

Communautés de consommateurs et marché infomédié (*)

Stéphane Ngo-Mai et Alain Raybaut(**)

(Version révisée Novembre 2003)

Résumé :

Nous nous intéressons dans cet article à une figure de marché caractérisée par l'interaction entre des communautés auto-organisées de consommateurs, un infomédiaire et un producteur de bien final. Ce marché est étudié en distinguant deux cas polaires empiriquement pertinents pour les distributions de taille des communautés, loi normale et loi de puissance. L'occurrence de l'une ou l'autre de ces distributions dépend du poids de l'esprit communautaire des consommateurs. L'infomédiaire qui recueille des informations sur les communautés pour les vendre au producteur anime les communautés et exerce un certain contrôle sur les liens intercommunautaires (connectivité). Nous caractérisons les conditions d'existence de cette relation de marché selon le type de distribution. L'existence de plages critiques pour la connectivité d'équilibre est notamment mise en évidence dans l'identification du comportement optimal de l'infomédiaire et la viabilité du marché.

Communities of consumers and “infomediated” market

Abstract :

This paper examines a market where a final good producer, some communities of consumers and an infomediary interact. We distinguish, on empirical basis, two types of distributions for the size of communities, a log-normal law and a power law, and are interested in the viability conditions of the market. The emergence of either distribution is related to the weight of collective beliefs of the consumers. The infomediary collects information upon communities and sells it to the producer. His control variable bears on the number of hyperlinks between communities (connectivity). We compare the viability conditions and show the existence of critical ranges for the equilibrium connectivity associated with optimal behaviors in the two distributions settings.

Mots clefs : Communautés de consommateurs, infomédiaire, commerce électronique, loi de puissance, auto-organisation.

Key words : Communities of consumers, infomediary, electronic markets, power law, self-organization

Codes JEL : D11, D71, D83, L86

(*) Nous remercions Nicolas Curien pour ses critiques et suggestions sur une version antérieure de ce papier. Nous restons naturellement responsables des limites de ce texte.

(**) LATAPSES-DEMOS, CNRS et Université de Nice Sophia Antipolis
250 Rue A Einstein 06560 Valbonne Ngomai@idefi.cnrs.fr et raybaut@idefi.cnrs.fr

Introduction

Contrairement aux grands réseaux du passé tels le chemin de fer, l'électricité ou le téléphone, le Web se caractérise d'emblée par l'absence d'une architecture organisée. Ce type de réseau constitué de pages et d'hyperliens se développe a priori de manière complètement décentralisée, des millions de personnes créant des sites de contenu et leurs connexions. Cette caractéristique a pu, un temps, faire penser à une évolution complètement désordonnée. Des travaux récents ont cependant montré l'existence de propriétés d'auto-organisation, les interactions individuelles produisant l'émergence de macrostructures. Celles-ci se manifestent notamment au travers de la constitution de communautés médiatées. Ainsi, l'extraordinaire potentiel d'interaction entre les agents sur ce réseau offre-t-il l'opportunité de constater des comportements collectifs spécifiques. Un des moyens d'identification de tels comportements consiste à analyser les contenus thématiques des pages Web et leurs hyperliens. On montre alors l'existence de regroupements virtuels d'internautes engagés dans des échanges non marchands d'information sur des sujets spécifiques. Ces communautés auto-organisées sont fortement thématiques, les internautes qui animent et fréquentent ces pages « hyperliées » partageant un intérêt commun. Techniquement c'est l'identification systématique de certaines structures de graphes, révélées par exemple par des co-citations, qui permet la mise en évidence de ces communautés. L'étude de ces signatures de communautés existantes ou naissantes a établi l'existence de plusieurs dizaines de milliers de ces collectifs sur le Web¹.

L'étude d'un tel phénomène présente un intérêt sociologique et économique tant du point de vue empirique que théorique.

Du point de vue théorique les communautés médiatées auto-organisées se présentent comme des niveaux intermédiaires entre l'individu et le collectif; elles méritent donc une attention particulière en ce sens qu'elles constituent une voie possible d'articulation entre des niveaux d'analyses qui traditionnellement demeurent difficilement conciliables. Elles renouvellent par ailleurs singulièrement l'analyse de la dynamique des marchés en soulignant qu'au delà des pures

¹ cf. Kumar, Raghavan, Rajagopalan et Tomkins et Gibson, Kleinberg et Raghavan [1999]

interactions stratégiques en prix et quantités, des interactions cognitives ou sociales complexes² sont à même d'engendrer des phénomènes communautaires qui peuvent modifier notre compréhension du fonctionnements des mécanismes marchands. Alors que l'analyse économique d'Internet a principalement mis l'accent sur la présence de rendements croissants et les conséquences de l'échange de biens produits à coûts marginaux faibles ou nuls, il semble aujourd'hui également nécessaire d'étudier les implications de ces communautés auto-organisées de consommateurs. Dans cette optique, le Web n'est plus seulement analysé sous l'angle des rétroactions positives du coté de l'offre, mais aussi du côté de la demande finale.

Du point de vue empirique, l'étude des communautés révèle le poids respectifs et la structuration des thèmes de prédilection des internautes. Ainsi, économiquement ces communautés auto-organisées ont la propriété remarquable de segmenter la demande en grandeur nature sur le Web. On comprend dès lors que les informations sur ces communautés et notamment sur leur taille soient l'objet de mécanismes marchands particuliers dont l'étude fait l'objet du présent article. L'émergence d'intermédiaires sur les marchés électroniques est, de ce point de vue, remarquable à double titre. Elle contredit tout d'abord l'hypothèse souvent avancée selon laquelle le développement du e-commerce conduirait à la désintermédiation. En second lieu, le rôle de ces intermédiaires n'est pas tant d'assurer la distribution des produits que de sécuriser les transactions et surtout d'organiser l'agrégation de la demande améliorant ainsi l'appariement entre offre et demande³. Le rôle essentiellement informationnel de cet intermédiaire, qui n'agit plus directement sur les prix ou la quantité de biens échangés, a été traduit par le néologisme « d'infomédiaire ».

C'est à l'étude d'une figure de marché caractérisée par la présence de communautés de consommateurs, d'un infomédiaire et de producteurs de bien final qu'est consacrée cette contribution. Le texte est organisé de la façon suivante. Nous faisons tout d'abord état de quelques caractéristiques concernant l'auto-organisation des communautés médiatées. Sur cette base nous proposons dans un second temps une modélisation stylisée de ces mécanismes marchands.

² cf A. Orléan [2002].

³ cf e.g. l'article séminal de Bailey et Bakos [1997]

Quelques propriétés remarquables des communautés médiatées

Les premières études empiriques sur l'existence de communautés médiatées ont révélé plusieurs spécificités qui présentent un intérêt direct pour l'analyse du fonctionnement des marchés électroniques. Trois d'entre elles nous semblent plus particulièrement devoir retenir l'attention.

