

Multiplication des labels écologiques : «Guerre des signaux» ou «Collusion verte»

6 mars 2009

Résumé

L'objet de cet article consiste à développer un modèle de concurrence oligopolistique qui permette de saisir les impacts concurrentiels et environnementaux de la multiplication des labels écologiques dans un secteur économique donné. Nous chercherons à étudier si le contenu informationnel de ces labels écologiques coïncide avec les qualités environnementales offertes. Deux situations sont envisagées. La première, est une situation de référence, où l'on suppose que l'information est complète (les consommateurs connaissent les vraies qualités produites par les firmes). La seconde, situation classique, correspond à une situation d'information incomplète où les consommateurs ne connaissent pas les vraies qualités environnementales présentées mais utilisent le signal prix pour approcher la qualité environnementale. Nos résultats sont les suivants. En situation d'information complète l'introduction d'un second label écologique sur un marché améliore les qualités environnementales. En situation d'information incomplète, l'introduction d'un second label écologique conduit à une augmentation des prix pratiqués par les deux firmes et une diminution des qualités environnementales des deux firmes. L'amélioration de l'information relative à la qualité environnementale des produits pour les consommateurs constitue alors un enjeu principal des politiques de l'environnement.

Abstract

The purpose of this article is to develop a vertical differentiation model in order to understand the competition and environmental impacts of the multiplication of ecological labels within a given economic sector. We focus on the studying the informational contents of these ecological labels and if they reflect or not the true offered environmental qualities. Two situations are considered. The first one, is a benchmark case, where we assume that information is complete (the consumers know the true qualities produced by the firms). The second, common situation, corresponds to a situation of incomplete information where the consumers do not know the true environmental qualities presented but use the price signal to approach environmental qualities. Our results are : in the case of complete information the introduction of a second ecological label in a market improves the environmental qualities offered by the two firms. In the case of incomplete information, the introduction of a second label led to an increase in prices practiced by the two firms and a reduction in environmental qualities of both firms. The improvement of information related to the environmental quality of the products for the consumers becomes one of the main stakes of the environmental policies.

Mots clés : Eco-label, compétition, qualité environnementale, information asymétrique.

JEL Classification : C72, L13, Q20.

Nomenclature

$i = H, L$: indice qui désigne la firme qui produit le bien de qualité environnementale élevée (H) ou faible (L).

L_H : label offrant la qualité environnementale élevée.

L_L : label offrant la faible qualité environnementale.

π^i : profit de la firme i .

q^i : qualité du bien i .

p^i : prix du bien i .

$F(q^i)$: coût fixe pour atteindre le label L_i

c_i : coût marginal de production de la qualité du bien i .

θ : paramètre goût pour la qualité.

$U(q^i, p^i; \theta)$: utilité d'un consommateur de type θ .

$\tilde{\theta}$: consommateur indifférent entre qualité environnementale élevée et faible.

D^i : demande pour le bien de type i .

p^{HC} : prix du bien H à l'équilibre de l'information complète.

p^{LC} : prix du bien L à l'équilibre de l'information complète.

D^{LC} : demande du bien L à l'équilibre de l'information complète.

D^{HC} : prix du bien H à l'équilibre de l'information complète.

π^{HC} : profit d'équilibre de l'information complète de la firme H.

π^{LC} : profit d'équilibre de l'information complète de la firme L.

$\mu(p^H, p^L)$: qui représente les croyances a posteriori que la firme jouant la stratégie p^H offre un bien de forte qualité environnementale alors que l'autre qui joue p^L est de faible qualité environnementale.

π^{HI} : profit d'équilibre de l'information incomplète de la firme H.

π^{LI} : profit d'équilibre de l'information incomplète de la firme L.

$\pi^H(p^H, p^L, \mu(p^H, p^L))$: profit de la firme H offrant un produit au prix p^H , la firme concurrente offrant un bien au prix p^L .

$\rho(\mu)$: la qualité que les consommateurs s'attendent à obtenir.

$D^I(p, p)$: demande dans le cas où les prix ne donnent aucune information sur la qualité.

1 Introduction

Les labels écologiques se définissent comme des marques volontaires attribuées à des produits en raison de leur moindre nocivité envers l'environnement que d'autres produits appartenant à la même catégorie (UNCTAD, 1994). La labellisation écologique constitue une solution aux problèmes environnementaux fondée sur le jeu du marché. En ce sens, la conférence internationale de Rio en 1992 a recommandé l'usage de tels instruments qui sont aujourd'hui inscrits à l'arsenal des outils de lutte contre la pollution. Deux raisons justifient ce choix. La première suppose que les labels écologiques agissent à la fois sur les comportements des producteurs et des consommateurs. L'action sur les consommateurs consiste à les sensibiliser aux problèmes environnementaux mais également à contribuer activement à leur gestion à travers leur comportement d'achat. L'action sur les producteurs consiste à les inciter et à renforcer leurs pratiques en matière d'innovation environnementale afin d'adopter des technologies plus propres. La seconde raison suppose que les labels écologiques constituent un moyen efficace pour réduire les pollutions multiples.

De nos jours, il existe une large variété de labels écologiques : nationaux, transnationaux, développés par un groupe de firmes, développés par des associations de consommateurs, Selon la classification de l'OMC, trois types de labels écologiques (type I, type II et type III) peuvent être distingués.

La mise en place des labels écologiques officiels ou de type I nécessite au moins trois phases (Ben Youssef & Lahmandi-Ayed, 2008 ; Nadaï, 1998) : la première est consacrée à la définition du cadre général du label, la seconde phase est consacrée à la négociation des critères de labellisation et enfin la dernière phase est celle de la labellisation proprement dite. De nombreux acteurs économiques et sociaux sont associés à la démarche : les producteurs, les distributeurs, les importateurs, les consommateurs, les associations écologiques et les syndicats. . .

