

## CONCURRENCE ‘HYBRIDE’, INNOVATION ET RÉGULATION : UN MODÈLE DE DUOPOLE

### ‘Hybrid’ competition, innovation outcomes and regulation: A duopoly model

**THOMAS LE TEXIER**<sup>1</sup>

Université de Rennes, CNRS, CREM – UMR 6211, France

thomas.letexier@univ-rennes1.fr

ORCID : 0000-0001-5234-011X

**LUDOVIC RAGNI**

Université Côte d’Azur, CNRS, GREDEG – UMR 7321, Nice, France

ORCID : 0000-0003-0132-726X

**Abstract :** This paper presents a duopoly model in which a commercial organization and a community compete by providing digital products while being able to share their innovation outputs to develop their own activities. The commercial organization always benefits from either a ‘closed’ or an ‘open’ institutional regime shift. Our numerical analysis evidences that the ‘closed’ shift provides the best levels of innovation and welfare whereas it is not found to be profit-improving when product differentiation is small. This result partially qualifies the conventional idea according to which public policies may be designed to defend commercial interests rather than public ones.

**Keywords :** firm, community, closed innovation, open innovation, appropriation.

**Résumé :** Cet article présente un modèle de duopole dans lequel une firme et une communauté se concurrencent en produisant des produits/services numériques tout en ayant la possibilité de partager leurs innovations pour développer leurs propres activités. Nous montrons que la firme bénéficie toujours d’un changement de régime ‘ouvert’ ou ‘fermé’ d’innovation. Notre analyse numérique souligne que, si un ‘basculément fermé’ est favorable au bien-être social et à l’innovation agrégée, celui-ci n’est pas systématiquement profitable à la firme. Ces observations exposent clairement une défaillance de marché

---

<sup>1</sup> Université de Rennes, Bureau 194, 7 place Hoche, 35065 Rennes, France.

potentielle, tout en nuancant les vertus du paradigme d'innovation ouverte en matière de maximisation des profits.

**Mots-clés :** firme, communauté, innovation fermée, innovation ouverte, appropriation.

**JEL Classification :** D43, L13, L86.

## Introduction

L'avènement d'Internet en tant qu'espace transactionnel ne repose pas uniquement sur des nouvelles tendances de consommation, proposant en parallèle de nouveaux modes de production. Le développement de nouveaux standards de compression met en avant un basculement vers une 'ère de la dématérialisation' qui mènent à la large diffusion de fichiers numériques en ligne et à des nouvelles modalités d'adoption technologique (Shapiro & Varian, 1998 ; Varian, 2000 ; Hui & Png, 2003 ; Chellappa & Shivendu, 2005 ; Peitz & Waelbroeck, 2006 ; Belleflamme & Peitz, 2010). Dans ce contexte, des nouvelles dynamiques concurrentielles ont également émergé, dans la mesure où les acteurs non-marchands ont montré que leurs capacités productives tirées par l'usager pouvaient concurrencer celles des acteurs marchands traditionnels (Toffler, 1980).

L'exemple de Napster représente un cas d'innovation qui a clairement prouvé que des bonnes idées pouvaient être développées en dehors des frontières des firmes. La manière dont les acteurs marchands ont un temps combattu le partage en ligne de fichiers musicaux numériques avant de l'intégrer dans leurs modèles d'affaires révèle que des innovations 'hors-cadre' peuvent être compatibles avec des objectifs de maximisation de profits (Flowers, 2008 ; Schulz & Wagner, 2008). A titre d'illustration, le succès d'iTunes en tant que plateforme marchande de contenus numériques s'appuie sur celui des ancêtres illégaux, tels que Napster, Gnutella et eDonkey. Le succès de la vidéo à la demande, en particulier celui de la plateforme Netflix, peut être lui vu la conséquence d'une réaction à la menace 'pirate' pour exploiter des innovations initiées par des communautés en ligne. On tend à observer ainsi un basculement dans la manière dont les acteurs marchands dirigent leurs activités innovantes. Précisément, un nombre grandissant d'acteurs marchands ont tendance aujourd'hui à coopérer avec des sources d'innovation qu'elles combattaient auparavant, mettant en lumière l'existence d'autres cas potentiels de 'démocratisation' de l'innovation (von Hippel, 1986, 1988, 2005) ou d'innovation 'ouverte' (Chesbrough, 2003, 2006).

Une première question de recherche consiste à analyser si de telles tendances productives hybrides sont effectivement profitables aux acteurs marchands (Grand, von Krogh, Leonard, & Swap, 2004 ; Bonaccorsi, Giannangeli, & Rossi, 2006 ; Economides & Katsamakos, 2006), relativement aux résultats obtenus dans un cadre

traditionnel d'innovation 'fermée'. Une seconde question est relative à la nature de l'impact de l'ouverture et de la fermeture sur les acteurs présent sur un marché en termes de motivations à innover ; cette question étant essentielle dans une perspective de régulation des marchés numériques (Nelson, 1959, 2004 ; Merton, 1973 ; David, 1998 ; 2004). Toutefois, si des contributions abordent la question sous l'angle de la coopération en R&D interentreprises (d'Aspremont & Jacquemin, 1988, 1990 ; Fershtman & Kamien, 1992 ; Pastor & Sandonis, 2002), l'analyse sous l'angle d'une relation entre des organisations hétérogènes (firmes et communautés) n'a pas fait l'objet de développements substantiels.

Nous analysons l'impact d'un basculement de régime d'innovation ('basculement ouvert' ou 'basculement' fermé) sur les profits des firmes, ainsi que sur leurs efforts innovants. Pour cela, nous présentons un modèle de duopole qui s'inscrit dans un cadre de concurrence 'hybride'. Par 'hybride', nous nous référons à un cadre dans lequel deux types de producteurs (une firme et une communauté) se concurrencent tout en ayant la possibilité de partager, selon les circonstances, leurs innovations pour développer leurs propres activités et/ou produits.

Nos résultats révèlent que la firme tire systématiquement parti aussi bien d'un 'basculement ouvert' que d'un 'basculement fermé', comparativement à un cadre de référence où la firme ignore les innovations de la communauté alors que cette dernière s'approprie une part des innovations de la firme. Nous trouvons aussi que les firme et communauté ont toutes deux des incitations à innover plus élevées quand elles opèrent dans le régime 'fermé'. Des simulations numériques nous permettent d'observer que, si un 'basculement fermé' génère toujours les niveaux d'innovation agrégée et bien-être social les plus élevés, ce même type de basculement n'accroît pas systématiquement le profit de la firme. Ces observations exposent clairement une défaillance de marché potentielle, tout en nuancant les vertus du paradigme d'innovation ouverte en matière de maximisation des profits.

L'article est organisé de la façon suivante. La section 2 présente le modèle. Dans la section 3, nous analysons les équilibres en prix et innovation dans les trois régimes d'innovation que nous spécifions. Les régimes favorables à la réalisation du profit le plus élevé et à la délivrance des efforts innovants les plus intenses sont identifiés dans la section 4, une étude du bien-être social étant également menée. La section 5 conclue et expose des directions pour des recherches ultérieures.

## 1. Le modèle

Nous présentons un marché sur lequel deux entités agissent en tant que duopoleurs distribuant des produits numériques à travers leurs canaux de distribution distincts. Les utilisateurs potentiels de leurs services diffèrent par leur nature intrinsèque et leur sensibilité quant à chacune des deux offres. Le premier duopoleur est une firme

(*F*) et le second est une communauté en ligne (*C*). Chaque organisation propose des produits différenciés conformément au cadre d'analyse d'Hotelling, la firme et la communauté étant localisées respectivement en 0 et 1.