La première a trait au fait que les communautés médiatées sont, comme nous l'avons déjà évoqué, fortement thématiques. Les différentes méthodes de repérage de pages Web hyperliées⁴, qu'elles soient fondées sur des mesures de similarité de contenus telle les co-citations ou sur des études de la structure des liens entre les pages Web, démontrent l'existence d'une forte corrélation dans les sujets abordés. Flake and al⁵. ont récemment étudié certaines communautés scientifiques pour tester un algorithme de recherche fondé sur la structure de la connectivité des pages Web. Ils montrent d'une part qu'une très large fraction des liens entrants et sortants des pages d'une communauté créés par des dizaines de personnes différentes sont dans la communauté (voir tableau1). Ils montrent d'autre part qu'il est aisé de trouver des mots clefs représentatifs de la communauté (voir tableau 2) qui correspondent à plus de 80% des pages communautaires et à moins de 1% de dix mille pages non communautaires tirées aléatoirement sur le Web. Les auteurs concluent que les communautés sont fortement thématiques dans le sens où l'on peut les décrire de façon simple et compacte à l'aide de classeurs binaires.

⁴ Une communauté peut être définie comme un ensemble de pages web tel que chaque page possède plus d'hyperliens à l'intérieur de la communauté qu'à l'extérieur de la communauté

⁵ Flake, Lawrence, Giles, et Coetzee [2002]

Stephen Hawking Community

Score	Site Title or Description
85	<i>Professor Stephen W. Hawking's web pages</i>
46	<i>Stephen Hawking's Universe at PBS</i>
17	<i>The Stephen Hawking Pages</i>
15	<i>Stephen Hawking Builds Robotic Exoskeleton (parody at the Onion)</i>
14	<i>Stephen Hawking and Intel</i>
1	<i>Did the cosmos arise from nothing? MSNBC story</i>
1	<i>Spanish page for Stephen Hawking's Universe</i>
1	<i>Relativity Group at DAMTP, Cambridge</i>
1	<i>Millennium Mathematics Project</i>
1	<i>Particle Physics Education and Information Sites</i>

Francis Crick Community

Score	Site Title or Description
80	<i>Biography of Francis Harry Compton Crick (Nobel Foundation)</i>
79	<i>Biography of James Dewey Watson (Nobel Foundation)</i>
51	<i>The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1962 (Nobel Foundation)</i>
50	<i>Biographical Sketch of James Dewey Watson (Cold Spring Harbor Lab.)</i>
41	<i>A structure for Deoxyribose Nucleic Acid (Nature, April 2, 1953)</i>
1	<i>Felix D'Herelle and the Origins of Molecular Biology (Amazon.com)</i>
1	<i>Biography of Gregor Mendel</i>
1	<i>Magazine: HMS Beagle Home</i>
1	<i>The Alfred Russel Wallace Page</i>
1	<i>U.S. Human Genome Project 5 Year Plan</i>

Tableau 1 : exemple d'identification de communautés. Les cinq premières et dernières pages en termes d'hyperliens sont ici présentées. Les scores correspondent au nombre total de liens entrants et sortants qu'une page entretient avec d'autres pages de la même communauté.

Source : Flake and al. [2002]

Community : Most Significant Text Features

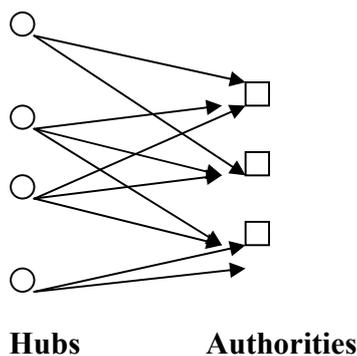
Crick, : Fancis,	Crick, Nobel, DNA, "Francis Crick", "The Nobel", "Of DNA", Watson, "James Wawatson", Molecular, Biology, Genetics, "Watson and", "Structure of", "Crick and"
Hawking :	Hawking, "Stephen Hawking", Stephen, "Hawking s", "S Universe", Physics, "Black Holes", "The Universe", Cambridge, Cosmology, Einstein, Relativity, Damtp, "Universe The"

Tableau 2 : les quinze caractéristiques de texte les plus significatives pour chaque communauté classées en ordre décroissant. Alors que seule une information sur les liens est utilisée pour identifier une communauté, les pages d'une communauté sont fortement thématiques.

Source : Flake and al. [2002]

Cette caractéristique des communautés justifie l'hypothèse que nous évoquions plus haut selon laquelle, d'un point de vue économique, on assiste à une réelle segmentation spontanée de la demande des agents qui fréquentent ces communautés. En effet, on peut comprendre, comme l'illustre le cas de figure présenté ci-dessus, qu'un éditeur scientifique par exemple puisse être intéressé par l'acquisition d'informations relatives à ces communautés.

La deuxième spécificité de ces communautés réside dans leur structuration particulière. Certains travaux montrent⁶ qu'au sein d'un même domaine d'intérêt on trouve une certaine hiérarchie entre les communautés couvrant le domaine. Plus précisément il a été mis en évidence l'existence de deux types de pages Web : des pages centrales faisant autorité (Authorities) dans le champs considéré et des pages plus périphériques (Hub) pointant vers les pages centrales.



Source : J. Kleinberg et S. Lawrence [2001]

Ceci suggère qu'un agent intéressé par un quelconque thème peut rapidement joindre une des communautés centrales. Cette propriété qui a notamment été étudiée dans les domaines scientifiques sous l'angle de l'articulation des connaissances peut également être commercialement exploitée. Certains auteurs⁷ rapportent ainsi la possibilité de modifier la structure des hyperliens afin de créer des pages centrales marchandes. On remarque déjà que certains thèmes sont dominés par de telles pages centrales (le secteur du livre par Amazon par

⁶ cf Kleinberg [1999].

⁷ Gibson., Kleinberg et Raghavan.[1998]

exemple). Par ailleurs on constate que des pages comme celles de Yahoo ou de Microsoft sont très fréquemment présentes dans les communautés centrales de nombreux thèmes.

Cette structuration des communautés n'est sans doute pas sans lien avec une troisième caractéristique qui porte sur la distribution du trafic sur les sites web. De nombreux travaux ont en effet montré l'existence de loi de puissance dans les distributions des pages par site, du nombre de liens entrants et sortants par page et du nombre de visiteurs⁸. Ce type de distribution extrêmement biaisé qui stipule par exemple, que seuls 10% des sites reçoivent plus de 80% du volume total de visiteurs, se présente comme une droite dans une représentation Log-Log. Des études récentes, tout en confirmant l'existence de telles loi de puissance pour le Web dans son ensemble ont toutefois mis en évidence des distributions Log Normales pour des sous ensembles thématiques de pages avec des modes parfaitement identifiables. Cet aspect empirique n'est pas anodin puisqu'il signifie qu'il existe des domaines pour lesquels un nouveau site peut capter une partie non négligeable du trafic, ce qui serait très peu probable dans le cas de distribution en loi de puissance. L'examen des liens entrants (représentatifs du trafic) sur des pages de nature commerciale est de ce point de vue significatif. Nous reproduisons ici quelques exemples tirés des travaux de Pennock and al⁹ :

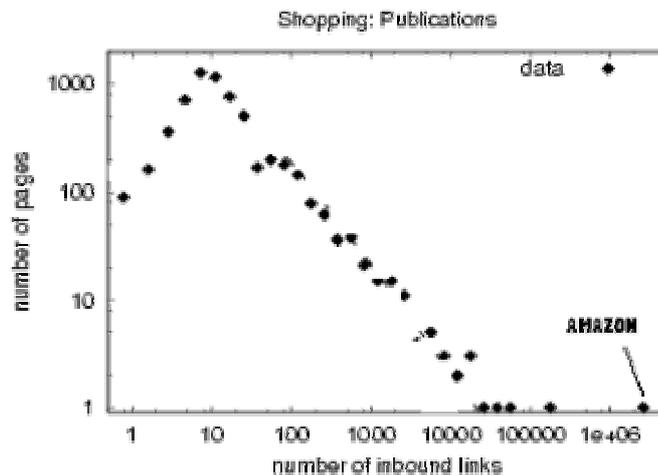


Fig. 1 : secteur de la vente de livres et magazines en ligne

⁸ Pour un survey cf e.g. Albert R. Barabasi A. L [2001]

⁹ Pennock., Flake, Lawrence, Glover et Giles C. [2002]:.

