré  $m$  fois ( $m = 0, 1, 2 \dots$ ) grâce à l'innovation technologique.  $q_m(j) = \lambda q_{m-1}(j)$ , avec  $\lambda > 1$  est la taille de l'innovation. Les innovations radicales sont ceux qui possèdent un  $\lambda$  suffisamment grand.

Une unité d'une variété de bien est produite avec une unité de main-d'œuvre. Grâce à cette technologie, les entreprises qui produisent des biens de qualité différente dans l'industrie  $j$  entrent en concurrence des prix à la Bertrand. Cette supposition permet de s'assurer que seules les variétés du plus bas prix corrigé de la qualité sont consommées. Le modèle suppose que l'amélioration de la qualité suit un processus stochastique.

Les entrepreneurs financent les coûts initiaux de R&D en émettant des actions, et les bénéfices sont distribués sous forme de dividendes aux investisseurs si la R&D réussie. Soit  $v_{m+1t}(j)$  désigne la valeur boursière si l'invention d'ordre  $(m+1)$  est réalisée dans l'industrie  $j$ . A chaque instant, les entrepreneurs maximisent le bénéfice attendu de la R&D :  $v_{m+1t}(j)i_{m+1t}(j) - (1-s)w(t)R_t(j)$  avec  $s$  est le taux de subventions de la R&D pour  $0 < s < 1$  et les impôts pour  $s < 0$ .

Dans l'analyse de ce modèle, il est optimal de subventionner l'innovation radicale, mais de taxer l'innovation incrémentale. A ce niveau, Li (2001) a introduit la politique des brevets et l'endogénéisation de la taille de l'innovation ( $\lambda$ ) ; ainsi ces résultats se trouvent modifiés.

Chaque fois que se produit une innovation, un brevet est accordé sur les produits inventés, interdisant aux non-détenteurs de brevet de produire les mêmes marchandises. La durée légale du brevet est toujours supposé infinie. Une autre dimension importante de la protection par brevet est la largeur. Dans le modèle de Li (2001), la largeur du brevet est considérée comme la mesure de l'amélioration de la qualité à laquelle un produit est protégé contre les producteurs de biens de qualité inférieure. La largeur du brevet est défini, donc, comme le degré de différenciation de produit (horizontale ou verticale) pour lequel un brevet est protégé vis à vis de la contrefaçon. La distinction entre largeur et hauteur n'a pas d'importance, dans ce modèle, en raison de la nature symétrique supposée de la largeur de brevet<sup>9</sup>.

Alors que, l'analyse qui précède suppose implicitement que le gouvernement ne peut pas changer la largeur de brevet, cette hypothèse est assouplie dans ce qui suit. Supposons que  $q_m$  est la plus haute qualité dans une industrie. La largeur permet au titulaire du brevet d'interdire le producteur de la marchandise de qualité de deuxième rang de produire de qualité au-dessus de  $\frac{q_{m-1}}{b}$ , où  $b > 0$  mesure la largeur du brevet.  $b = \frac{1}{\lambda}$ , signifie qu'il n'y a aucune protection par le brevet<sup>10</sup>.

Rappelons que, dans ce modèle, seul le produit du plus faible prix ajusté sur la qualité est consommé. Pour cet état de la technique, pour être consommé, le produit de qualité  $q_m$  doit avoir :  $\frac{p_m}{q_m} \leq \frac{bp_{m-1}}{q_{m-1}}$  ou  $p_m \leq b\lambda w$ . Sous la supposition que  $\alpha = 0$ , le prix qui maximise le profit est  $p_m = b\lambda w$ . Les bénéfices associés sont donnés par (5) avec  $\varepsilon = 1$  et  $\theta = b\lambda$ . Il est à remarquer qu'une augmentation de la largeur du brevet (une hausse de  $b$ ) augmente les profits. Par conséquent, la croissance est favorisée par le brevet large.

En examinant l'effet de l'introduction de la politique de brevets sur la politique industrielle pour  $\lambda$  exogène. Lorsque la technologie progresse trop vite, ( $i^s < i^*$ ) en raison de trop

<sup>9</sup> «The former protects a patented product from superior goods, while the latter from inferior goods. The distinction does not matter in our model due to the symmetric nature of patent breadth assumed.» Li (2001)

<sup>10</sup> Le modèle de Grossman et Helpman (1991, ch. 4) impose  $b = 1$ .

fortes incitations à la R&D privée, l'optimum social nécessite la taxation de R&D pour réduire la rentabilité de cette dernière. Avec l'introduction de politique des brevets, l'optimum social peut en effet être atteint par la réduction de l'étendue des brevets (réduction de  $b$ ) sans taxer la R&D. De même, lorsque  $i^s > i^*$  (faible incitation à la R&D), le gouvernement peut atteindre l'optimum social en élargissant l'étendue des brevets, ce qui soulève la rentabilité de R&D, sans subventions à la R&D. Ainsi, la politique des brevets rend la politique industrielle moins important.