Du côté de la demande, on considère des agents – consommateurs – uniformément répartis sur un segment à la Hotelling et dont la taille totale est égale à 1. Ces agents sont caractérisés par leur localisation  $x(x \in [0;1])$  et adoptent en fonction un produit numérique proposé par la firme ou la communauté. Toutes choses égales par ailleurs, les consommateurs dont la localisation  $x$  est proche de 0 ont une préférence pour l'offre de la firme tandis que ceux dont le  $x$  est proche de 1 sont davantage intéressés par l'offre de la communauté. Les fonctions d'utilité des demandeurs sont définies comme suit :

$$U_x = \begin{cases} r + q_F + \alpha q_C - tx - p & \text{si adopte le produit de } F \\ r + q_C + \beta q_F - t(1-x) - s & \text{si adopte le produit de } C \end{cases} \quad (1)$$

$r$  est la composante d'utilité intrinsèque des consommateurs quand ils adoptent un produit numérique. Le paramètre usuel de coût de transport caractérisant la différenciation horizontale des produits est  $t \cdot p(p > 0)$  représente le prix pratiqué par la firme et  $s(s > 0)$  caractérise le coût d'adoption des consommateurs de la communauté.  $s$  se réfère notamment aux coûts d'opportunité auxquels un demandeur est confronté quand il consomme le produit proposé par la communauté (par exemple, le temps nécessaire pour assimiler et utiliser efficacement les services de la communauté).  $q_F(q_F > 0)(q_C, q_C > 0)$  est le niveau de qualité fourni par la firme (la communauté) quand elle distribue le produit. Ces qualités de service sont le résultat des efforts d'innovation menés par la firme et communauté. Dans un cadre général, nous supposons que chaque duopoleur peut s'approprier une partie des innovations délivrées (et investies) par le concurrent. Nous nous focalisons sur le cas pour lequel cette appropriation est opportuniste, sans contrepartie financières.  $\alpha(\alpha \in [0;1])$  représente la part des innovations initiées par la communauté qui sont captées par la firme, alors que  $\beta(\beta \in [0;1])$  représente la part des innovations initiées par la firme qui sont captées par la communauté. Le choix des consommateurs pour l'une des deux offres dépend naturellement des possibilités d'appropriation des innovations pour la firme et la communauté (ces possibilités sont introduites et analysées par la suite).

La firme et la communauté diffèrent par leurs motivations à opérer sur le marché. La firme est naturellement conduite par un objectif de maximisation de son profit. La communauté est quant à elle souvent perçue comme une entité dont l'activité est tirée par des préoccupations altruistes, idéologiques, ou de signalement (Rossi, 2006 ; Flowers, 2008). Néanmoins, des raisons pragmatiques voire mercantiles tendent aussi à entrer en jeu et à l'emporter sur ces préoccupations, la

principale raison étant que des besoins financiers demeurent pour que les activités de la communauté puissent perdurer (principalement pour des raisons techniques, essentiellement l'acquisition et la maintenance de serveurs). Sans compter que les communautés s'exposent à des poursuites en justice qui requièrent des fonds pour se défendre ou/et que, plus basiquement, certaines communautés 'déviantes' mènent leurs activités à des fins marchandes, on peut raisonnablement considérer que des objectifs de maximisation des ressources sont aussi en application dans le cas d'une communauté. Les fonctions objectif de la firme et de la communauté sont données par

$$\begin{cases} \pi = n_F p - (1/2) q_F^2 \\ S = n_C a - (1/2) q_C^2 \end{cases} \quad (2)$$

$\pi$  est la fonction de profit de la firme. On définit  $n_F$  ( $n_F \in ]0;1[$ ) le nombre de consommateurs qui adoptent le produit de la firme.  $S$  est la fonction de surplus de la communauté,  $n_C$  ( $n_C \in ]0;1[$ ) étant le nombre de consommateurs qui adoptent le produit de la communauté. Contrairement à  $p$ ,  $a$  ( $a > 0$ ) n'est pas un prix de vente mais peut être vu comme un prix de 'participation'. Précisément,  $a$  est le montant unitaire que la communauté génère à partir de son audience via des acteurs tiers publicitaires. La valeur de  $a$  n'est donc pas fixée par la communauté. Enfin, conformément à l'hypothèse usuelle, on suppose que les deux organisations supportent des coûts d'innovation quadratiques. Le duopole est par conséquent un jeu concurrentiel asymétrique dans lequel la firme maximise sa fonction objectif en contrôlant son prix  $p$  et son niveau de qualité  $q_F$ , tandis que la communauté ne contrôle que son niveau de qualité  $q_C$ .

On définit le modèle comme un jeu à quatre étapes :

- à l'étape  $T = 0$ , la firme et la communauté décident de mener leur activité ou pas ;
- à l'étape  $T = 1$ , la firme et la communauté choisissent simultanément leurs niveaux de qualités respectifs  $q_F$  et  $q_C$  ; les duopoleurs ont connaissance mutuelle des niveaux de qualités servis sur le marché, et chacun peut aussi s'appuyer sur le niveau de qualité de son concurrent si le régime l'autorise ;
- à l'étape  $T = 2$ , la firme fixe son prix  $p$  ;
- à l'étape  $T = 3$ , les consommateurs adoptent le produit de la firme ou celui de la communauté.

On suppose que tous les agents du jeu ont une connaissance parfaite et complète, et le jeu est résolu à rebours.

Nous portons notre intérêt sur trois cas (régimes). Dans un premier cas (régime 1, cadre de référence), la communauté peut s'approprier l'effort d'innovation de la firme alors que la firme ne peut pas s'appuyer sur celui de la communauté. Ce cas correspond en réalité à une situation initialement observée et très courante sur

les marchés numériques, avec l'émergence et la large diffusion d'activités déviantes – 'pirates' – illégales (réseaux de partage de fichiers en lignes, sites de consultation d'œuvres musicales/vidéographiques en ligne). Un deuxième cas (régime 2, dit régime 'fermé') fait référence à une situation symétrique où chaque firme ne peut reposer que sur ses propres efforts d'innovation, ne pouvant utiliser ne serait-ce qu'une partie de ceux de son concurrent. Le régime 'fermé' correspond à un contexte dans lequel l'application des droits de propriété intellectuelle est stricte et efficace au point de ne pas permettre une appropriation non consentie ; l'établissement de ce régime allant somme toute dans le sens d'une première expression des ayants droit prônant l'éviction des activités communautaires déviantes par l'action légale. Dans un troisième cas (régime 3, dit régime 'ouvert'), la firme et la communauté opèrent sur le marché en s'appuyant chacun sur leur effort d'innovation personnel ainsi que sur les efforts d'innovation de leur rival ; les niveaux d'appropriation étant définis par les parts  $\alpha$  et  $\beta$ .

Définissant ces trois régimes, nous cherchons à identifier celui le plus favorable aux (i) résultats des firme et communauté, ainsi qu'à la (ii) délivrance du niveau d'innovation agrégé le plus élevé. Cette analyse s'inscrit dans une perspective d'identification de politiques économiques d'innovation efficaces.

## 2. Equilibres en prix et qualité

Nous déterminons les niveaux d'équilibre des prix et qualités dans le cas général (2.1), puis dans les cas spécifiques aux trois régimes (2.2).