Ce premier graphique concerne la distribution observée pour le secteur de la vente en ligne de livres et de journaux. On note que la forme n'est pas très éloignée d'une loi de puissance. Le point le plus à droite représente Amazon.com, site qui admet 2 millions de fois plus de liens que le site typique du secteur.

A l'opposé le secteur de la photographie en ligne tend plus à se rapprocher d'une distribution log normale (cf.fig2).

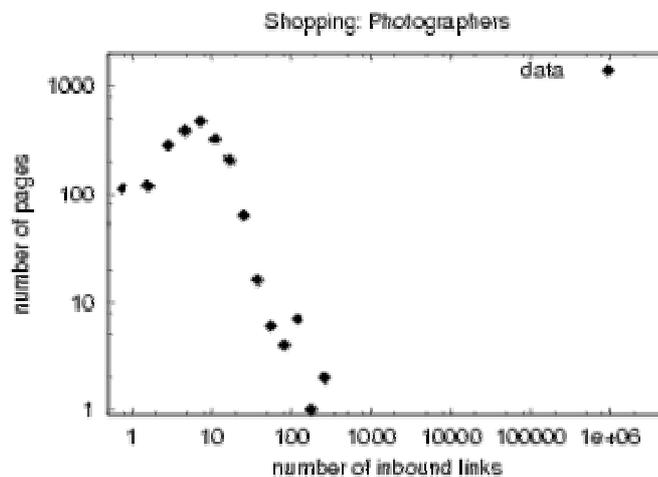


Fig 2 : secteur de la photographie en ligne

On constate ici que le plus grand nombre de liens entrants par page, spécifique au site le plus fréquenté, n'est que de 20 fois supérieur au site typique. Dans ce cas un raisonnement sur la moyenne des liens par page pour estimer la fréquentation probable d'un quelconque site conserve un certain sens. Ce n'est évidemment pas le cas si l'observation s'effectue au niveau global du Web puisque le graphique montre alors une véritable loi de puissance (Fig3).

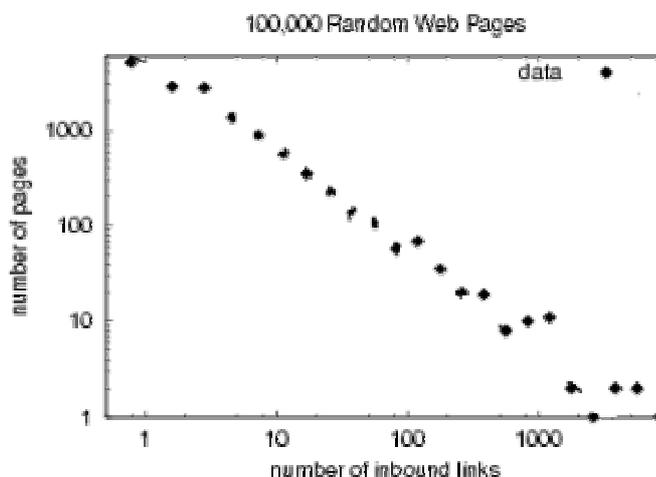


Fig 3 : tous secteurs (100 000 pages aléatoires)

Il est enfin intéressant de noter que, du point de vue théorique, les explications de l'émergence de telles lois de puissance convergent vers l'idée d'attachement préférentiel'. Cette hypothèse stipule l'existence d'une rétroaction positive dans la probabilité qu'une page obtienne un lien supplémentaire. Plusieurs interprétations complémentaires peuvent en être proposées. La première consiste à penser que la fréquentation d'un site est directement fonction du nombre de liens déjà présents sur une page (Albert et Barabasi 2001). La deuxième fait référence à l'idée selon laquelle les domaines thématiques se caractérisent par la présence de communautés périphériques renvoyant à des communautés centrales. La troisième renvoie enfin aux croyances et aux comportements mimétiques des consommateurs au sein des communautés médiatisées.

Notre analyse retient essentiellement ces deux dernières hypothèses. Nous supposons d'une part qu'au sein d'un même domaine thématique les communautés sont connectées (hyperliées) selon un graphe directionnel qui conduit des communautés périphériques aux communautés centrales. Nous supposons d'autre part que l'activation de ces liens dépend de ce que l'on qualifiera « d'esprit communautaire », c'est-à-dire la propension d'un individu à participer à ces collectifs pour échanger des informations sur des biens. Dans une précédente contribution (Ngo-Mai et Raybaut [2002]), nous nous sommes attachés à modéliser quelques propriétés d'auto-organisation de ces communautés de consommateurs. Plus précisément, nous avons montré, en utilisant un formalisme en champs moyen, proposé par Solé et al. [2001], comment la distribution stationnaire de la taille des communautés et leur nombre moyen subissaient l'influence du poids

respectif des croyances individuelles et collectives des agents. (cf. Annexe 1). Sur cette base, nous nous proposons dans le section suivante d'analyser les implications de ces propriétés en termes de mécanismes marchands.

Communautés auto-organisées et mécanismes marchands

Nous considérons une figure de marché médiaté qui concerne un domaine thématique donné. Un infomédiaire est à même de cerner les caractéristiques de demande finale des consommateurs regroupés en communautés auto-organisées. Cette figure de marché est synthétisée sur le schéma suivant :