En conclusion, Li (2001) a montré qu'il est toujours optimal de subventionner la R&D lorsque la taille de l'innovation est endogène et le gouvernement peut fixer l'étendue des brevets.

### **II 3 2 L'arbitrage dans le cadre des modèles microéconomie : le modèle O'Donoghue, Scotchmer et Thisse (1998)**

Dans leur modèle de 1998, O'Donoghue, Scotchmer et Thisse ont introduit la notion de la vie effective du brevet ; qui est le temps attendu jusqu'à ce qu'un produit breveté soit remplacé dans le marché. Ils ont soutenu que la vie effective du brevet dépend de la largeur de brevet ainsi que la durée du brevet statutaire. Ce modèle constitue l'une des rares contributions à l'étude simultanée des trois dimensions du brevet.

Dans ce modèle, les auteurs ont distingué deux types de largeur: la largeur en arrière (lagging breadth), qui représente la protection contre les imitations et la largeur en avant (leading breadth), qui représente la protection contre de nouveaux produits améliorés. Corinne Langinier (2002), a fait remarquer que la première définition (la largeur en arrière) désigne la largeur et que la deuxième définition (la largeur en avant) reflète bien la caractéristique hauteur. O'Donoghue, Scotchmer et Thisse modélisent la croissance comme une séquence d'innovations. Ils ont demandé comment les brevets doivent être structurés afin de stimuler la croissance.

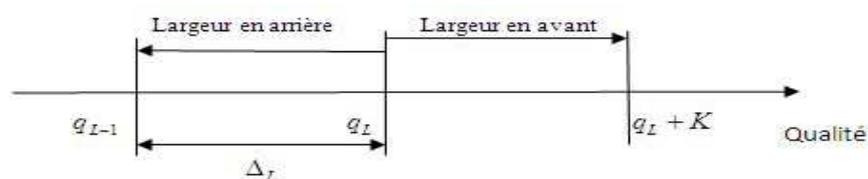
Le modèle suppose qu'il existe une suite infinie d'innovations décrites par  $(\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_i, \dots)$ , et les qualités sont donnés par  $q_i = q_{i-1} + \Delta_i$ , avec  $\Delta_i$  désigne la  $i^{\text{ème}}$  innovation. Après la réalisation de l'innovation  $i$  toutes les qualités ( $q \leq q_i$ ) sont technologiquement réalisables. Le rythme auquel les entreprises reçoivent collectivement les idées d'améliorations suit un processus de Poisson de paramètre  $\lambda$  ; où chaque idée reçue par une seule entreprise aléatoire. Il suppose, aussi, qu'il existe un grand nombre d'entreprises, de sorte que l'entreprise est peu

probable d'être son propre successeur. En fait, pour simplifier, le modèle suppose que la probabilité d'une entreprise d'être son propre successeur est égale à zéro. C'est-à-dire, une innovation ne pouvant être améliorée que par une autre entreprise.

Une idée est représentée par un couple  $(\Delta, c)$ , où  $\Delta$  est l'amélioration de la qualité facilitée par l'investissement et  $c$  est le coût. Si l'entreprise ne paie pas le coût de l'investissement, l'idée sera perdu.

Le modèle considère trois instruments de politique en matière de brevets: la longueur, la largeur, et la hauteur.

La durée de vie statutaire des brevets est définie comme étant le nombre d'années,  $T$ , jusqu'à ce que le produit puisse être commercialisé par les concurrents. Dans le cas où une qualité  $q_i$  est produite par une firme, la hauteur est définie comme étant un nombre  $K > 0$  tel que toute entreprise produisant une qualité dans l'intervalle  $(q_i, q_i + K)$  (qualité supérieure à la qualité breveté) soit confronté à une menace de poursuites en contrefaçon de brevet, ce qui signifie qu'une telle qualité ne peut être produite sans permis. La largeur en arrière désigne une zone protégée de qualités inférieures à la qualité de l'innovateur (voir graphique 2). Le modèle suppose qu'une innovation est brevetable si elle ne touche pas les zones protégées par le premier brevet.