### 2.1. Analyse de l'équilibre dans le cadre général

Dans le cadre général, les fonctions d'utilité des adopteurs sont données par

$$U_x = \begin{cases} r + q_F + \alpha q_C - tx - p & \text{si adopte le produit de } F \\ r + q_C + \beta q_F - t(1-x) - s & \text{si adopte le produit de } C \end{cases} \quad (1)$$

les valeurs de  $\alpha$  et  $\beta$  n'étant pas spécifiées ( $\alpha \in [0;1]$  et  $\beta \in [0;1]$ ). A l'étape  $t = 3$ , la localisation de l'adopteur indifférent entre le produit de la firme et celui de la communauté est  $\hat{x}$ , avec

$$\hat{x} = (1/2t)[q_F(1-\beta) - q_C(1-\alpha) + (s+t)] - (p/2) \quad (3)$$

Cette localisation donne une première expression des fonctions de demande sur le marché. On introduit trois hypothèses de travail relatives à la structure du marché.

**Hypothèse 1a.** *Le marché est servi, soit  $r$  est suffisamment grand.*

L'hypothèse 1a stipule que chaque adopteur consomme l'un des deux produits proposés sur le marché.

**Hypothèse 1b.** *Le marché est partagé par la firme et la communauté, soit  $\hat{x} \in ]0;1[$ .* Cette hypothèse impose des conditions de bornes sur la différence entre le prix  $p$  et le coût d'adoption  $s$ , données par  $q_F(1 - \beta) - q_C(1 - \alpha) - t < (p - s) < q_F(1 - \beta) - q_C(1 - \alpha) + t$ .

**Hypothèse 1c.** *Les produits proposés par les firme et communauté sont suffisamment différenciés. Formellement,  $(1/3)[(1 - \beta)^2 + s] < t$ .*

L'hypothèse 1c est une hypothèse traditionnelle dans un cadre théorique de concurrence à la Hotelling.

Sous les hypothèses 1a, 1b et 1c, on obtient une première expression des parts de marché  $n_F$  et  $n_C$ :

$$n_i = \begin{cases} (1/2t)[q_F(1 - \beta) - q_C(1 - \alpha) + (s + t) - p] & \text{si } i = F \\ (1/2t)[-q_F(1 - \beta) + q_C(1 - \alpha) + (-s + t) + p] & \text{si } i = C \end{cases} \quad n_F + n_C = 1 \quad (4)$$

À l'étape  $t = 2$ , la firme définit sa stratégie de tarification optimale. Le programme de la firme est

$$\max_p \pi(q_F, q_C, p) = (1/2t)[q_F(1 - \beta) - q_C(1 - \alpha) + (s + t) - p]p - (1/2)q_F^2$$

la solution du sous-jeu étant ici

$$p^*(q_F, q_C) = (1/2)[q_F(1 - \beta) - q_C(1 - \alpha) + (s + t)] \quad (5)$$

On vérifie immédiatement que  $p^*(q_F; q_C)$  caractérise un maximum car  $\partial^2 \pi / \partial p^2 = (-1/t) < 0$ . Nous remarquons ici que cette expression du prix dépend positivement de l'effort d'innovation de la firme ( $q_F$ ) ainsi que de son niveau d'appropriation  $\alpha$  de l'effort d'innovation délivré par la communauté.

À l'étape  $t = 1$ , la firme et la communauté établissent leurs stratégies en matière de qualité ( $q_F^*$  et  $q_C^*$ ). Le programme de la firme est donné par

$$\max_{q_F} \pi^*(q_F; q_C) = (1/8t)[(1 - \beta)q_F - (1 - \alpha)q_C + (s + t)]^2 - (1/2)q_F^2$$

tandis que le programme de la communauté est

$$\max_{q_C} S^*(q_F; q_C) = (1/4t)[-(1 - \beta)q_F + (1 - \alpha)q_C + (-s + 3t)] - (1/2)q_C^2$$

La résolution des deux programmes et l'identification des deux fonctions de réaction aboutit à l'équilibre de Nash suivant :

$$\begin{cases} q_F^* = \left[ \frac{1}{\left[ (1-\beta)^2 - 4t \right] (4t)} \right] (1-\beta) \left[ (1-\alpha)^2 a - 4t(s+t) \right] \\ q_C^* = (1/4t)(1-\alpha)a \end{cases} \quad (6)$$

les conditions du second ordre étant bien vérifiées sous l'hypothèse 1c. ( $\partial^2 \pi^* / \partial q_F^2 = (1/4t) \left[ (1-\beta)^2 - 4t \right] < 0$  et  $\partial^2 S^* / \partial q_C^2 = -1 < 0$ ). Nous pouvons noter une asymétrie dans les équilibres en qualité des deux producteurs, qui résulte de l'incapacité de la communauté de pouvoir fixer son prix ( $a$  étant un prix de participation exogène dans le jeu). Cette asymétrie accorde un avantage concurrentiel à la firme, qui donne à cette dernière la possibilité d'accroître son niveau de qualité par son propre effort ainsi que par celui de son concurrent ; la communauté n'ayant pas la possibilité, a contrario, de bénéficier des efforts de la firme à l'équilibre, et s'appuyant ainsi sur ses propres efforts. Nous posons une nouvelle hypothèse qui garantit la positivité des niveaux de qualité d'équilibre.

**Hypothèse 2.** *Les produits des firme et communauté sont suffisamment différenciés. Précisément,  $(1/2) \left[ -s + \sqrt{s^2 + (1-\alpha)^2 a} \right] \leq t$ .*

Quand les hypothèses 1c et 2 sont respectées, les paramètres de coût de transport sont alors définis tels que

$$t \in \left] \max \left( (1/3) \left[ (1-\beta)^2 + s \right], (1/2) \left[ -s + \sqrt{s^2 + (1-\alpha)^2 a} \right] \right); +\infty \right[.$$

Le lemme 1 présente l'équilibre du jeu concurrentiel dans le cadre général, exprimant les expressions du prix et des qualités optimaux, ainsi que les niveaux de profit et de surplus qui en résultent.

**Lemme 1.** *A l'équilibre, la firme définit sa stratégie*

$$(q_F^{**}; p^{**}) = \left( \frac{(1-\beta) \left[ (1-\alpha)^2 a - 4t(s+t) \right]}{\left[ (1-\beta)^2 - 4t \right] 4t}; \frac{\left[ (1-\alpha)^2 a - 4t(s+t) \right]}{\left[ (1-\beta)^2 - 4t \right] 8t} \right)$$

et réalise un profit  $\pi^{**} = -\frac{1}{32t^2} \left[ \frac{1}{(1-\beta)^2 - 4t} \right] \left[ (1-\alpha)^2 a - 4t(s+t) \right]^2$ , tandis que la

communauté fixe une qualité  $q_C^{**} = (1/4t)(1-\alpha)a$ , générant alors un surplus

$$S^{**} = \frac{1}{32t^2} (1-\alpha)^2 a^2 - \frac{(1-\alpha)^2 (1-\beta)^2 a^2}{\left[ (1-\beta)^2 - 4t \right] (4t)^2} + \left[ \frac{(1-\beta)^2 + (s-3t)}{(1-\beta)^2 - 4t} \right] a.$$

On remarque facilement que les profit et surplus d'équilibre sont positifs sous les hypothèses 1c et 2 pour toutes valeurs de parts d'appropriation  $(\alpha, \beta) \in [0;1]$  ; le marché étant alors effectivement partagé (et l'hypothèse 1b étant vérifiée).



## 2.2. Analyse de l'équilibre pour les trois régimes

Nous identifions maintenant les équilibres pour chacun des trois régimes, à partir des résultats du jeu dans le cadre général. On aborde plus précisément les situations dans lesquelles l'appropriation des efforts innovants est possible ou pas. Les lemmes 2a, 2b et 2c présentent les équilibres pour les trois régimes.