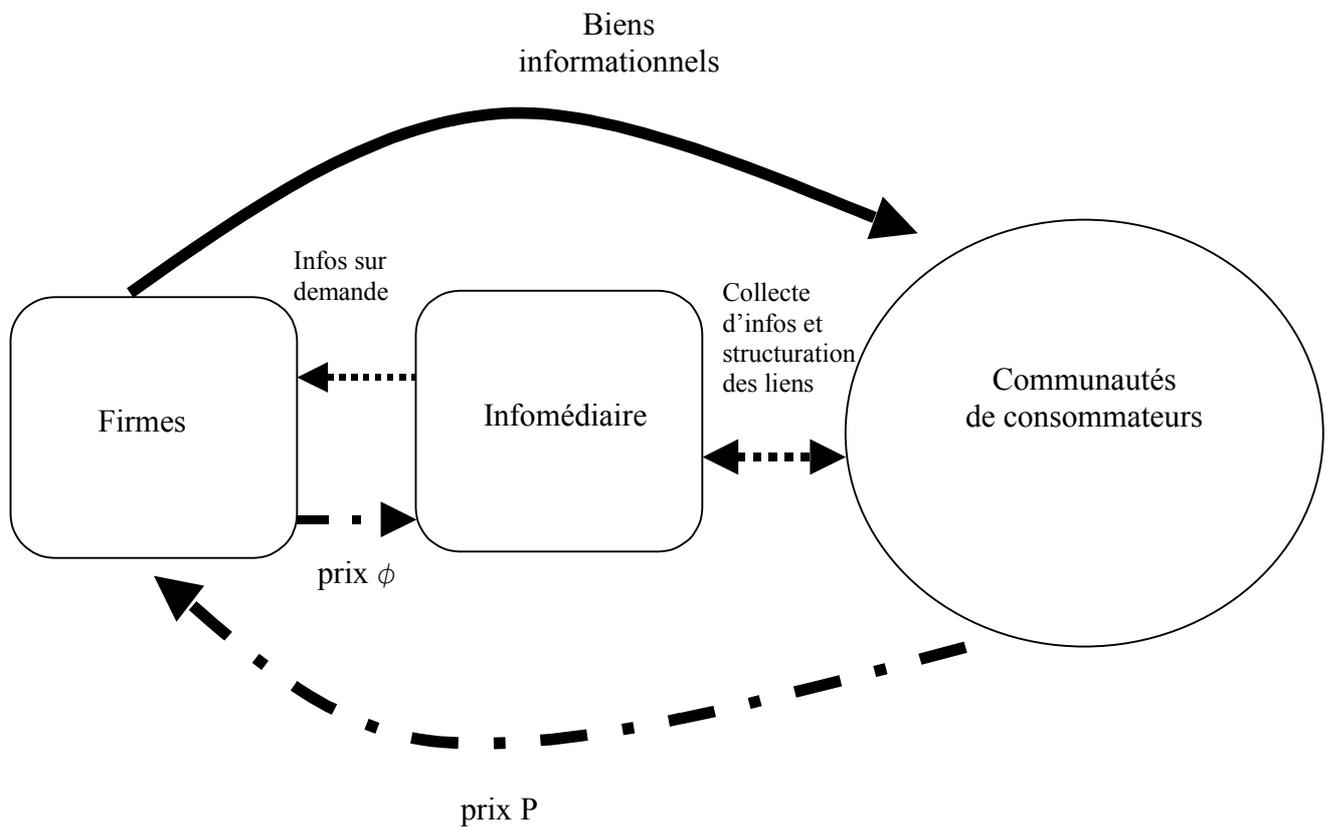


Fig. 4

L'infomédiaire peut déterminer les caractéristiques de la demande des consommateurs pour les biens considérés. Ces consommateurs forment pour ce panier de biens une communauté centrale

de taille n , supposée continue sur $[1, N]$ parmi S communautés dans une population totale de N agents. Pour simplifier, nous supposons que l'information sur les caractéristiques de la demande au sein de la communauté s'assimile à la fonction de demande suivante :

$$D = \int_{n=1}^N p^{-\delta(c)} n f(n) dn \quad (0.1)$$

où, $f(n)$ désigne la distribution de probabilité de la taille de cette communauté, P désigne le prix de marché du panier de bien et $\delta(c)$ l'élasticité prix de la demande en valeur absolue avec $\delta(c) > 1$. On supposera que $\delta(c)$ est une fonction décroissante de la connectivité c , $0 < c < 1$ qui renvoie aux relations entre les communautés¹⁰.

La fonction $\delta(c)$ traduit l'idée que l'accroissement des interactions entre communautés (que mesure le degré de connectivité c) se manifeste par une baisse de l'élasticité prix de la demande finale sur le segment de marché électronique considéré. En effet plusieurs travaux empiriques récents sur les marchés électroniques indiquent que les consommateurs sont moins sensibles aux variations de prix lorsque leur information pertinente s'accroît. Une plus grande disponibilité de l'information sur les produits tend à amoindrir la concurrence en prix et à réduire les coûts de prospection tout en augmentant la fidélité des consommateurs. (Alba, Lynch et al [1997], Lynch et Ariely [2000], Brynjolfsson et Smith [1999, 2000], Oh, Lucas et Smith [2002]). Dans cette optique, l'accroissement des interactions entre communautés permet aux consommateurs de mieux identifier les biens correspondant à leurs préférences les rendant ainsi moins sensibles aux variations de prix.

On suppose que l'activité de l'infomédiaire consiste, en suivant Kleinberg et Lawrence [2001], à structurer de façon optimale les relations (hyperlinks) entre communautés d'un même domaine. Pour ce faire il agit donc sur la connectivité c . Il revend ensuite aux firmes productrices du bien

¹⁰ Plus précisément c désigne le nombre moyen de liens orientés non nuls entre communautés, mesurés à partir d'une matrice carrée d'interrelations exogène Ω antisymétrique et à diagonale nulle. Cf. Annexe 1

final l'information sur la demande qui en découle (assimilée ici pour simplifier à la fonction de demande D)

La recherche de données et la structuration des liens entre communautés par l'infomédiaire est sujette à un coût fixe ξ . Ces informations sont acquises au prix Φ par les firmes productrices du bien qui peuvent ainsi sur ce segment de marché électronique ajuster leur l'offre Q à la demande.

Le prix Φ auquel l'infomédiaire cède l'information sur les communautés est supposé fixé de manière exogène avec $\Phi > 0$. La relation de marché entre le producteur et l'infomédiaire peut alors se formuler sous forme d'un jeu simultané dont les variables stratégiques sont respectivement le taux de marge x pour le producteur, soit $x = \frac{P - \Phi}{P}$ ($0 < x < 1$), et la connectivité c ($0 < c < 1$), pour l'infomédiaire.

Le prix sur le marché du bien final a donc pour expression :

$$P = \frac{\Phi}{1 - x} \quad (0.2)$$

En notant $A[c] = \int_1^N nf(n)dn$, la fonction de profit de l'infomédiaire s'écrit :

$$\Pi_{\text{inf}} = \Phi^{[1-\delta(c)]} (1 - x)^{\delta(c)} A[c] - \xi \quad (0.3)$$

La fonction de profit du producteur s'écrit :

$$\Pi_{\text{firme}} = \Phi^{[1-\delta(c)]} A[c] x (1 - x)^{[\delta(c)-1]} - \varsigma \quad (0.4)$$

où, ς désigne le coût fixe de production.

La meilleure réponse du producteur $x(c)$ à l'action c de l'infomédiaire est donnée par

$\frac{\partial \Pi_{\text{firme}}}{\partial x} = 0$, soit par :

$$1 - x - \frac{1}{\delta(c)} = 0 \quad (0.5)$$

La meilleure réponse $c(\Phi, x)$ de l'infomédiaire à l'action x du producteur est donnée par

$$\frac{\partial \Pi_{info}}{\partial c} = 0, \text{ soit par :}$$

$$\delta'(c) \text{Log} \left[\frac{1-x}{\Phi} \right] A(c) + \frac{A'(c)}{A(c)} = 0 \quad (0.6)$$

Un équilibre non dégénéré du jeu est alors défini par le couple des meilleures réponses (x^*, c^*) solutions du système (0.5)-(0.6), c'est-à-dire tel que $x^* = x(c^*)$ et $c^* = c(\Phi, x^*)$.