Source : O'Donoghue, Scotchmer et Thisse (1998)

### Graphique 2: La largeur d'un brevet

Les auteurs constatent que la rentabilité de la R&D dépend de la durée de vie effective des brevets, et que la vie effective du brevet est déterminée non seulement par la durée légale du brevet, mais aussi par l'étendue (largeur et hauteur). Ils considèrent une durée de vie des brevets infinie; tout en cherchant à étudier l'impact de la largeur sur le bien-être social. Ainsi, la vie effective des brevets dépend de la largeur et de la fréquence des idées d'amélioration.

Ils montrent que si le taux d'arrivée des idées d'améliorations est élevé, un unique contrôle sur la largeur incite les firmes à sous investir dans les recherches et développement. En effet, l'utilisation de la largeur comme le seul instrument pour une politique de l'innovation est insuffisant même avec une durée de vie infinie (bien évidemment dans le cas d'une durée de vie finie).

Afin de surmonter ce problème de sous investissement en recherche et développement, les auteurs introduisent un deuxième instrument, à savoir la hauteur. Dans ce cas là, si les idées d'améliorations sont fréquentes, la détermination de la hauteur devient un complément nécessaire à la détermination de la largeur. O'Donoghue, Scotchmer et Thisse ont distingué deux types de politique : la première telle que le brevet a une durée de vie infinie et une hauteur finie et la deuxième telle que le brevet a une durée de vie finie et une hauteur infinie. En effet, Un même taux d'innovation peut être atteint avec l'une ou l'autre de ces deux politiques.

Dans le premier cas, où, le brevet est long et étroit, la vie effective prend fin lorsqu'un produit remplace l'innovation protégée, et le brevet expirera à une date endogène déterminée par la probabilité de réalisation d'une innovation de plus haute qualité. Alors que dans le deuxième cas, où, le brevet est court mais relativement large, la durée de vie effective peut coïncider avec la durée de vie statutaire.

Les auteurs ont montré que la première politique est plus efficace en matière de réduction des coûts de R&D (conditionnel sur le rythme de l'innovation), tandis que la deuxième politique où le brevet a une durée de vie plus courte est plus efficace, dans l'optique d'une réduction des distorsions du marché (minimise mieux les coûts associés au retard de diffusion de l'innovation).

## **Conclusion**

Nous avons discuté comment déterminer le niveau optimal de protection à travers les trois dimensions du brevet. Alors que la représentation de caractéristiques du brevet par les modèles microéconomiques est très riche et détaillée, les modèles de croissance fondée sur l'innovation qui ont examiné avec précision la façon dont la croissance peut varier avec le système de la protection industrielle sont peu nombreux. La représentation de trois dimensions du brevet, par ces derniers modèles est assez abstraite.

La prise en compte de la caractéristique largeur du brevet n'a de sens que lorsque le modèle tient compte du phénomène d'imitation. Ainsi, la protection par le brevet ne peut être que partielle. Toutefois, les modèles canoniques de croissance endogène ont largement postulé que la protection par le brevet était parfaite afin d'empêcher la contrefaçon d'un produit nouveau par les concurrents d'où l'impossibilité de l'imitation. Un modèle de croissance, le modèle de Segerstrom (1991), considère que la croissance économique est alimentée à la fois par l'innovation et l'imitation. Il considère l'imitation comme une alternative à l'innovation et l'intègre dans le secteur de la recherche.

La conclusion essentielle, à travers l'investigation de la littérature relative au brevet, est qu'il n'y a pas un consensus sur le niveau optimal de la protection à travers les trois dimensions des brevets. Cependant, nous soulignons qu'il y a un consensus sur une idée principale : le brevet, par l'application de ces caractéristiques, peut constituer un instrument politique au profit de l'innovation et la croissance.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Aghion P. et Howitt P. (1992)**, «A Model of Growth through Creative Destruction», *Econometrica*, vol.60, No.2, pp. 323-351.

**Arrow, K. J. (1994)**, «Methodological individualism and social knowledge (Richard T. Ely Lecture)», *American Economic Review*, special issue: Papers and Proceedings of the Hundred and Sixth Annual Meeting of the American Economic Association (American Economic Association via JSTOR) 84 (2): pp. 1-9.

**Caballero R. et Jaffe A. (1993)**, «How High are the Giants Shoulders: An Empirical Assessment of Knowledge Spillovers and Creative Destruction in a Model of economic Growth» in Blanchard O. et Fisher S. Eds.: *NBER Macroeconomic Annual 1993*, Cambridge, MIT Press.

**Dixit A. et Stiglitz J. (1977)**, «Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity», *American Economic Review*, Vol. 67, pp. 297-308.