Cependant si, les intérêts des firmes en présence n'ont pas été pris en compte au moment de la définition et de la mise en place des labels écologiques, on peut assister alors à des stratégies de rétorsion engagées par une ou plusieurs firmes lésées. En effet, ces firmes peuvent décider de développer des labels alternatifs (type II ou III) limitant ainsi l'impact informationnel du label officiel. Elles vont donc multiplier les signaux environnementaux de sorte que leur portée "informative" auprès des consommateurs se trouve diminuée. Nous qualifierons cette situation de situation de guerre des signaux. A titre d'exemple on trouve en Allemagne cinq labels écologiques différents pour un service assez homogène qu'est la fourniture de l'électricité : L'ange bleu Allemand, la petite fleur européenne, TÜV, OK-power, GSL. Ceci conduit à s'interroger sur les différences réelles des qualités environnementales entre ces cinq ecolabels.

Face à cette multitude de labels et donc de signaux écologiques, le consommateur ne pourrait plus prendre en compte de manière parfaite l'information écologique au moment de l'achat. Il ne pourrait plus identifier aisément le label de meilleure qualité environnementale. Dans une telle situation, les consommateurs pourront alors utiliser les prix afin d'inférer le niveau de la qualité environnementale. On se trouve alors dans une situation caractérisée par une information incomplète sur la qualité environnementale où les firmes signalent leurs qualités par les prix pratiqués. Notre objectif consiste donc à étudier, dans cette situation, si le contenu informationnel de ces labels écologiques coïncide avec les qualités réellement offertes.

L'existence de tels éco-labels influence le comportement des firmes. Celles-ci peuvent utiliser ces

labels écologiques de manière stratégique. Par exemple, si l'adoption du label écologique ne conduit pas à une amélioration de leur profit, les firmes pourront recourir à d'autres types de labels écologiques. En effet, la coexistence de plusieurs labels sur un même marché amène à une situation de confusion où la crédibilité de ces labels pourrait être remise en question.

D'un point de vue théorique, l'ensemble des travaux relatifs à la labellisation peuvent être regroupés en trois grandes familles. Un premier groupe d'auteurs a étudié l'effet général d'un label écologique sur l'environnement et a comparé les implications environnementales et de bien être des différents types de labels (Bougherara, et al., 2005 et Heyes et Maxwell, 2004). Un second groupe de travaux théoriques s'est penché sur les interactions stratégiques relatives à la mise en place d'un label écologique. Ces auteurs ont étudié l'effet du développement d'un label sur la concurrence entre les firmes (Amacher, Koskela, et Ollikainen, 2004 ; Dosi et Moretto, 1998 ; Nadaï (1997,1998) ; Ben Youssef et Lahmandi-Ayed, 2008). Un troisième groupe de travaux s'est attaché à définir le contenu informationnel des ecolabels. Il s'agit d'examiner si la qualité des messages véhiculés par le label est satisfaisante et sous quelles conditions un label peut atteindre les objectifs qui lui sont assignés. En effet, même après avoir consommé un bien labellisé, le consommateur ne peut pas connaître la qualité environnementale réelle du produit (Ibanez et Stenger, 2000 ; Rege, 1999 ; OCDE, 1997 ; Mattoo et Singh, 1994 ; Arora et Gangadharan, 2002 ; Abderrazak et Ben Youssef, 2007).

L'ensemble de cette littérature n'a pas abordé la situation relative à la rétorsion par une firme en développant un label alternatif et donc la présence de nombreux labels. L'objet de cet article consiste à répondre à ce cas de figure spécifique et à développer un modèle de concurrence oligopolistique qui permette de saisir les impacts concurrentiels et environnementaux de la multiplication des labels écologiques dans un secteur économique donné. L'intérêt de notre démarche est double : il s'agit d'une part de contribuer au débat portant sur les politiques environnementales optimales dans un contexte marqué par l'échec relatif de la réglementation environnementale (politique de première génération) et de la difficulté de mise en œuvre des instruments de marché (politiques de seconde génération). Il s'agit d'autre part, d'un point de vue théorique, de modéliser les situations d'échec de la labellisation écologique alors même que la littérature a davantage porté sur les situations montrant leur efficacité.

Pour se faire, nous exposerons dans la première partie notre modèle général. Dans la seconde partie, nous développerons le cas de figure d'information complète (les consommateurs sont capables de connaître les qualités environnementales avec certitude) qui servira de situation de référence. Dans une troisième partie, nous détaillerons le cas de l'information incomplète. Cette partie sera également consacrée à la comparaison entre le deux cas (information complète vs information incomplète) ce qui nous permettra d'établir des conclusions sur le niveau général de la qualité environnementale obtenue dans une telle situation.

2 Le modèle général

Nous présentons dans cette section les principales hypothèses d'un modèle de différenciation verticale des produits où la qualité environnementale constitue l'élément discriminant. Nous commençons par analyser le comportement des firmes puis nous énumérerons les principales hypothèses relatives au comportement des consommateurs.

2.1 Du côté des firmes

Nous supposons ici qu'il existe deux labels écologiques différents. Chaque firme a le choix entre adhérer ou non au programme de labellisation officiel. En même temps, chaque firme peut décider ou non de développer un label propre (alternatif).

On considère donc une industrie composée de deux firmes H et L adoptant respectivement des éco-labels L_H et L_L de types différents. La firme H offre le bien labellisé (L_H) de qualité environnementale élevée q^H au prix p^H . La firme L propose le bien labellisé (L_L) de faible qualité environnementale q^L au prix p^L . On suppose que le label L_H représente le label officiel et que le label L_L représente le label de type II c'est à dire développé par un groupe de firmes. Pour résumer, nous avons $q^H > q^L$ et $q^i \in [0, +\infty]$ où $i = H, L$.

Nous supposons que les deux firmes endossent un coût fixe d'investissement $F(q^i)$ où $i = H, L$.