On s'intéresse aux conditions d'existence d'un tel équilibre et à la manière dont il se modifie lorsque le paramètre Φ varie. Les conditions d'existence de cette figure de marché vont dépendre de l'élasticité prix de la demande, (fonction $\delta(c)$) et de façon complexe de la distribution stationnaire de la taille des communautés $f(n)$. La suite de cette section se propose de traiter cette question en posant $\delta(c) = \alpha c + \beta$ avec $\alpha < 0$ et $\beta > 0$ ¹¹, et en considérant deux cas polaires pour cette distribution :

- une distribution Log-Normale obtenue en présence d'un faible esprit communautaire des consommateurs,
- une distribution de type Loi de Puissance obtenue en présence d'un fort esprit communautaire.

On obtient alors les conditions analytiques d'existence suffisantes suivantes.

Proposition 1

Lorsque $f(n)$ est une distribution Log-Normale¹², un unique équilibre stable (c^*, x^*) existe si le paramètre Φ satisfait la condition :

$$\Phi_{MinLN} < \Phi < \Phi_{MaxLN} \quad (0.7)$$

La connectivité c^* et le taux de marge x^* vérifient alors la propriété suivante

¹¹ On suppose en outre que $\beta > 1$ et $|\alpha| < \beta$, ce qui garantit que $\delta(c) > 1$ pour tout $0 < c < 1$.

¹² Dont la spécification est donnée en **Annexe 1**.

$$c_{\min LN} < c^* < 1 \quad (0.8)$$

$$x^* = \frac{\alpha c^* + \beta - 1}{\alpha c^* + \beta} \quad (0.9)$$

On en déduit le prix d'équilibre du bien,

$$P^* = Exp \left[\frac{A'_{LN}(c^*)}{\alpha A_{LN}(c^*)} \right] \quad (0.10)$$

Ce résultat indique donc qu'en présence d'un faible esprit communautaire de la part des consommateurs, l'existence de la figure de marché dépend du prix de l'information sur les communautés. Ce prix doit appartenir à un intervalle dont les bornes dépendent de l'élasticité prix de la demande et de la distribution de la taille des communautés. La proposition 1 stipule qu'en présence d'une loi normale, la connectivité d'équilibre est relativement élevée. [**Preuve :** cf. *Annexe 2*].

Proposition 2

Lorsque $f(n)$ est une distribution de type Loi de puissance ¹³, un unique équilibre stable (c^*, x^*) existe si le paramètre Φ satisfait la condition :

$$\Phi_{MinPL} < \Phi < \Phi_{MaxPL} \quad (0.11)$$

La connectivité c^* et le taux de marge x^* vérifient alors la propriété suivante

$$c_0 < c^* < c_{MaxPL} \quad (0.12)$$

$$x^* = \frac{\alpha c^* + \beta - 1}{\alpha c^* + \beta} \quad (0.13)$$

On en déduit le prix d'équilibre du bien,

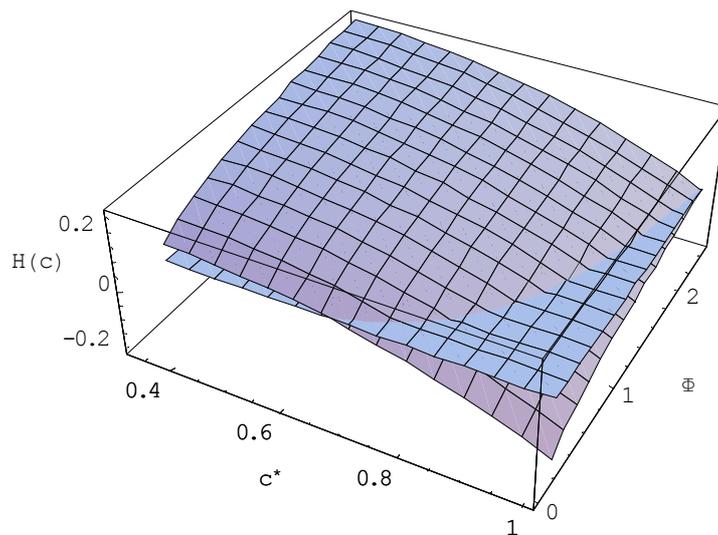
$$P^* = Exp \left[\frac{A'_{PL}(c^*)}{\alpha A_{PL}(c^*)} \right] \quad (0.14)$$

Lorsque l'esprit communautaire est prépondérant, la figure de marché existe pour des conditions qualitativement similaires à celles obtenues dans la proposition précédente. Le prix de l'information doit appartenir à un intervalle dont les bornes dépendent de l'élasticité prix de la demande et de la distribution de la taille des communautés. La proposition 2 indique toutefois qu'en présence d'une loi de puissance, la connectivité d'équilibre est relativement faible.

Ces résultats sont illustrés dans les deux cas de figure, par l'exemple suivant ¹⁴:

Exemple d'équilibre en Loi Normale avec $\mu = 0.8$

Pour toute valeur du paramètre Φ , l'unique valeur d'équilibre c^* est obtenue à l'intersection du plan nul et de la fonction H qui synthétise les conditions d'existence de la **Proposition 1**.



Valeurs d'équilibre de c^* en fonction de Φ en loi normale

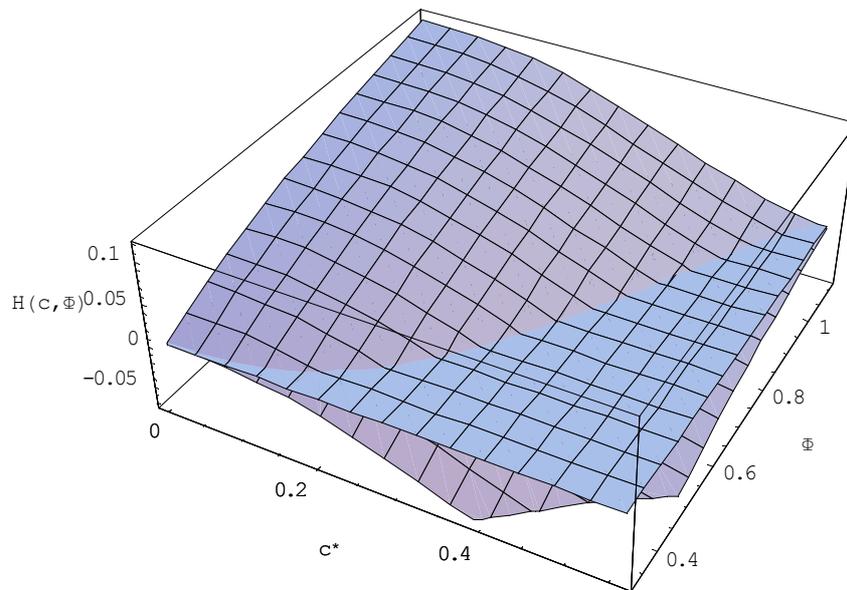
Un unique équilibre existe pour $0.33 < \Phi < 2.46$. (valeurs Φ_{MinLN} et Φ_{MaxLN} calculées). Le minimum de connectivité d'équilibre $c^*(\Phi)$ admissible c_{MinLN} , est alors 0.66.

Exemple d'équilibre en Loi de Puissance avec $\mu = 0.1$

¹³ Dont la spécification est donnée en **Annexe 1**.