**Lemme 2a.** *Dans le cadre de référence (régime 1), la firme définit sa stratégie*

$$(q_F^{**}; p^{**}) = \left( \frac{(1-\beta)[a-4t(s+t)]}{[(1-\beta)^2-4t]4t}, \frac{[a-4t(s+t)]}{[(1-\beta)^2-4t]8t} \right) \text{ et réalise un profit}$$

$$\pi^{**} = -\frac{1}{32t^2} \left[ \frac{1}{(1-\beta)^2-4t} \right] [a-4t(s+t)]^2, \text{ alors que la communauté pose sa stratégie}$$

$$q_C^{**} = [1/(4t)]a \text{ et génère un surplus}$$

$$S^{**} = \frac{1}{32t^2} a^2 - \frac{(1-\beta)^2 a^2}{((1-\beta)^2-4t)(4t)^2} + \left[ \frac{(1-\beta)^2 + (s-3t)}{(1-\beta)^2-4t} \right] a.$$

L'équilibre présenté dans le lemme 2a est obtenu en posant  $\alpha = 0$  et  $\beta \in ]0;1]$ .

**Lemme 2b.** *Dans le régime 'fermé' (régime 2), la firme définit sa stratégie*

$$(q_F^{**}; p^{**}) = \left( \frac{[a-4t(s+t)]}{[1-4t]4t}, \frac{[a-4t(s+t)]}{[1-4t]8t} \right) \text{ et réalise un profit}$$

$$\pi^{**} = -\frac{1}{32t^2} \left[ \frac{1}{1-4t} \right] [a-4t(s+t)]^2 \text{ alors que la communauté pose sa stratégie}$$

$$q_C^{**} = [1/(4t)]a \text{ et génère un surplus } S^{**} = \frac{1}{32t^2} a^2 - \frac{a^2}{(1-4t)(4t)^2} + \left[ \frac{1+(s-3t)}{1-4t} \right] a.$$

L'équilibre présenté dans le lemme 2b est obtenu en posant  $\alpha$  et  $\beta$  tous deux à 0.

**Lemme 2c.** *Dans le régime 'ouvert' (régime 3), la firme définit sa stratégie*

$$(q_F^{**}; p^{**}) = \left( \frac{(1-\beta)[(1-\alpha)^2 a - 4t(s+t)]}{[(1-\beta)^2-4t]4t}, \frac{[(1-\alpha)^2 a - 4t(s+t)]}{[(1-\beta)^2-4t]8t} \right) \text{ et réalise un profit}$$

$$\pi^{**} = -\frac{1}{32t^2} \left[ \frac{1}{(1-\beta)^2-4t} \right] [(1-\alpha)^2 a - 4t(s+t)]^2 \text{ alors que la communauté pose}$$

sa stratégie  $q_C^{**} = [(1-\alpha)a]/(4t)$  et génère un surplus

$$S^{**} = \frac{1}{32t^2} (1-\alpha)^2 a^2 - \frac{(1-\alpha)^2 (1-\beta)^2 a^2}{((1-\beta)^2-4t)(4t)^2} + \left[ \frac{(1-\beta)^2 + (s-3t)}{(1-\beta)^2-4t} \right] a.$$

L'équilibre présenté dans le lemme 2c est obtenu en posant  $\alpha \in ]0;1]$  et  $\beta \in ]0;1]$ . Sans surprise, on voit que le niveau de qualité fixé par la communauté dépend

négativement de la part d'appropriation  $\alpha$  de la firme dans le cas du régime 'ouvert'. En fonction de la nature du régime, l'introduction des possibilités d'appropriation tend à avoir des conséquences sur la disposition de chaque entité à fournir un effort d'innovation personnel.

### 3. Identification des régimes optimaux

Nous étudions les conditions dans lesquelles un changement de paradigme ('basculément fermé' – passage du régime 1 au régime 2 – ou 'basculément ouvert' – passage du régime 1 au régime 3) améliore (i) le niveau de profit (surplus) de la firme (communauté) et (ii) un meilleur niveau d'innovation agrégée sur le marché ; un basculement ayant un effet sur les niveaux de prix ( $p^{**}$ ), profit ( $\pi^{**}$ ), surplus ( $S^{**}$ ) et d'efforts d'innovation ( $q_F^{**}$ ,  $q_C^{**}$  et  $Q^{**} = q_F^{**} + q_C^{**}$ ). Pour ce faire, nous menons une analyse de statique comparative (3.1), et illustrons nos résultats par des simulations numériques, en portant en outre notre intérêt sur les effets d'un basculement sur le bien-être social (3.2).

#### 3.1. Statique comparative – analyse formelle

On compare les équilibres présentés dans les lemmes 2a, 2b et 2c pour mesurer les effets des basculements 'fermés' et 'ouverts' sur les résultats des firme et communauté d'une part et sur les efforts d'innovation d'autre part. En matière de notation, le 'basculément fermé' est caractérisé par  $\Delta_{2,1}$  et le 'basculément ouvert' est caractérisé par  $\Delta_{3,1}$ . Notons que la condition d'existence du 'basculément fermé' est définie par  $t > \max\left(\frac{1}{3}(1+s), \frac{1}{2}\left[-s + \sqrt{s^2 + (1-\alpha)^2 a}\right]\right)$ , alors que celle du 'basculément ouvert' est  $t > \max\left(\frac{1}{3}\left[(1-\beta)^2 + s\right], \frac{1}{2}\left[-s + \sqrt{s^2 + a}\right]\right)$ .

**Proposition 2.** *Le prix d'équilibre de la firme s'accroît à l'issue aussi bien du 'basculément fermé' que du 'basculément ouvert'.*

**Preuve de la proposition 2.** L'impact du 'basculément fermé' sur le prix d'équilibre de la firme est

$$\Delta_{2,1}p^{**} = \frac{[a - 4t(s+t)]}{[1-4t]8t} - \frac{[a - 4t(s+t)]}{[(1-\beta)^2 - 4t]8t} = \frac{1}{8t}[a - 4t(s+t)] \left[ \frac{1}{1-4t} - \frac{1}{(1-\beta)^2 - 4t} \right],$$

et l'impact du 'basculément ouvert' sur le prix d'équilibre de la firme est

$$\Delta_{3,1}p^{**} = \frac{[(1-\alpha)^2 a - 4t(s+t)]}{[(1-\beta)^2 - 4t]8t} - \frac{[a - 4t(s+t)]}{[(1-\beta)^2 - 4t]8t} = \frac{(1-\alpha)^2 - 1}{[(1-\beta)^2 - 4t]8t} a. \text{ A partir des}$$

hypothèses 1c et 2, on trouve que  $\Delta_{2,1}p^{**} \geq 0$  et  $\Delta_{3,1}p^{**} > 0$ . ■

La proposition 2 montre qu'un basculement permet à la firme d'augmenter son niveau de prix, un résultat allant dans le sens d'un besoin des acteurs marchands de réviser leurs activités innovantes. Il convient toutefois de mesurer l'impact d'un basculement sur leurs profits.

**Proposition 3.** *Le profit d'équilibre de la firme s'élève à l'issue aussi bien du 'basculement fermé' que du 'basculement ouvert'.*

**Preuve de la proposition 3.** L'impact du 'basculement fermé' sur le profit d'équilibre de la firme est  $\Delta_{2,1}\pi^{**} = -\frac{1}{32t^2}[a - 4t(s+t)]^2 \left[ \frac{1}{1-4t} - \frac{1}{(1-\beta)^2 - 4t} \right]$ , et l'impact du 'basculement ouvert' sur le profit d'équilibre de la firme est (resp.