A l'instar de Ronnen (1991), nous supposons que les coûts d'investissement $F(q^i)$ où $i = H, L$ et les coûts d'investissement marginaux $F'(q^i)$ où $i = H, L$ sont croissants quelque soit $q^i \in [0, +\infty]$ et $i = H, L$. Nous supposons également que $F'''(q^i) \geq 0$ où $i = H, L$. Cette hypothèse est nécessaire pour l'existence et l'unicité de l'équilibre.

En résumé, nous avons :

$$F'(q^i) > 0 \text{ et } \lim_{q \rightarrow +\infty} F'(q^i) = +\infty, F'''(q^i) \geq 0 \forall i = H, L.$$

Nous supposons pour le reste de nos développements que la firme H a un coût fixe d'investissement $F(q^H) = aq^{H^2}$ où $a > 0$ pour accéder au label L_H , et que la firme L endosse un coût fixe d'investissement $F(q^L) = \gamma a q^{L^2}$ où $\gamma > 0$ pour accéder au label L_L . Ces formes particulières de fonctions de coûts d'investissement suivent les conditions d'existence et d'unicité développées par Ronnen (1991).

Le paramètre a permet de montrer que les investissements en qualité environnementale sont proportionnels à la qualité produite. γ est un paramètre permettant d'étudier l'efficacité de la firme L en terme d'investissements en qualité environnementale. Si $\gamma \leq 1$ cela implique que la firme de faible qualité environnementale est efficace en investissement. En revanche, si $\gamma > 1$ alors cela implique que la firme de faible qualité environnementale investit faiblement en qualité. Dans ce qui suit, nous supposons que la firme L est investit faiblement en qualité, nous avons donc $\gamma > 1$.

Pour mettre l'accent sur les décisions d'investissement en qualité, nous supposons que le coût marginal de production de la qualité est constant, nous le normaliserons à 0, c'est à dire, $c_H = c_L = 0$. Ceci n'a pas d'incidence sur les résultats.

2.2 Du côté des consommateurs

Dans nos prochains développements, nous utiliserons un modèle de différenciation verticale à la Mussa et Rosen (1978). Les consommateurs sont identifiés par un paramètre de goût pour la qualité θ qui est uniformément distribué sur l'intervalle $[0, 1]$. Chaque consommateur achète au plus une unité du bien $i=H,L$ et obtient une utilité θq^i pour la consommation du bien de qualité q^i . Les consommateurs paient p^i pour une qualité q^i .

La fonction d'utilité d'un consommateur de type θ pour la consommation d'une unité du bien de qualité q^i est donc donnée par : $U(q^i, p^i; \theta) = \theta q^i - p^i$ où $i = H, L$.

Soit $\tilde{\theta}$ le paramètre décrivant les consommateurs indifférents entre la qualité environnementale

élevée et faible¹.

Les consommateurs tels que $\theta \in \left[\frac{p^L}{q^L}, \tilde{\theta}\right]$ achètent le bien de qualité q^L . Les consommateurs tels que $\theta \in \left[\tilde{\theta}, 1\right]$ achètent le bien de qualité q^H . Les consommateurs tels que $\theta \in \left[0, \frac{p^L}{q^L}\right]$ n'achètent pas le bien ou service considéré. Les demandes de la faible qualité environnementale et de la qualité environnementale élevée sont donc données par :

$$D^L(p^L, p^H, q^L, q^H) = \tilde{\theta} - \frac{p^L}{q^L} = \frac{p^H - p^L}{q^H - q^L} - \frac{p^L}{q^L} \quad (2.1)$$

$$D^H(p^H, p^L, q^H, q^L) = 1 - \tilde{\theta} = 1 - \frac{p^H - p^L}{q^H - q^L} \quad (2.2)$$

Pour le reste de nos développements, nous commencerons par détailler le cas où l'information est complète avant de nous intéresser au cas de l'information incomplète. Dans le reste de l'article, nous emploierons indifféremment les termes information asymétrique et incomplète.

3 Multiplicité des labels dans le cadre de l'information complète

Dans cette section, nous allons développer un modèle où les consommateurs connaissent avec certitude les qualités q^L et q^H . Le jeu est le suivant : dans une première étape, les deux firmes utilisent les deux labels L_H et L_L , et se concurrencent en qualité environnementale. La deuxième étape concerne la concurrence en prix entre les deux firmes. Dans une troisième étape, les consommateurs font le choix entre les deux biens. Le but de cette section consiste à connaître l'impact réel de la présence de deux labels écologiques différents sur les qualités environnementales offertes et ce lorsque les consommateurs ont une connaissance parfaite de la qualité. L'étude du cas de l'information complète est nécessaire ici car il représentera une situation de référence lors de l'analyse du cas de l'information asymétrique.

3.1 Choix des prix : les prix d'équilibre

Les fonctions de profits de H et L sont donnés respectivement par (3.1) et (3.2) :

$$\pi^H(p^H, p^L, q^H, q^L) = p^H D^H(p^H, p^L, q^H, q^L) - aq^{H^2} \quad (3.1)$$

$$\pi^L(p^L, p^H, q^L, q^H) = p^L D^L(p^L, p^H, q^L, q^H) - \gamma aq^{L^2} \quad (3.2)$$

En résolvant la deuxième étape du jeu dans laquelle les firmes choisissent leur prix, on obtient les prix d'équilibre² de H et de L donnés par les expressions (3.3) et (3.4) :

$$p^{HC} = \frac{2q^H(q^H - q^L)}{4q^H - q^L} \quad (3.3)$$

$$p^{LC} = \frac{q^L(q^H - q^L)}{4q^H - q^L} \quad (3.4)$$

¹Ceci nous donne $\tilde{\theta} = \frac{p^H - p^L}{q^H - q^L}$.

²Les démonstrations sont données dans l'annexe A1.