¹⁴ Avec, $\alpha = -0.1$, $\beta = 3$

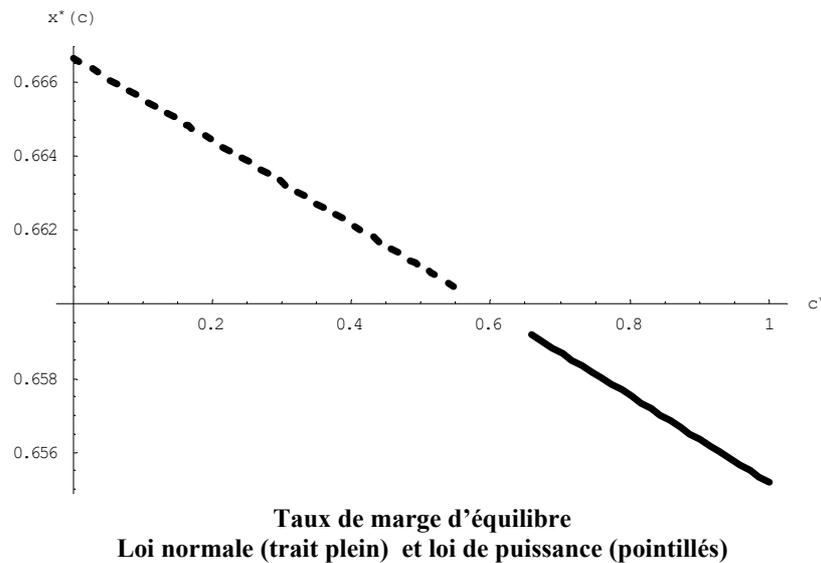
Pour toute valeur du paramètre Φ , l'unique valeur d'équilibre c^* est obtenue à l'intersection du plan nul et de la fonction H qui synthétise les conditions d'existence de la **Proposition 2**.



Valeurs d'équilibre de c^* en fonction de Φ en loi de puissance

Un unique équilibre existe pour $0.33 < \Phi < 1.12$. (valeurs Φ_{MinPL} et Φ_{MaxPL} calculées). Le maximum de connectivité d'équilibre $c^*(\Phi)$ admissible c_{MaxLN} , est alors 0.56.

Les valeurs correspondantes du taux de marge d'équilibre de la firme x^* pour les deux distributions sont représentées sur la figure suivante :



Le taux de marge de la firme est qualitativement plus élevé en présence d'une distribution en loi de puissance.

Conclusion

L'identification de communautés médiatées auto-organisées plaide en faveur d'une analyse spécifique du fonctionnement des marchés électroniques. Les conséquences sur les mécanismes marchands de ces communautés ont été explorées en analysant notamment le comportement d'un agent intermédiaire entre consommateurs et producteurs, l'infomédiaire. Comme nous l'avons souligné, cet intermédiaire ne joue pas le rôle classique d'un distributeur agissant directement sur les prix et les quantités échangées, mais celui d'un agent "agrégateur" qui vend aux producteurs des informations sur les caractéristiques des communautés (distributions de taille, comportements face aux prix de ses membres). Son rôle d'animation de communautés lui permet en outre d'exercer un certain contrôle des liens intercommunautaires (connectivité).

Dans ce contexte, nous nous sommes intéressés aux conditions de viabilité de cette figure de marché en distinguant deux cas polaires pour les distributions de taille, loi normale et loi de puissance. Les principaux résultats sont les suivants :

- 1- L'existence de la relation de marché pour les deux distributions dépend du prix de l'information sur les communautés. Ce prix doit appartenir à un intervalle dont les bornes

sont déterminées par l'élasticité prix de la demande et la distribution de la taille des communautés.

- 2- En présence de peu « d'esprit communautaire » la distribution de la taille des communautés suit une loi normale. La connectivité d'équilibre choisie par l'infomédiaire est relativement élevée. En présence d'un fort « esprit communautaire », la distribution de la taille des communautés suit une loi de puissance. La connectivité d'équilibre déterminée par l'infomédiaire est alors relativement faible. Dans le premier cas, l'infomédiaire doit compenser la faiblesse des relations spontanées entre communautés, que traduit un faible esprit communautaire, par davantage d'organisation des liens. Lorsque l'esprit communautaire est fort (loi de puissance) les relations spontanées entre communautés peuvent en revanche suffire pour autoriser l'intermédiaire à choisir une connectivité plus faible.
- 3- Il en découle un taux de marge de la firme plus élevé dans le cas d'une loi de puissance. Ce résultat peut être rapproché des conclusions des travaux empiriques sur les relations existant entre intensité de la concurrence et type de distribution sur les marchés électroniques (Pennock and al. 2002).

Cet examen encore exploratoire d'une figure de marché infomédié prend en compte quelques caractéristiques saillantes de l'économie de l'Internet telles la faiblesse ou l'absence de coût marginaux de production, la décroissance des élasticités prix avec l'information échangée par les consommateurs et enfin la présence de communautés auto-organisées de consommateurs. Il révèle qu'un intermédiaire dont le revenu est proportionnel à la taille du marché, n'est viable qu'à la condition de mener une véritable politique de gestion de communautés. Il apparaît donc que les liens intercommunautaires constituent une variable centrale. La gestion de ces liens vient ainsi utilement compléter la constitution spontanée de communautés qui demeure essentielle dans le recueil d'information de consommation.

**Annexe 1 : le modèle d'auto-organisation des communautés utilisé
(cf. Ngo-Mai et Raybaut 2002)**

On considère S communautés de taille n pour une population de taille N .

On suppose que les interactions entre ces communautés sont représentées par une matrice carrée exogène et antisymétrique Ω de connectivité c , où c désigne le nombre moyen d'éléments non nuls de Ω . Nous faisons ici l'hypothèse de l'existence de deux types de communautés pour un domaine donné d'intérêt : des communautés périphériques pointent leurs hyperliens vers une communauté centrale.

On désigne par μ , $0 < \mu < 1$, le poids des croyances individuelles et par $1 - \mu$ le poids des croyances collectives ou « esprit communautaire » des consommateurs. La dynamique de population des agents est donc double. D'une part des agents surfent sur le Web sans appartenance communautaire précise. D'autre part des agents caractérisés par un comportement plus mimétique et communautaire fréquentent les communautés et sont plus enclins à activer les liens intercommunautaires.

En champs moyen, la distribution stationnaire $P_S(n)$ de la taille des communautés s'écrit alors en en suivant les résultats de Solé et al (2002) sous la forme suivante:

$$P_S(n) = \frac{Beta[n + \lambda^*, \nu^* - n] C_N^n}{Beta[\lambda^*, \nu^*]} = f(n) \quad (0.15)$$

où, $R = 1 - (1 - c)^2$, $\lambda^* = \frac{(N - 1)\mu}{RS(1 - \mu)}$, $\nu^* = N + (S - 1)\lambda^*$ et $K = \lambda^* \left(\frac{\mu}{(1 - \mu)R} \right)^{\lambda^*}$

On montre que la connectivité c exerce peu d'influence sur $P_S(n)$.

On montre en revanche que μ exerce une forte influence sur $P_S(n)$:

- lorsque μ est grand, i.e. lorsque le poids des croyances individuelles est prépondérant et « l'esprit communautaire » des consommateurs faible, la distribution de la taille n est log normale.
- lorsque μ est petit, i.e. lorsque le poids des croyances collectives est prépondérant et « l'esprit communautaire » des consommateurs fort, la distribution de la taille n est de type loi de puissance.