$\Delta_{3,1}P = -\frac{1}{32t^2} \frac{1}{(1-\beta)^2 - 4t} \left[ [(1-\alpha)^2 a - 4t(s+t)]^2 - [a - 4t(s+t)]^2 \right]$ ). A partir des hypothèses 1c et 2, on trouve que  $\Delta_{2,1}\pi^{**} \geq 0$  et  $\Delta_{3,1}\pi^{**} > 0$ . ■

Nous trouvons donc qu'un basculement – quelle que soit sa forme – améliore le résultat de la firme, en raison de la capacité de la firme à pouvoir pratiquer un prix plus élevé. Il convient d'analyser les conséquences d'un basculement sur le surplus de la communauté.

**Proposition 4.** *Le surplus d'équilibre de la communauté s'accroît à la suite d'un 'basculement fermé' pour des niveaux de paramètre de coût de transport suffisamment faibles. Il décroît sinon.*

**Preuve de la proposition 4.** L'impact du 'basculement ouvert' sur le surplus d'équilibre de la communauté est  $\Delta_{3,1}S^{**} = \frac{[(1-\alpha)^2 - 1]}{32t^2} a^2 + \frac{[1 - (1-\alpha)^2](1-\beta)^2}{[(1-\beta)^2 - 4t](4t)^2} a^2$ , et

l'impact du 'basculement fermé' sur le surplus d'équilibre de la communauté est  $\Delta_{2,1}S^{**} = \left[ a / ((1-4t)(4t)^2) \right] \left[ \frac{1}{(1-\beta)^2 - 4t} \right] [1 - (1-\beta)^2] [a - (4t)^2(s+t)]$ . A partir des hypothèses 1c et 2, on trouve que  $\Delta_{3,1}S^{**} < 0$ .  $\Delta_{3,1}S^{**} < 0$  si et seulement si  $a - (4t)^2(s+t) < 0$ . On peut montrer facilement à partir de l'hypothèse 2 que  $a - (4t)^2(s+t) < 0$  si  $t < (1/4)$ . ■

La proposition 4 révèle l'importance de la nature du basculement sur le résultat de la communauté. Nous voyons que la firme et la communauté bénéficient toutes deux d'un basculement lorsque celui-ci est fermé et que leurs produits sont faiblement différenciés. Dans tous les autres cas, il existe un conflit d'intérêt entre les deux acteurs. Pour tenter d'expliquer de telles situations d'alignement ou non-alignement des intérêts, les propositions suivantes analysent dans quelle manière les basculements influencent les dispositions à innover des firme et communauté.

**Proposition 5.** *L'effort d'innovation d'équilibre de la firme s'accroît à l'issue aussi bien du 'basculement fermé' que du 'basculement ouvert'.*

**Preuve de la proposition 5.** L'impact du 'basculement fermé' sur l'effort d'innovation d'équilibre de la firme est

$$\Delta_{2,1}q_F^{**} = \frac{[a - 4t(s+t)]}{[1-4t]4t} - \frac{(1-\beta)[a - 4t(s+t)]}{[(1-\beta)^2 - 4t]4t} = \frac{[a - 4t(s+t)]}{4t} \left[ \frac{1}{1-4t} - \frac{(1-\beta)}{(1-\beta)^2 - 4t} \right],$$

et l'impact du 'basculement ouvert' sur l'effort d'innovation d'équilibre de la firme est

$$\Delta_{3,1}q_F^{**} = \frac{(1-\beta)[(1-\alpha)^2 a - 4t(s+t)]}{[(1-\beta)^2 - 4t]4t} - \frac{(1-\beta)[a - 4t(s+t)]}{[(1-\beta)^2 - 4t]4t} = \frac{(1-\beta)[(1-\alpha)^2 - 1]}{[(1-\beta)^2 - 4t]4t} a.$$

Encore une fois, à partir des hypothèses 1c et 2, on trouve que  $\Delta_{2,1}q_F^{**} \geq 0$  et  $\Delta_{3,1}q_F^{**} > 0$ . ■

La proposition 5 expose qu'un basculement incite la firme à fournir un niveau d'effort innovant plus important par rapport au cadre de référence.

**Proposition 6.** *L'effort d'innovation d'équilibre de la communauté décroît suite à un 'basculement ouvert', et reste inchangé après un 'basculement fermé'.*

**Preuve de la proposition 6.** L'impact du 'basculement fermé' et celui du 'basculement ouvert' sur l'effort d'innovation d'équilibre de la communauté sont exprimés respectivement par  $\Delta_{2,1}q_C^{**} = [a/(4t)] - [a/(4t)] = 0$  et

$$\Delta_{3,1}q_C^{**} = \left[ \frac{((1-\alpha)a)}{(4t)} \right] - [a/(4t)] = -(a\alpha)/(4t). \text{ On trouve donc que } \Delta_{2,1}q_C^{**} = 0 \text{ et } \Delta_{3,1}q_C^{**} < 0. \blacksquare$$

Les basculements ont donc des effets distincts sur les incitations à innover de la firme et de la communauté. Plus précisément, les propositions 5 et 6 mettent en évidence l'existence d'un effet pro-innovant d'un basculement du côté de la firme, et celle d'un effet neutre au mieux, anti-innovant sinon, du même basculement du côté de la communauté. En matière de régulation de l'innovation, on peut s'interroger sur la combinaison des deux effets sur l'effort d'innovation agrégée mené sur le marché.

**Proposition 7.** Le 'basculement fermé' a toujours un effet global pro-innovant sur le marché. Il existe des conditions sous lesquelles le 'basculement ouvert' a un effet global anti-innovant sur le marché.

**Preuve de la proposition 7.** Voir Annexe.

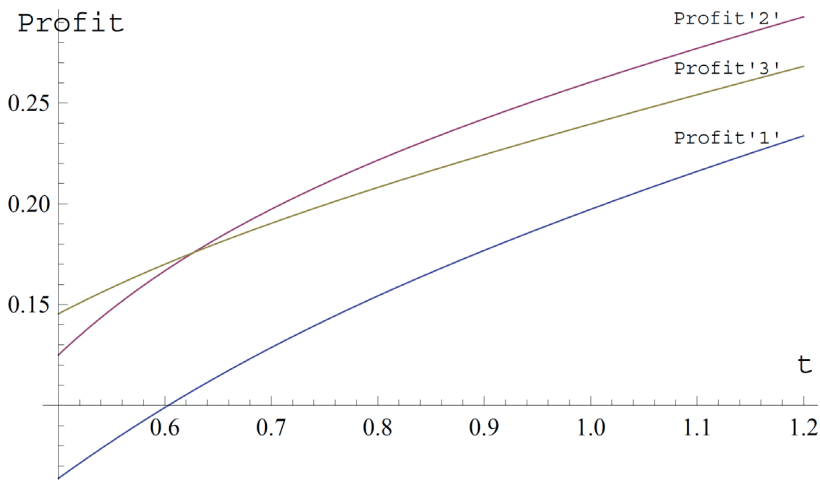
D'un point de vue du régulateur, le 'basculement fermé' élève les efforts d'innovation agrégés tandis que cela n'est pas toujours le cas quand il s'agit du 'basculement ouvert'. Rappelons que le 'basculement fermé' accroît systématiquement le profit de la firme ; ce type de basculement étant également bénéfique pour la communauté à condition que les produits soient faiblement différenciés. On en déduit que le

‘basculement fermé’ tend à limiter l’existence d’une défaillance de marché, alors que le ‘basculement ouvert’ est au contraire souvent source de distorsions et de non-alignement des intérêts de la firme et de la communauté.