D'après les résultats (3.3) et (3.4), nous obtenons les inégalités suivantes $p^{HC} > p^{LC}$ et $p^{LC} = \frac{1}{2} \frac{q^L}{q^H} p^{HC}$. Ainsi, la firme de faible qualité environnementale impose un prix inférieur à la moitié du prix proposé par H. Il convient de remarquer que plus q^L tend vers q^H et plus le modèle tend vers un modèle standard de Bertrand où les prix sont égaux aux coûts marginaux normalisés ici à zéro.

Les quantités demandées à l'équilibre de l'information complète sont données par les équations (3.5) et (3.6) :

$$D^{HC} = \frac{2q^H}{4q^H - q^L} \quad (3.5)$$

$$D^{LC} = \frac{q^H}{4q^H - q^L} \quad (3.6)$$

La quantité vendue par la firme de faible qualité environnementale est égale à la moitié de la quantité vendue par la firme de qualité environnementale élevée³. Finalement, les profits d'équilibre deviennent :

$$\pi^{HC}(q^H, q^L) = \frac{4q^{H^2}(q^H - q^L)}{(4q^H - q^L)^2} - aq^{H^2} \quad (3.7)$$

$$\pi^{LC}(q^L, q^H) = \frac{q^L q^H (q^H - q^L)}{(4q^H - q^L)^2} - \gamma a q^{L^2} \quad (3.8)$$

Soient $R^{HC} = \frac{4q^{H^2}(q^H - q^L)}{(4q^H - q^L)^2}$ et $R^{LC} = \frac{q^L q^H (q^H - q^L)}{(4q^H - q^L)^2}$, les revenus des firmes de qualité environnementale élevée et de faible qualité environnementale respectivement.

$$\text{Nous avons } \frac{\partial R^{HC}}{\partial q^L} = -4 \frac{q^{H^2}(4q^H - q^L)(2q^H - q^L)}{(4q^H - q^L)^4} < 0 \quad (3.9)$$

et

$$\frac{\partial R^{LC}}{\partial q^H} = \frac{q^L(4q^H - q^L)(6q^H - 2q^L + 8q^{H^3} + 8q^{H^2}q^{L^2})}{(4q^H - q^L)^4} > 0 \quad (3.10)$$

Les inégalités (3.9) et (3.10) impliquent qu'une augmentation de la qualité environnementale q^H et une diminution de la qualité environnementale q^L augmentent les revenus de L et de H. Ainsi, plus les produits sont différenciés en terme de qualité environnementale, et plus la concurrence en prix est moins intense. Cette situation profite aux deux firmes qui augmenteront leurs revenus. On peut retenir à ce stade qu'en dépit de la présence des deux labels sur le marché, les firmes doivent différencier au maximum leurs qualités environnementales afin d'augmenter leurs profits et d'adoucir la concurrence en prix. Finalement, nous pouvons conclure à ce niveau que le label écologique de faible qualité environnementale constitue un simple instrument de marketing.

Examinons à présent la détermination des niveaux de qualités environnementales d'équilibre.

3.2 Existence et unicité de l'équilibre en qualité environnementale

Plaçons nous dans la première étape du jeu dans laquelle les deux firmes se concurrencent de manière simultanée en qualité environnementale.

³Ceci s'explique par les structures particulières des fonctions de coût et de demande.

Les profits des firmes H et L sont respectivement :

$$\pi^{HC}(q^H, q^L) = \frac{4q^{H^2}(q^H - q^L)}{(4q^H - q^L)^2} - aq^{H^2} \quad (3.7)$$

$$\pi^{LC}(q^L, q^H) = \frac{q^L q^H (q^H - q^L)}{(4q^H - q^L)^2} - \gamma a q^{L^2} \quad (3.8)$$

Ce qui est équivalent à :

$$\pi^{HC}(q^H, q^L) = R^{HC} - aq^{H^2} \quad (3.11)$$

$$\pi^{LC}(q^L, q^H) = R^{LC} - \gamma a q^{L^2} \quad (3.12)$$

L'équilibre de Nash en qualités environnementales doit satisfaire les conditions de premier ordre suivantes :

$$\frac{\partial \pi^{HC}}{\partial q^H} = \frac{\partial R^{HC}}{\partial q^H} - 2aq^H = 0 \quad (3.13)$$

$$\frac{\partial \pi^{LC}}{\partial q^L} = \frac{\partial R^{LC}}{\partial q^L} - 2\gamma a q^L = 0 \quad (3.14)$$

Les conditions de concavité et de stabilité sont vérifiées⁴. Les revenus marginaux $\frac{\partial R^{HC}}{\partial q^H}$ et $\frac{\partial R^{LC}}{\partial q^L}$ sont positifs⁵. Nus nous posons la question de l'existence de l'équilibre unique en qualité environnementale.

Les pentes des fonctions de réaction sont données par :

$$\frac{\partial q^H}{\partial q^L} = - \frac{\frac{\partial^2 R^{HC}}{\partial q^H \partial q^L}}{\frac{\partial^2 \pi^{HC}}{\partial q^{H^2}}} > 0$$

$$\frac{\partial q^L}{\partial q^H} = - \frac{\frac{\partial^2 R^{LC}}{\partial q^L \partial q^H}}{\frac{\partial^2 \pi^{LC}}{\partial q^{L^2}}} > 0$$

Les fonctions de réactions admettent ainsi des pentes positives. Ceci implique que les produits sont des compléments stratégiques dans l'espace des qualités environnementales. En effet, puisqu'une augmentation de q^L diminue la différence $q^H - q^L$ et donc intensifie la concurrence en prix, la firme H aura aussi tendance à augmenter sa qualité environnementale afin d'atténuer la concurrence en prix. Les conditions de concavité et de stabilité assurent que la firme de faible qualité environnementale a une fonction de réaction de pente plus élevée que celle de la firme de qualité environnementale élevée. Ainsi, les deux fonctions de réaction se croisent en un point d'équilibre unique.