Compte tenu de la complexité de la relation (0.15), il est nécessaire dans le traitement du modèle économique proposé de recourir aux deux approximations suivantes :

- Pour $N \gg S$ et μ assez grand, (≥ 0.75) la distribution stationnaire $P_S(n)$ est Log Normale et peut être approximée par une distribution normale de moyenne $\frac{N}{S}$ et d'écart type $\sigma(\mu)$

$$f(n) = \frac{L}{\sigma\sqrt{2\pi}} \text{Exp} \left[-\frac{\left(n - \frac{N}{S}\right)^2}{2\sigma^2} \right] \quad (0.16)$$

où, $L(c, \mu, S, N) = \frac{\theta[S, N] + (\mu - 1)(c - 1)c^2}{N}$

- Pour $N \gg S$ et μ petit la distribution stationnaire $P_S(n)$ est de type Loi de puissance et peut être approximée, par la distribution continue suivante :

$$f(n) = L(c, \mu, S, N) \cdot n^{-\gamma\left(\frac{\mu}{1-\mu}\right)} \quad (0.17)$$

où, $L(c, \mu, S, N) = \frac{N - S(1 - \mu)R^4}{N}$

Annexe2 : Preuve de la Proposition 1

1) La fonction $\delta(c)$ est spécifiée par $\delta(c) = \alpha c + \beta$, avec $\alpha < 0, \beta > 1, |\alpha| < 1$. On a donc $\delta(c) > 1$ pour $0 < c < 1$.

L'équation (0.5) $1 - x - \frac{1}{\delta(c)} = 0$ admet une solution unique $x(c) = \frac{\alpha c + \beta - 1}{\alpha c + \beta}$ satisfaisant $0 < x(c) < 1$.

2) Considérons l'équation (0.6) $\alpha \text{Log} \left[\frac{1-x}{\Phi} \right] + \frac{A'[c]}{A[c]} = 0$

On pose $X = \frac{1-x}{\Phi}$. Cette équation s'écrit :

$$G(X, c) = 0$$

qui donne une relation implicite entre X et c pour $0 < c < 1$.

$$c = g(X)$$

Il vient, $g'_X = -\frac{G'_X}{G'_c}$, avec $G'_X = \frac{\alpha}{X} < 0$ et $G'_c = \frac{A''[c]A[c] - (A'[c])^2}{(A[c])^2}$.

La vérification stricte de la condition du second ordre de l'infomédiaire implique que $G'_c < 0$. (cf. infra)

Donc, g est monotone avec $g'_X < 0$. Elle admet une fonction inverse $g^{-1}(c)$ sur $[0, 1]$. La

relation $\alpha \text{Log}[X] + \frac{A'[c]}{A[c]} = 0$ donne une expression explicite de cette fonction inverse. Il vient :

$$g^{-1}(c) = \text{Exp} \left[\frac{-A'[c]}{\alpha A[c]} \right]$$

avec, $(g^{-1})'(c) = \text{Exp} \left[\frac{-A'[c]}{\alpha A[c]} \right] \left[\frac{-A''(c)A(c) + A^2(c)}{\alpha A^2(c)} \right] < 0$

En injectant la valeur de $x(c)$ dans $c = g(X)$ on obtient la condition d'équilibre

$$c = g \left[\frac{1-x(c)}{\Phi} \right]$$

qui s'écrit en posant $\Psi(c) = g \left[\frac{1-x(c)}{\Phi} \right]$:

$$c = \Psi(c)$$

où, $0 < c < 1$.

Une solution d'équilibre c^* est donc un point fixe de Ψ fonction continue et dérivable pour $0 < c < 1$. L'existence et la stabilité des solutions d'équilibre du modèle dépend donc des propriétés de la fonction Ψ sur l'intervalle $[0,1]$.

Puisque $g'_X < 0$ et $X'(c) = -\frac{1}{\Phi} x'(c) > 0$, $\Psi(c)$ est strictement décroissante sur $[0,1]$.

On peut en déduire qu'un équilibre unique c^* existe si :

$$\begin{aligned}\Psi(0) &> 0 \\ \Psi(0) &< 1\end{aligned}$$

- Il vient, $\Psi(0) > 0 \Leftrightarrow g\left[\frac{1-x(0)}{\Phi}\right] > 0$; Soit, $\frac{1-x(0)}{\Phi} < g^{-1}(0)$.

où, $g^{-1}(0) = \text{Exp}\left[\frac{-A_{LN}'(0)}{\alpha A_{LN}(0)}\right] > 0$. On en déduit une borne minimale pour Φ ,

$$\Phi_{MinExLN} = \frac{1-x(0)}{g^{-1}(0)} = \frac{1}{\beta}.$$

- La condition $\Psi(0) < 1$, qui s'écrit $\Phi < \frac{1-x(0)}{g^{-1}(1)}$, détermine une borne supérieure pour Φ ,

$$\Phi_{MaxLN} = \frac{1}{\beta g^{-1}(1)}, \text{ où } g^{-1}(1) = \text{Exp}\left[\frac{-A_{LN}'(1)}{\alpha A_{LN}(1)}\right].$$

La stabilité de la solution c^* requiert :

$$-\Psi'(c^*) < 1$$

Ce qui s'écrit, sachant que $g'_X = \frac{1}{(g^{-1})'(c)}$, $-\frac{1}{\Phi} x'(c^*) < -(g^{-1})'(c^*)$.

Soit encore, $\frac{x'(c^*)}{\text{Exp}\left[\frac{-A_{LN}'(c^*)}{\alpha A_{LN}(c^*)}\right] \left(\frac{-A_{LN}''(c^*)A_{LN}(c^*) + (A_{LN}'(c^*))^2}{\alpha (A_{LN}'(c^*))^2}\right)} < \Phi$. Relation qui donne une

$$\text{Exp}\left[\frac{-A_{LN}'(c^*)}{\alpha A_{LN}(c^*)}\right] \left(\frac{-A_{LN}''(c^*)A_{LN}(c^*) + (A_{LN}'(c^*))^2}{\alpha (A_{LN}'(c^*))^2}\right)$$

seconde borne supérieure pour le paramètre Φ , $\Phi_{MinStaLN}$.

La borne Φ_{MINPL} est donc $\Phi_{MinLN} = \text{Max}\left\{\frac{1}{\beta}, \Phi_{MinStaLN}\right\}$.

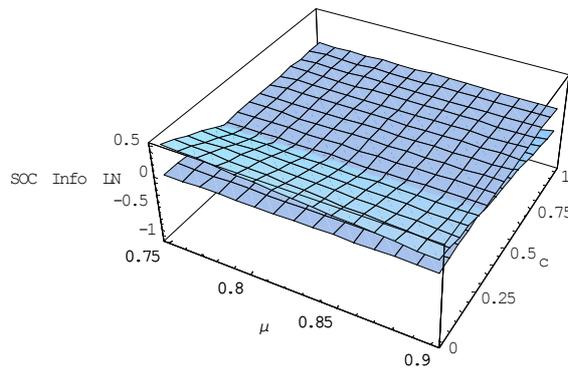
3) Les conditions du second ordre de l'infomédaire s'écrivent :

$$\frac{A''[c]A[c] - (A'[c])^2}{(A[c])^2} < 0$$

Lorsque $f(n)$ est Log Normale et approximée par (0.16), (cf. **Annexe 1**), la condition du second ordre de l'infomédaire peut s'écrire sous forme suivante :

$$\frac{2(1 - \mu) + 6c(\mu - 1) - 2c^2(\mu - 1)^2 + 4c^3(\mu - 1)^2 - 3c^4(\mu - 1)^2}{[1 + c^2(c - 1)(\mu - 1)]^2}$$

Comme le montre la fig. infra. (ici pour $0.75 < \mu < 1$), il existe une valeur critique c_{MinLN} à partir de laquelle cette expression devient négative.