### 3.2. Un exemple numérique

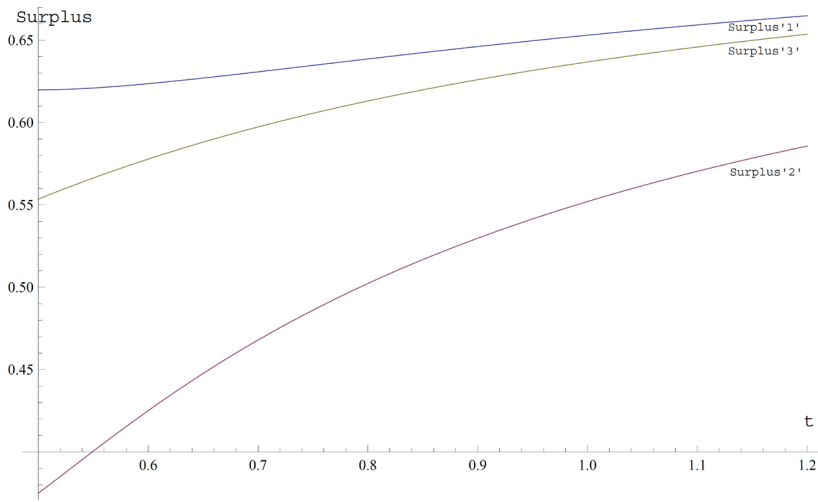
On illustre les propriétés des équilibres en travaillant sur un exemple numérique. On mentionnera que nous avons bien évidemment vérifié la robustesse des résultats exposés à travers cet exemple, ayant répété le même exercice pour d’autres ensembles de valeurs de paramètres que nous ne spécifierons pas ici dans un souci d’exposition. Considérons que  $r = 10$ ,  $a = 1$ ,  $s = 0,5$ ,  $\alpha = 0,3$  et  $\beta = 0,8$ . Le respect des hypothèses de travail et d’existence des équilibres dans les trois régimes imposent que  $t > (1/3)(1 + 0,5) = 0,5$ . A des fins d’illustration, on considère que  $t \in ]0,5; 1,2]$ .

Les graphiques 1 et 2 présentent respectivement les profits et surplus en fonction du paramètre de coût de transport dans les trois régimes.



Graphique 1. Profits dans les trois régimes (exemple numérique)

Une observation de la graphique 1 valide bien la proposition 3, au sens où le profit de la firme dans le cadre de référence est toujours inférieur à ceux dans les régimes ‘fermé’ et ‘ouvert’. Cet exemple numérique permet de voir que le régime ‘ouvert’ génère le niveau de profit le plus élevé uniquement si le paramètre de coût de transport est suffisamment faible (avec comme niveau seuil  $t = 0,62681$ ). Dans le cas contraire, le régime ‘ouvert’ est celui qui permet à la firme d’obtenir le meilleur profit. On en déduit que la prise en compte des degrés de différenciation des produits est critique pour la firme dans son choix d’opter pour un modèle d’innovation ‘ouverte’ ou ‘fermée’.



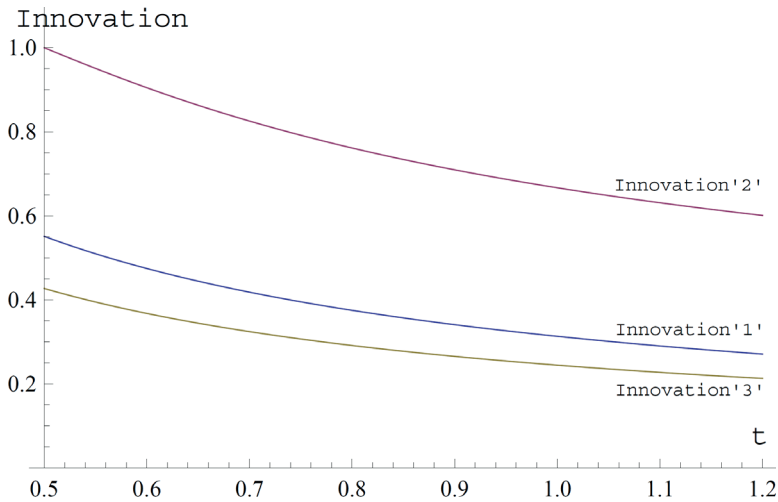
**Graphique 2. Surplus de la communauté dans les trois régimes (exemple numérique)**

Le graphique 2 montre ici un cas où le cadre de référence génère un niveau de surplus plus élevé que les régimes ‘fermé’ ou ‘ouvert’. Dans notre exemple numérique, le régime ‘ouvert’ octroie à la communauté un gain plus élevé par rapport au régime ‘fermé’. Une analyse combinée des graphiques 1 et 2 met ainsi en évidence que la communauté tire avantage du cadre de référence – suggérant donc une préférence pour le statu quo – alors que la firme bénéficie plutôt d’un basculement vers un autre régime (la nature du nouveau régime optimal dépendant quant à elle du niveau du paramètre de coût de transport).

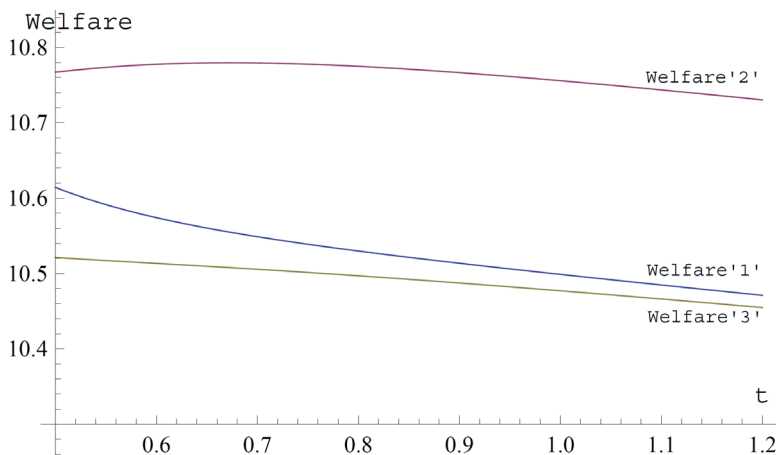
Les niveaux d’efforts d’innovation agrégés  $Q^{**}$  sont exposés dans le graphique 3. L’exemple montre clairement que le meilleur résultat en matière d’efforts d’innovation agrégés est obtenu dans le cas du régime ‘fermé’. Une observation intéressante – et assez contreintuitive avec un discours prônant de méthodologies d’innovation ouverte – est que le régime ‘ouvert’ est le moins incitatif des trois régimes en matière d’efforts agrégés. Une mutualisation symétrique des efforts de la firme et de la communauté est préjudiciable à l’innovation dans son ensemble sur le marché. En prenant en compte le seul critère de l’innovation, des politiques publiques optimales auraient pour fonction de prohiber le partage des efforts innovants.