Partant du constat que les firmes sont en situation d'information parfaite, elles investiront réellement en qualité environnementale. Ainsi, étant donné que $\gamma > 1$, plus la firme de faible qualité environnementale investit (c'est à dire plus elle sera efficace : $\gamma \rightarrow 1$), et plus la qualité environnementale q^L sera élevée. Par conséquent, la firme H sera incitée à augmenter sa qualité environnementale afin d'atténuer la concurrence en prix. Finalement, on peut résumer l'ensemble des résultats de cette section dans la proposition suivante.

⁴Les démonstrations sont données dans l'annexe A2.

⁵La démonstration est dans l'annexe A2.

PROPOSITION 1 : En situation de l'information complète (les consommateurs sont capables de connaître les qualités environnementales avec certitude), la présence d'un deuxième label sur le marché augmente la qualité environnementale des deux firmes ; ce qui implique une amélioration globale de la qualité environnementale.

Après avoir caractérisé l'équilibre dans le cadre de l'information complète, plaçons nous dans le cadre de l'information incomplète dans lequel les consommateurs savent qu'il existe deux biens labellisés sur le marché mais ne savent pas quelle firme produit la qualité environnementale élevée et quelle firme produit la faible qualité environnementale.

4 Multiplication des labels écologiques dans le cadre de l'information incomplète

4.1 Définition du cadre général : modèle et hypothèses

L'existence de deux ou de plusieurs labels écologiques différents sur le marché, conduit à une situation de confusion pour les consommateurs. Ces derniers ne sont plus aptes de savoir si tous ces labels sont réellement la preuve d'une qualité environnementale élevée. Les producteurs eux prétendent tous offrir une qualité environnementale élevée par l'intermédiaire de leur propre label. Les consommateurs sont donc incertains face à la véracité des ces labels et ne savent plus quel label écologique améliore réellement la qualité environnementale.

En effet, les consommateurs peuvent faire des confusions ou ne pas prendre en compte le label. Ils savent par hypothèse qu'il y en a un de meilleure qualité environnementale que l'autre. Ainsi, dans le cas de l'information asymétrique, la présence d'un label n'implique pas pour eux forcément une qualité environnementale élevée. Intuitivement, on pense que dans un cas pareil, le consommateur va observer les prix pour inférer les niveaux de qualité environnementale. Les consommateurs observent le prix p^L de la firme L qui offre un label L_L , et le prix p^H de la firme H qui offre le label L_H . Dans un tel cas, les consommateurs ont des croyances a priori diffuses sur l'identité de la firme qui offre la meilleure qualité environnementale. Ils vont utiliser le vecteur des stratégies observables (p^H, p^L) pour mettre à jour leur croyance. On suppose qu'a priori pour les consommateurs il y a 50% de chance que la firme L offre la qualité environnementale élevée et 50% de chance que la firme H offre également la qualité environnementale élevée. De nombreux auteurs ont étudié ce type de problème, c'est à dire, signaler la qualité par les prix. On peut citer à titre d'exemple Fluet et Garella (2001) qui ont utilisé la publicité et les prix comme signaux de qualité. Ces auteurs ont montré que lorsque la différence des prix est faible, la publicité est nécessaire pour signaler la qualité. Daughety et Reinganum (2005) ont caractérisé un équilibre de séparation symétrique dans lequel le prix de chaque firme révèle sa qualité. Nous proposons de recourir à une démarche similaire pour le cas des biens labellisés afin de caractériser l'équilibre qui pourrait émerger.

Soit $\pi^H(p^H, p^L, \mu(p^H, p^L))$ la fonction de profit de la firme H offrant un produit au prix p^H , lorsque la firme concurrente offre un bien au prix p^L . Ce profit dépend du terme $\mu(p^H, p^L)$ qui représente les

croyances a posteriori que la firme jouant la stratégie p^H offre un bien de qualité environnementale élevée alors que l'autre firme joue p^L et propose un produit de faible qualité environnementale.

Les consommateurs savent qu'il y a une firme de chaque type :

$$\mu(p^H, p^L) = 1 - \mu(p^L, p^H).$$

Les consommateurs observent les prix (p^H, p^L) et mettent à jour leurs croyances.

Partant du constat que pour les consommateurs il y a 50% de chance que la firme L offre la qualité environnementale élevée et 50% de chance que la firme H offre également la qualité environnementale élevée, nous pouvons supposé que $\mu^0 = \frac{1}{2}$ où μ^0 représente les croyances a priori. Puisque les firmes sont symétriques par rapport aux consommateurs, c'est à dire qu'aucune firme n'a un avantage de réputation sur l'autre, on a $\mu(p^i, p^i) = \frac{1}{2}$ $i = L, H$. Cette hypothèse implique que si les deux firmes offrent le même prix, alors les croyances des consommateurs a posteriori sont toujours confuses. Finalement, si $\mu(p^H, p^L) = 1$, alors les consommateurs sont sûrs que la firme qui joue p^H offre le bien de qualité environnementale élevée. Si $\mu(p^H, p^L) = \frac{1}{2}$ alors pour les consommateurs il y a 50% de chance que la firme de prix p^H offre la qualité environnementale élevée et 50% de chance que la firme de prix p^L offre également la qualité environnementale élevée. Enfin, si $\mu(p^H, p^L) = 0$; alors les consommateurs sont sûrs que la firme qui joue p^H est de faible qualité environnementale.