**Gallini N. (1992)**, «Patent Policy and Costly Imitation», *RAND Journal of Economics*, Vol.23, pp.52-63.

**Gilbert R. et Shapiro C. (1990)**, «Optimal Patent Length and Breadth», RAND Journal of Economics, Vol.21, pp.106-112.

**Grossman G.M. et Helpman E. (1991, a)**, «Quality Ladders and Product Cycles», Quarterly Journal of Economics, Vol. CVI, issue 2, No. 425, may, pp. 557-586.

**Grossman G.M. et Helpman E. (1991, b)**, «Quality Ladder in the Theory of Growth», Review of Economic Studies, Vol. 58, pp. 43-61.

**Hotelling H. (1929)**, «Stability in Competition», Economic Journal, Vol. 39, No. 153, pp. 41-57.

**Hunt R. M. (1999)**, «Nonobviousness and the Incentive to Innovate: An Economic Analysis of Intellectual Property Reform», Federal Reserve Bank of Philadelphia, Working Paper No. 99-3.

**Judd K. (1985)**, «On the performance of patents», Econometrica, Vol. 53, pp. 567- 585.

**Klemperer P. (1990)**, «How broad should the scope of patent be?», RAND Journal of Economic, Vol. 21, pp. 113-130.

**Koléda G. (2001)** « Le brevet pour l'innovation au service de la croissance », Doctorat en Sciences Économiques – Université Paris I Panthéon-Sorbonne.

**Koléda G. (2005)**, « La valeur de la protection des brevets français appréciée par leurs renouvellements » Économie et Prévision n°168 2005-2.

**La Manna M. (1992)**, «Optimal Patent Life vs. Optimal Patentability Standards», International Journal of Industrial Organization, Vol. 10, pp. 81-89.

**Li C-W. (2000a)**, «Endogenous vs. semi-Endogenous Growth in a two-R&D-sector Model», Economic Journal, Vol.110, pp.109-122.

**Li C-W. (2000b)**, «Growth and Scale Effects: The Role of Knowledge Spillovers», Working Paper Department of Economics University of Glasgow (juillet 2000).

**Li C-W. (2001)**, «On the Policy Implications of Endogenous Technological Progress», The Economic Journal, Vol. 111, pp. 164-179.

**Matutes C. Regibeau P. et Rockett K., (1996).** «Optimal Patent Design and the Diffusion of Innovations», RAND Journal of Economics, The RAND Corporation, vol. 27(1), pages 60-83, Spring.

**Michel P. et Nyssen J. (1998),** «On Knowledge Diffusion, Patents Lifetime and Innovation Based Endogenous Growth», Annales d'Economie et de Statistiques, Vol. 49/50, pp. 79-103.

**Nordhaus W. (1969),** Invention, Growth and Welfare: A theoretical treatment of technological Change, Cambridge, Mass.: M.I.T. Press.

**Nordhaus W. (1972),** «The optimal life of patent: reply», American Economic review, vol. 62, pp. 428-431.

**North D. (1990),** Institutions, Institutional Change and Economic Performance, Cambridge University Press, Cambridge.

**O'Donoghue T., Scotchmer S. et Thisse J.-F. (1998),** «Patent Breadth, Patent Life, and the Pace of Technological Progress», Journal of Economics & Management Strategy, Vol. 7, No. 1, pp. 1-32.

**Pakes A. et Schankerman M. (1984),** «The Rate of Obsolescence of Patents, Research Gestation Lags, and the Private Rate of Return to Research Resources», in Griliches Z. ed., R&D, patents and productivity, Chicago, University of Chicago Press, pp.73-88.

**Reinganum J. (1989),** «The Timing of Innovation: Research, Development and Diffusion», dans Schmalensee R. et Willig R. eds., Handbook of Industrial Organization, volume 1, chapitre 14, Elsevier Science Publishers.

**Romer P. (1990),** «Endogenous Technological Change», Journal of Political Economy, Vol.98, pp.71-102.

**Schankerman M., Pakes A. (1986),** «Estimates of the Value of Patent Rights in European Countries during the post-1950 Period», The Economic Journal, Vol.96, pp. 1052-1076.

**Scherer F. (1972),** «Nordhaus' Theory of optimal patent life: a geometric reinterpretation», American Economic review, vol. 62, pp. 422-427.

**Segerstrom P. (1991)**, «Innovation, Imitation and Economic Growth», Journal of Political Economy, Vol.99, pp. 807-827.

**Tirole, J. (1988)**. The Theory of Industrial Organization. Cambridge: MIT Press.

**van Dijk T. (1994)**, «The Economic Theory of Patents: A Survey», MERIT Research Memorandum 2/94-017.