Nous ajoutons une discussion relative à l’analyse du bien-être social. Pour cela, nous introduisons le surplus des adopteurs sur le marché, défini par  $AS^{**} = AS_F^{**} + AS_C^{**}$ . Le niveau de bien-être social sur le marché est donné par la somme des surplus des deux producteurs et des adopteurs, soit

$$W^{**} = AS^{**} + \pi^{**} + S^{**} = \int_{x=0}^{\hat{x}} (r + q_F^{**} + \alpha q_C^{**} - tx - p^{**}) dx + \int_{x=\hat{x}}^1 (r + q_C^{**} + \beta q_F^{**} - t(1-x) - s^{**}) dx + \pi^{**} + S^{**}$$



**Graphique 3. Efforts d'innovation agrégés dans les trois régimes (exemple numérique)**



**Graphique 4. Bien-être social dans les trois régimes (exemple numérique)**

$$\text{avec } \hat{x} = \frac{1}{2t} q_F^{**}(1-\beta) - \frac{1}{2t} q_C^{**}(1-\alpha) + \frac{1}{2t}(s+t) - \frac{1}{2} p^{**} = (1/(2t)).$$

Le graphique 4 montre clairement que le régime 'fermé' génère le meilleur niveau de bien-être social par rapport aux deux autres régimes. Cette observation suit qualitativement celle faite dans le cas de l'analyse des efforts d'innovation agrégés : le régime 'fermé' est le régime le moins favorable pour le bien-être social. Le discours des acteurs marchands allant dans le sens d'une interdiction des appropriations de leurs innovations par des acteurs tiers (communautaires, notamment illégaux)

paraît ainsi corroboré, sur les deux arguments de l'innovation sur le marché et du bien-être social. Nous pouvons toutefois rappeler qu'un tel 'bascullement fermé' n'est pas toujours celui à même de tirer le profit de la firme vers le haut ; une condition pour que cela soit le cas étant que la différenciation des produits sur le marché soit faible. En découle alors un résultat original selon lequel le blocage – unilatéral ou bilatéral – des efforts innovants est favorable pour l'intérêt social, mais pas forcément pour l'intérêt marchand.

## Conclusion

Nous avons développé dans cet article un modèle pour étudier l'impact d'un changement de régime ('bascullement fermé' ou 'bascullement ouvert') sur les résultats d'une firme et d'une communauté installées sur un marché dans lequel des dynamiques d'appropriation des efforts d'innovation du rival sont introduites. Nos résultats mettent en évidence des conflits d'intérêts potentiels entre la firme et la communauté, dans la mesure où un changement de régime est systématiquement bénéfique pour la firme mais pas pour la communauté. Nous avons de même identifié les sources d'une défaillance de marché, puisque le passage au régime 'ouvert' génère toujours une baisse du niveau d'efforts d'innovation agrégés et une baisse du niveau de bien-être social ; le 'bascullement fermé' apportant au contraire les meilleurs niveaux d'innovation agrégée et de bien-être social.

Ces résultats contrastent ainsi avec un discours autour des vertus d'une ouverture de l'innovation. Si une approche 'ouverte' de l'innovation peut effectivement améliorer la profitabilité des firmes, non seulement cette amélioration n'est pas systématique, mais elle est toujours néfaste d'un point de vue social. Le régulateur pourra alors trouver là une raison de privilégier l'instauration d'un régime 'fermé' au détriment d'un régime 'ouvert'.

Il existe bien sûr des limites au modèle que cet article a présenté, que plusieurs extensions pourront adresser. Une première extension consistera à endogénéiser le coût d'adoption des utilisateurs de la communauté. Une seconde amélioration visera à considérer les niveaux d'appropriation  $\alpha$  et  $\beta$  non plus comme des paramètres mais comme des variables déterminées stratégiquement par la firme et la communauté. Enfin, une troisième extension possible aura pour objet d'introduire des règles de rémunération (à la manière de licences d'exploitation) ou de règles (ratios) de partage consécutives aux appropriations des efforts innovants, et d'analyser leur effet sur les niveaux d'efforts innovation et de bien-être social.

L'analyse des interactions stratégiques entre firmes et communautés ouvre de nouvelles pistes de recherche. Elle contribuera à la meilleure compréhension des incitations à innover sur des nouveaux marchés dans lesquels les organisations



différent par leurs attentes quand elles développent des activités substituables. Elle apportera également de nouveaux éléments de réponse à l'identification des politiques d'innovation optimales dans ce cadre ; un enjeu certes complexe mais essentiel dans un souci de juste correction des défaillances de marché dans les secteurs hautement innovants.

## Annexe

### Preuve de la proposition 7

Comme  $\Delta_{2,1}q_F^{**} \geq 0$  et  $\Delta_{2,1}q_C^{**} = 0$ , on trouve facilement que  $\Delta_{2,1}Q^{**} \geq 0$ . La démonstration est plus complexe quand il s'agit de traiter le cas du 'bascullement ouvert'.

$$\begin{aligned} \Delta_{3,1}Q^{**} &= \Delta_{3,1}q_F^{**} + \Delta_{3,1}q_C^{**} = \\ &= a \left[ (1-\beta) \left[ (1-\alpha)^2 - 1 \right] - \alpha \left[ (1-\beta)^2 - 4t \right] \right] \left[ (1-\beta)^2 - 4t \right]^{-1} (4t)^{-1}. \end{aligned}$$

A partir de l'hypothèse 1c, on trouve que  $\Delta_{3,1}Q^{**} \geq 0$  ( $\Delta_{3,1}Q^{**} \leq 0$ ) si et seulement si  $t \leq t^* = (1/4)(1-\beta) \left[ (2-\alpha) + (1-\beta) \right]$  ( $t \geq t^* = (1/4)(1-\beta) \left[ (2-\alpha) + (1-\beta) \right]$ ). On se souvient qu'on se retient l'analyse à des niveaux de coûts de transport dont les niveaux sont donnés par  $t \in \max \left[ \left( (1/3) \left[ (1-\beta)^2 + s \right], (1/2) \left[ -s + \sqrt{s^2 + a} \right] \right); +\infty \right]$ . Ainsi, si  $t^* < \max \left( (1/3) \left[ (1-\beta)^2 + s \right], (1/2) \left[ -s + \sqrt{s^2 + a} \right] \right)$ , un effet anti-innovant

s'applique toujours. Comparons tout d'abord les valeurs  $t^*$  et  $(1/3) \left[ (1-\beta)^2 + s \right]$ . On a  $(1/3) \left[ (1-\beta)^2 + s \right] - t^* = (1/12) \left[ (1-\beta)^2 + 4s - 3(1-\beta)(2-\alpha) \right]$ .

En introduisant les variables  $X = 1 - \beta$  ( $X \in [0;1]$ ) et  $Y = 1 - \alpha$  ( $Y \in [0;1]$ ), nous devons étudier le signe de  $(1/12) \left[ X^2 + X \left[ -3(Y+1) \right] + 4s \right]$ . Le discriminant du polynôme du second degré s'écrit

$$\Delta = \left[ -3(Y+1) \right]^2 - 4(1)(4s) = \left[ 3(Y+1) - 4\sqrt{s} \right] \left[ 3(Y+1) + 4\sqrt{s} \right].$$

Pour des valeurs de paramètres  $\alpha$  et  $s$  définies telles que  $2 - (4/3)\sqrt{s} < \alpha$ ,  $(1/12) \left[ X^2 + X \left[ -3(Y+1) \right] + 4s \right] > 0$ . Par conséquent,  $t^* < (1/3) \left[ (1-\beta)^2 + s \right]$  et un effet anti-innovant s'applique ici. Pour des valeurs de paramètres  $\alpha$  et  $s$  définies telles que  $2 - (4/3)\sqrt{s} > \alpha$ , le polynôme admet deux solutions pour  $X$ , à savoir

$$B_1 = (1/2) \left[ 3(Y+1) - \sqrt{9(Y+1)^2 - 16s} \right] < 0 \text{ et}$$

$$B_2 = (1/2) \left[ 3(Y+1) + \sqrt{9(Y+1)^2 - 16s} \right] > 1.$$

On a donc  $t^* > (1/3) \left[ (1-\beta)^2 + s \right]$  dans ce cas. Comparons dans un second temps les valeurs  $t^*$  et  $(1/2) \left[ -s + \sqrt{s^2 + a} \right]$ .

$$\text{On a } (1/2) \left[ -s + \sqrt{s^2 + a} \right] - t^* = (1/4) \left[ -2s + 2\sqrt{s^2 + a} - (1-\beta)(3-\alpha-\beta) \right].$$