Soit $\rho(\mu)$ la qualité que les consommateurs s'attendent à obtenir . Cette qualité dépend des croyanes des consommateurs. Nous avons ainsi :

$$\rho(\mu) = \mu q^H + (1 - \mu)q^L$$

$$\text{Par conséquent } \rho^0 = \frac{q^H + q^L}{2}.$$

ρ^0 représente la qualité que les consommateurs s'attendent à obtenir lorsque le couple de prix proposé ne donne aucune information sur la qualité environnementale offerte. Ainsi, lorsque les consommateurs font face à une information asymétrique, c'est à dire, si le couple de prix proposé ne donne aucune information sur la qualité environnementale offerte, la demande⁶ sera la même pour les deux firmes et égale à :

$$D^I(p, p) = \frac{1}{2}(1 - \frac{p}{\rho^0}) = \frac{1}{2}(1 - \frac{2p}{q^H + q^L}) \quad (4.1)$$

Le jeu relatif à cette section est le suivant : dans une première étape, les deux firmes accèdent simultanément avec les deux labels L_H et L_L , et se concurrencent en qualité environnementale. La deuxième étape est attribuée à une concurrence en prix entre les deux firmes. Dans une troisième étape les consommateurs observent les prix proposés, mettent à jour leurs croyances et décident d'acheter ou de ne pas acheter.

Nous chercherons dans la suite de nos développement à comprendre si l'information qui circule par l'intermédiaire des labels écologiques coïncide avec les qualités environnementales réelles des deux biens. Par ailleurs, nous tenterons de mieux cerner les caractéristiques du niveau global de la qualité environnementale. Ainsi, nous commencerons par définir un équilibre de séparation. Dans un deuxième temps, nous caractériserons l'équilibre de séparation en prix adapté à notre problématique. Finalement, nous déterminerons les différentes qualités environnementales offertes. Nous comparerons ces qualités environnementales avec les qualités environnementales obtenues en situation de l'information complète.

⁶La démonstration est dans l'annexe B1.

4.2 Equilibre séquentiel et incitation des firmes

4.2.1 Définition d'un équilibre séquentiel

Définition : Un équilibre séquentiel est une paire de stratégies (\hat{p}^L, \hat{p}^H) et un système de croyances $\mu(p^L, p^H)$ tels que :

- (1) \hat{p}^L maximise π^L
- (2) \hat{p}^H maximise π^H
- (3) Si $\hat{p}^L \neq \hat{p}^H$ alors $\mu(\hat{p}^L, \hat{p}^H) = 0$ et $\mu(\hat{p}^H, \hat{p}^L) = 1$
- (4) Si $\hat{p}^L = \hat{p}^H$ alors $\mu(\hat{p}^L, \hat{p}^H) = \mu(\hat{p}^H, \hat{p}^L) = \frac{1}{2}$
- (5) Si $(p^L; p^H) \neq (\hat{p}^L, \hat{p}^H)$ alors $\mu(p^L, p^H) + \mu(p^H, p^L) = 1$ et si $p^L = p^H$ alors $\mu(p^L, p^H) = \frac{1}{2}$

(1) et (2) impliquent que chaque firme choisit un prix qui maximise son profit.
(3) implique que si les deux firmes choisissent des stratégies différentes, les consommateurs vont connaître avec certitude la firme qui offre la qualité environnementale élevée et la firme qui offre la faible qualité environnementale.

(4) implique que si les firmes choisissent des prix différents des prix d'équilibre alors les consommateurs ne sauront plus laquelle propose une qualité environnementale faible ou élevée.

4.2.2 Incitations des firmes

Supposons que les stratégies des firmes soient de vendre leurs produits aux prix de l'information complète p^{HC}, p^{LC} leurs profits respectifs seront donc π^{HC}, π^{LC} . Supposons par ailleurs que la firme de faible qualité environnementale imite la stratégie de H et impose donc un prix p^{HC} au lieu de p^{LC} .

On aura donc $\pi^{LI}(p^{HC}, p^{HC}, \mu^0) = p^{HC} D^I - \gamma a q L^2$

En remplaçant D^I par sa valeur définie dans (4.1), et p^{HC} par sa valeur définie dans (3.3), on obtient :

$$\pi^{LI}(p^{HC}, p^{HC}, \mu^0) = \frac{q^H(q^H - q^L)}{4q^H - q^L} \left(1 - 4 \frac{q^H(q^H - q^L)}{(4q^H - q^L)(q^H + q^L)}\right) - \gamma a q L^2 \quad (4.2)$$

PROPOSITION 2 : Dans le cas de l'information incomplète, la firme de faible qualité environnementale est toujours incitée à imiter la stratégie de la firme de qualité environnementale élevée et ce quelque soit γ ⁷.

Cette proposition implique que dans le cas de l'information incomplète, si la firme de faible qualité environnementale choisit le prix de H c'est à dire p^{HC} alors son profit sera supérieur à celui de l'information complète. Cette firme sera toujours incitée à choisir p^{HC} pour augmenter son profit.

Supposons à présent que la firme de qualité environnementale élevée imite la stratégie de L et impose donc un prix p^{LC} au lieu de p^{HC} .

On aura alors $\pi^{HI}(p^{LC}, p^{LC}, \mu^0) = p^{LC} D^I - a q H^2$

⁷La démonstration est dans l'annexe B2.

En remplaçant D^I par sa valeur définie dans (4.1), et p^{LC} par sa valeur définie dans (3.4), on obtient :

$$\pi^{HI}(p^{LC}, p^{LC}, \mu^0) = \frac{1}{2} \frac{q^L(q^H - q^L)}{4q^H - q^L} \left(1 - \frac{2q^L(q^H - q^L)}{(4q^H - q^L)(q^H + q^L)}\right) - aq^{H^2} \quad (4.3)$$

PROPOSITION 3 : Sous les conditions de l'information incomplète, la firme de qualité environnementale élevée ne sera jamais incitée à imiter la stratégie de la firme de faible qualité environnementale.⁸

Cette proposition implique que dans le cas de l'information incomplète, si la firme de qualité environnementale élevée choisit le prix de L c'est à dire p^{LC} alors son profit sera inférieur à celui de l'information complète. Cette firme ne sera jamais incitée à choisir p^{LC} sinon son profit diminuera.