La condition du second ordre n'est donc vérifiée que pour $c > c_{MinLN}$,

Ce qui complète la preuve de la **Proposition 1**.

Annexe 3 Preuve de la Proposition 2

1) Par un raisonnement similaire à celui mené dans l'Annexe 2, on obtient qualitativement les mêmes bornes minimales et maximales pour le paramètre Φ . Leur valeur pouvant différer compte tenu de la spécification différente de la loi de distribution. Il vient,

$$\Phi_{MaxPL} = \frac{1}{\beta g^{-1}(1)} \text{ où, } g^{-1}(1) = \text{Exp} \left[\frac{-A_{PL}'(1)}{\alpha A_{PL}(1)} \right] \text{ et } \Phi_{MINPL} = \text{Max} \left\{ \frac{1}{\beta}, \Phi_{MinStaPL} \right\}$$

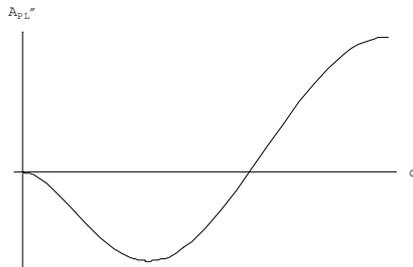
2) Lorsque $f(n)$ est une loi de puissance approximée par (0.17) (cf. Annexe 1), la condition

du second ordre de l'infomédiaire $\frac{A''[c]A[c] - (A'[c])^2}{(A[c])^2} < 0$ se ramène à la condition suivante :

$$\frac{8S(\mu - 1)(c - 2)^2 c^2 (7c^2 - 14c + 6)}{N} < 0$$

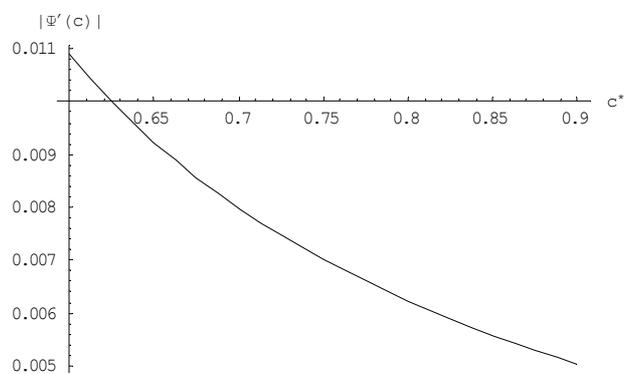
La condition du second ordre est alors vérifiée strictement si $c_0 < c < c_{MaxPL}$,

avec $c_0 \sim 0$ et $c_{MaxPL} = \frac{1}{7}(7 - \sqrt{7})$.

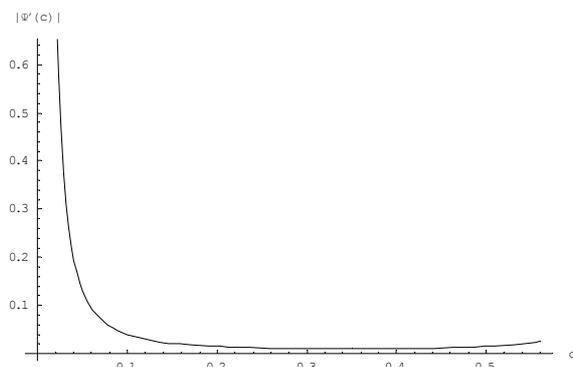


Ce qui complète la preuve de la Proposition 2.

Annexe 4 Stabilité de l'équilibre dans l'exemple



Critère de stabilité en loi normale



Critère de stabilité en loi de puissance

Bibliographie

Adamic R., Huberman B. [1999], "Growth dynamics of the World Wide Web", *Nature*, Septembre.

Alba J. Lynch B. et al. [1997], "Interactive home shopping : consumers, retailers and manufacturers incentives to participate in electronic markets places", *Journal of Marketing*, Vol. 61 Juillet.

Albert R. Barabasi A.L., [2001], "Statistical mechanics of complex networks", *cond-mat/01/06096*,

Bailey J.P. et Bakos Y. [1997], "An exploratory study of the emerging role of electronic intermediaries", *International Journal of Electronic Commerce*, Vol. 1 N° 3, Spring.

Bakos Y. [1997], " Reducing buyer search costs: implications for electronic marketplaces", *Management Science*, Vol.43 n° 12, Décembre.

Brynjolfsson E. et Smith M. [1999], "The Great Equalizer? The role of intermediaries in electronic markets" Workshop on Information Systems and Economics, Charlotte NC.

Brynjolfsson E. et Smith M. [2000], "Fictionless commerce? A comparison of internet and conventional retailers", *Management Science*, Vol. 46 (4), Avril.

Flake GW, S. Lawrence, C.L Giles, F M. Coetzee [2002], "Self-Organization of the Web and Identification of Communities", *IEEE Computer*, Vol. 35(3), 66–71

Gibson D., Kleinberg J.M, Raghavan P.[1998], *Inferring web communities from link topology*, *Proc.9th ACM conference on Hypertext and Hypermedia*.

Gide, Loyrette, Novel, [2001] "Competition assessment of vertical mergers and vertical agreements in the New Economy", Final report - European Union.

Oh W., Lucas H. C j.r et Smith R.H. [2002], "A longitudinal investigation of price dispersion and price adjustment in the electronic computer commodity market", mimeo, Dec.

Kleinberg J M. [1999], "Authoritative Sources in a Hyperlinked Environment", *Journal of the ACM*, 46.

Kleinberg J.M. et Lawrence S. [2001], "The structure of the Web", *Science*, Vol. 294, 30 Novembre.

Kumar R, P. Raghavan, S. Rajagopalan, A. Tomkins : *Trawling the web for emerging cyber-communities*, [1999] , Computer Networks (Amsterdam, Netherlands)

Lesourne J., Orléan A., Walliser B. (eds) [2002] : *Leçons de microéconomie évolutionniste*, Odile Jacob.

Lynch J.G. et Ariely [2000], « Wine on line : search costs affect competition on price, quality and distribution », *Marketing Science*, Vol. 19, (1).

Ngo-Mai S. et Raybaut A [2002], « Communautés de consommateurs, croyances et auto-organisation », *Revue d'Economie Politique*, Vol. 112 (5) Septembre-Octobre.

Orléan A.[2002] , « Les interactions mimétiques », in *Leçons de microéconomie évolutionniste*, chap 5, Lesourne, Orléan, Walliser (eds.), Odile Jacob.

Pennock D., Flake G, Lawrence S., Glover E., Giles C. [2002]: “Winners don’t take all: characterizing the competition form links on the web”, *PNAS*, Vol. 99, n°8, 16, Avril.

Solé R., Alonso, D., McKane A. [2001] “Self-organized instability in complex ecosystems”, *Conmat/09/00*