On trouve que  $(1/2)\left[-s + \sqrt{s^2 + a}\right] > t^*$  si la valeur de  $a$  est suffisamment grande (précisément,  $a > (1/4)(1-\beta)(3-\alpha-\beta)\left[(1-\beta)(3-\alpha-\beta) + 4s\right]$ ) alors que  $(1/2)\left[-s + \sqrt{s^2 + a}\right] < t^*$  pour une valeur de  $a$  suffisamment faible ( $a < (1/4)(1-\beta)(3-\alpha-\beta)\left[(1-\beta)(3-\alpha-\beta) + 4s\right]$ ).  
 A partir de ces résultats, on montre que  $\Delta_{3,1}Q^{**} \leq 0$  si

$$\begin{cases} 2 - (4/3)\sqrt{s} < \alpha \\ 2 - (4/3)\sqrt{s} > \alpha \\ (1/4)(1-\beta)(3-\alpha-\beta)\left[(1-\beta)(3-\alpha-\beta) + 4s\right] < a \\ 2 - (4/3)\sqrt{s} > \alpha \\ (1/4)(1-\beta)(3-\alpha-\beta)\left[(1-\beta)(3-\alpha-\beta) + 4s\right] > a \\ t \in \left[(1/4)(1-\beta)\left[(2-\alpha) + (1-\beta)\right]; +\infty\right[ \end{cases}$$

D'une manière analogue, on montre que  $\Delta_{3,1}Q^{**} \geq 0$  si

$$\begin{cases} 2 - (4/3)\sqrt{s} > \alpha \\ (1/4)(1-\beta)(3-\alpha-\beta)\left[(1-\beta)(3-\alpha-\beta) + 4s\right] > a \\ t \in \left] \max\left((1/3)\left[(1-\beta)^2 + s\right], (1/2)\left[-s + \sqrt{s^2 + a}\right]\right); (1/4)(1-\beta)\left[(2-\alpha) + (1-\beta)\right] \right]. \end{cases}$$

On peut aussi démontrer qu'un 'bascullement fermé' génère un niveau d'effort d'innovation agrégé plus important que celui consécutif à un 'bascullement ouvert' ( $\Delta_{3,1}Q^{**} < \Delta_{2,1}Q^{**}$ ). Pour ce faire, on considère l'intervalle de définition de  $t$  mutuellement compatible, soit  $t > \max\left((1/3)(1+s), (1/2)\left[-s + \sqrt{s^2 + a}\right]\right)$ .

On a  $(1/3)(1+s) - t^* = (1/12)\left[4 + 4s - 3(1-\beta)^2 - 3(1-\beta)(2-\alpha)\right]$ .

En introduisant encore une fois les variables  $X = 1 - \beta$  ( $X \in [0;1]$ ) et  $Y = 1 - \alpha$  ( $Y \in [0;1]$ ), on doit analyser le signe de  $3X^2 + 3XY - 4 - 4s$ . Le discriminant du polynôme du second degré est  $\Delta = 9Y^2 + 12(4 + 4s) > 0$  et ce polynôme admet deux solutions pour  $X$ , à savoir

$$B_3 = (1/6)\left[-3Y - \sqrt{9Y^2 + 12(4 + 4s)}\right] < 0 \text{ et}$$

$$B_4 = (1/6)\left[-3Y + \sqrt{9Y^2 + 12(4 + 4s)}\right] > 1.$$

Ainsi,  $3X^2 + 3XY - 4 - 4s < 0$ ,  $(1/12)\left[4 + 4s - 3(1-\beta)^2 - 3(1-\beta)(2-\alpha)\right] > 0$  et  $t^* < (1/3)(1+s)$ . Finalement,  $\Delta_{3,1}Q^{**} < \Delta_{2,1}Q^{**}$ . ■

## References

- Belleflamme, P., & Peitz, M. (2010). *Digital piracy: Theory*. (CORE Discussion Paper No. 2010/60).
- Bonaccorsi, A., Giannangeli, S., & Rossi, C. (2006). Entry strategies under competing standards: Hybrid business models in the open source software industry. *Management Science*, 52(7), 1085-1098.
- Chellappa, R. K., & Shivendu, S. (2005). Managing piracy: Pricing and sampling strategies for digital experience goods in vertically segmented markets. *Information Systems Research*, 16(4), 400-417.
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Cambridge: Harvard Business School Press.
- Chesbrough, H. W. (2006). *Open business models: How to thrive in the new innovation landscape*. Cambridge: Harvard Business School Press.
- D'Aspremont, C., & Jacquemin, A. (1988). Cooperative and non-cooperative R&D in duopoly with spillovers. *American Economic Review*, 78, 1133-1137.
- D'Aspremont, C., & Jacquemin, A. (1990). Cooperative and non-cooperative R&D in duopoly with spillovers: Erratum. *American Economic Review*, 80, 641-642.
- David, P. A. (1998). Common agency contracting and the emergence of 'open science' institutions. *American Economic Review*, 88(2), 15-21.
- David, P. A. (2004). Understanding the emergence of 'open science' institutions: Functionalist economics in historical context. *Industrial and Corporate Change*, 13(4), 571-589.
- Economides, N., & Katsamakas, E. (2006). Two-sided competition of proprietary vs. open source technology platforms and the implications for the software industry. *Management Science*, 52(7), 1057-1071.
- Fershtman, C., & Kamien, M. L. (1992). Cross-licensing of complementary technologies. *International Journal of Industrial Organization*, 10(3), 329-348.
- Flowers, S. (2008). Harnessing the hackers: The emergence and exploitation of outlaw innovation. *Research Policy*, 37(2), 177-193.
- Grand, S., Krogh, G. von, Leonard, D., & Swap, W. (2004). Resource allocation beyond firm boundaries: A multi-level model for open source innovation. *Long Range Planning*, 37(6), 591-610.
- Hui, K. L., & Png, I. (2003). Piracy and the legitimate demand for recorded music. *Contributions to Economic Analysis and Policy*, 2(1), 1-11.
- Merton, R. K. (1973). *The sociology of science: Theoretical and empirical investigations*. Chicago: University of Chicago Press.
- Nelson, R. R. (1959). The simple economics of basic scientific research. *Journal of Political Economy*, 77(3), 297-306.
- Nelson, R. R. (2004). The market economy, and the scientific commons. *Research Policy*, 33(3), 455-471.
- Pastor, M., & Sandonis, J. (2002). Research joint ventures vs. cross licensing agreements: An agency approach. *International Journal of Industrial Organization*, 20(2), 215-249.
- Peitz, M., & Waelbroeck, P. (2006). Piracy of digital products: A critical review of the theoretical literature. *Information Economics and Policy*, 18(4), 449-476.

- 
- Rossi, M. A. (2006). Decoding the free/open source software puzzle. In J. Bitzer, P. J. H. Schröder (Eds.), *The economics of open source software development* (pp. 15-55). Oxford: Elsevier.
- Schulz, C., & Wagner, S. (2008). Outlaw community innovations. *International Journal of Innovation Management*, 12(3), 399-418.
- Shapiro, C., & Varian, H. R. (1998). *Information rules: A strategic guide to the network economy*. Cambridge: Harvard Business School Press.
- Toffler, A. (1980). *The third wave*. New York: William Morrow and Co.
- Varian, H. R. (2000). Buying, sharing and renting information goods. *Journal of Industrial Economics*, 48(4), 473-488.
- von Hippel, E. (1986). Lead users: A source of novel product concepts. *Management Science*, 32(7), 791-805.
- von Hippel, E. (1988). *The sources of innovation*. New York: Oxford University Press.
- von Hippel, E. (2005). *Democratizing innovation*. Cambridge: MIT Press.