4.3 Caractérisation d'un équilibre de séparation

Dans un équilibre de séparation les deux firmes vont choisir des prix différents $\hat{p}^L \neq \hat{p}^H$ où $\hat{p}^L < \hat{p}^H$. C'est un équilibre dans lequel les consommateurs infèrent le niveau de qualité correctement : $\mu(\hat{p}^L, \hat{p}^H) = 0$ et $\mu(\hat{p}^H, \hat{p}^L) = 1$.

4.3.1 Définition d'un équilibre de séparation

Dans cette section nous présentons les différents points qui constituent un équilibre de séparation.

(\hat{p}^L, \hat{p}^H) où $\hat{p}^L < \hat{p}^H$ forme un équilibre de séparation si :

(1) \hat{p}^L maximise $\pi^L(p^L, \hat{p}^H, 0)$

(2) $\pi^L(\hat{p}^L, \hat{p}^H, 0) \succeq \pi^L(\hat{p}^H, \hat{p}^H, \frac{1}{2})$

(3) $\pi^H(\hat{p}^H, \hat{p}^L, 0) \succeq \pi^H(\hat{p}^L, \hat{p}^L, \frac{1}{2})$

(1) implique que L va choisir son prix afin de maximiser son profit. (2) implique que si L choisit \hat{p}^L son profit sera supérieur à son profit si elle imite H et choisit \hat{p}^H .

(3) implique que H préfère \hat{p}^H plutôt que d'imiter L et choisir \hat{p}^L . Les deux derniers points c'est à dire (2) et (3) sont les contraintes d'incitation.

Ainsi si on reprend les propositions 2 et 3, on déduit que la paire de stratégies (p^{LC}, p^{HC}) ne peut jamais être un équilibre de séparation.

Nous allons maintenant déterminer les différents prix possibles en utilisant l'équilibre de séparation. Notons, que cette méthodologie est utilisée pour calculer et caractériser des équilibres lorsque nous sommes dans le cas de l'information incomplète (Fluet , Garella ; (2001) ; Daughety, Reinganum (2005)).

⁸La démonstration est dans l'annexe B3.

4.3.2 Caractérisation de l'équilibre de séparation

PROPOSITION 4 : Si (\hat{p}^L, \hat{p}^H) est un équilibre de séparation alors il vérifie les contraintes suivantes⁹ :

$$(a) \hat{p}^L = \frac{1}{2} \frac{q^L}{q^H} \hat{p}^H \quad (4.4)$$

$$(b) \frac{2q^H (q^H - q^L) (q^H + q^L)}{(q^H + q^L) q^L + 4q^H (q^H - q^L)} < \hat{p}^H < \frac{q^{H^2} (4q^H - q^L) (q^H + q^L) (q^H - q^L)}{2q^H (2q^H - q^L) (q^H + q^L) - q^{L^2} (q^H - q^L)} \quad (4.5)$$

D'après (4.4) et (4.5) nous remarquons qu'étant donné un \hat{p}^H de (4.5) ; il existe un et un seul \hat{p}^L . D'après (4.5), il existe un intervalle dans lequel \hat{p}^H peut prendre ses valeurs.

Finalement, \hat{p}^H doit satisfaire : $\frac{2q^H (q^H - q^L) (q^H + q^L)}{(q^H + q^L) q^L + 4q^H (q^H - q^L)} < \hat{p}^H$.

Posons $\hat{p}_{\text{inf}}^H = \frac{2q^H (q^H - q^L) (q^H + q^L)}{(q^H + q^L) q^L + 4q^H (q^H - q^L)}$ la borne inférieure de l'intervalle d'existence de \hat{p}^H .

Rappelons que $p^{HC} = \frac{2q^H (q^H - q^L)}{4q^H - q^L}$.

Calculons $\hat{p}_{\text{inf}}^H - p^{HC}$:

On a :

$$\hat{p}_{\text{inf}}^H - p^{HC} = \frac{2q^H (q^H - q^L) (q^H + q^L) (4q^H - q^L) - 2q^H (q^H - q^L) ((q^H + q^L) q^L + 4q^H (q^H - q^L))}{((q^H + q^L) q^L + 4q^H (q^H - q^L)) (4q^H - q^L)}$$

Après calcul et simplification, on obtient :

$$\hat{p}_{\text{inf}}^H - p^{HC} = \frac{q^L (4q^H - q^L)}{((q^H + q^L) q^L + 4q^H (q^H - q^L)) (4q^H - q^L)} > 0 \quad (4.6)$$

Ce résultat nous a amené à formuler la proposition suivante.

PROPOSITION 5 : quelque soit \hat{p}^H dans l'intervalle

$\left[\hat{p}_{\text{inf}}^H = \frac{2q^H (q^H - q^L) (q^H + q^L)}{(q^H + q^L) q^L + 4q^H (q^H - q^L)}, \frac{q^{H^2} (4q^H - q^L) (q^H + q^L) (q^H - q^L)}{2q^H (2q^H - q^L) (q^H + q^L) - q^{L^2} (q^H - q^L)} = \hat{p}_{\text{sup}}^H \right]$, on aura toujours $\hat{p}^H > p^{HC}$.

D'autre part, étant donné que $\hat{p}^L = \frac{1}{2} \frac{q^L}{q^H} \hat{p}^H$ et que $\hat{p}^H > p^{HC}$, nous avons $\hat{p}^L > p^{LC}$.

Cette proposition implique que quelque soit les prix d'équilibre de séparation ; ces prix seront toujours supérieurs au prix d'équilibre de l'information complète. Ce résultat est intéressant et peut être expliqué par l'intuition suivante. Etant donné que nous sommes dans le cas de l'information incomplète, les deux firmes vont profiter de cette situation pour imposer des prix plus élevés. Ainsi, à des niveaux de qualités environnementales égales, le prix de l'information incomplète sera supérieur au prix de l'information complète. Aux yeux des consommateurs ces prix élevés seront la preuve que

⁹La démonstration est fournie dans l'annexe B4.

le bien labellisé est réellement de qualité environnementale élevée. Ceci pourrait ne pas être le cas comme nous allons le voir.

Nous allons maintenant examiner si un équilibre de séparation défini par la proposition 4 existe et sous quelles conditions. Si l'on reprend l'inégalité (4.5), on peut établir la proposition suivante¹⁰ qui donne les conditions d'existence d'un équilibre de séparation.

PROPOSITION 6 :

(1)– **Si la firme de faible qualité environnementale offre la même qualité que H alors il n'existe pas d'équilibre de séparation.**

(2)– **Soit q'^L la solution de $\hat{p}_{\text{inf}}^H = \hat{p}_{\text{sup}}^H$ alors si $q^L > q'^L$ il n'existe pas d'équilibre de séparation. Si $q^L < q'^L$, alors il existe un équilibre de séparation et on aura $\hat{p}_{\text{inf}}^H < \hat{p}_{\text{sup}}^H$.**

Cette proposition implique que toute déviation de \hat{p}^L est sous optimale et toute déviation de \hat{p}^H est sous optimale. En effet, une déviation telle que $(\tilde{p}^H; \hat{p}^H)$ implique $\mu(\tilde{p}^H; \hat{p}^H) = \frac{1}{2}$ situation où les consommateurs n'ont aucune connaissance précise des deux qualités environnementales proposées. Cette situation est dominée par $\mu(\hat{p}^L; \hat{p}^H) = 0$. Ainsi, la firme de faible qualité n'a aucune incitation à dévier de \hat{p}^L . De même, la firme de qualité environnementale élevée n'a aucune incitation à dévier de sa stratégie \hat{p}^H . Si H dévie telle qu'elle choisit un prix $\tilde{p}^H > \hat{p}^L$ alors elle n'aura plus de demande étant donné que sa rivale admet un prix inférieur. Les consommateurs estimeront qu'elle est de faible qualité. Si $\tilde{p}^H = \hat{p}^L$ alors cette situation est dominée par $\hat{p}^H > \hat{p}^L$ par définition même de l'équilibre de séparation. Si maintenant elle choisit un prix tel que $\tilde{p}^H < \hat{p}^L$ alors on aura $\mu(\tilde{p}^H; \hat{p}^L) = 0$, et on démontre dans l'annexe B.5 que la firme H n'est pas incitée à choisir \tilde{p}^H plutôt que \hat{p}^H .

Nous allons à présent nous intéresser au choix des niveaux de qualité par les firmes c'est à dire à la première étape du jeu dans laquelle les firmes se concurrencent de manière simultanée en qualité. Nous comparerons par la suite ces qualités avec les qualités environnementales de l'information complète.

4.4 Concurrence en qualité et incitations des firmes

Plaçons nous à présent dans la première étape du jeu où les deux firmes se concurrencent de manière simultanée en qualité. Chaque firme détermine son niveau de qualité en prenant la qualité de l'autre firme comme donnée¹¹. Nous allons nous intéresser dans ce paragraphe ; à la comparaison entre la qualité environnementale optimale d'information asymétrique et symétrique respectivement et aux incitations des firmes.

¹⁰La démonstration est donnée dans l'annexe B5.

¹¹Les conditions d'existence, de concavité et de stabilité ont été traitées dans le cas de l'information complète : les étapes et les résultats sont exactement les mêmes.

4.4.1 Comparaison des revenus dans le cas de l'information complète et incomplète

En situation d'information incomplète, les profits des firmes H et L sont respectivement :

$$\pi^H(\hat{p}^H, \hat{p}^L, 1) = \left(1 - \frac{\hat{p}^H (2q^H - q^L)}{2q^H (q^H - q^L)}\right) \hat{p}^H - aq^{H^2} \quad (4.7)$$

$$\pi^L(\hat{p}^L, \hat{p}^H, 0) = \frac{1}{4} \frac{q^L}{q^H (q^H - q^L)} \hat{p}^{H^2} - \gamma aq^{L^2} \quad (4.8)$$

En situation d'information complète, les profits sont donnés par :

$$\pi^{HC}(p^H; q^H, q^L) = \left(1 - \frac{p^H (2q^H - q^L)}{2q^H (q^H - q^L)}\right) p^H - aq^{H^2} \quad (4.9)$$

$$\pi^{LC}(p^H; q^L, q^H) = \frac{1}{4} \frac{q^L}{q^H (q^H - q^L)} p^{HC^2} - \gamma aq^{L^2} \quad (4.10)$$

Les revenus de la firme H en situation d'information incomplète et complète sont respectivement :

$$R^H(\hat{p}^H, \hat{p}^L, 1) = \left(1 - \frac{\hat{p}^H (2q^H - q^L)}{2q^H (q^H - q^L)}\right) \hat{p}^H;$$

$$R^H(p^{HC}; q^H, q^L) = \left(1 - \frac{p^{HC} (2q^H - q^L)}{2q^H (q^H - q^L)}\right) p^{HC}$$

Les revenus de la firme L en situation d'information incomplète et complète respectivement, sont donnés par les expressions suivantes :

$$R^L(\hat{p}^L, \hat{p}^H, 0) = \frac{1}{4} \frac{q^L}{q^H (q^H - q^L)} \hat{p}^{H^2}$$

$$R^L(p^{HC}; q^L, q^H) = \frac{1}{4} \frac{q^L}{q^H (q^H - q^L)} p^{HC^2}$$

PROPOSITION 7 : Nous montrons que ¹² :

- (1) – $R^H(\hat{p}^H, \hat{p}^L, 1) > R^H(p^{HC}; q^H, q^L)$
- (2) – $R^L(\hat{p}^L, \hat{p}^H, 0) > R^L(p^{HC}; q^L, q^H)$

La proposition précédente implique qu'en situation d'information asymétrique, les revenus des firmes L et H sont toujours supérieurs à leurs revenus d'information complète. Cette situation est due d'une part au fait que $\hat{p}^H > p^{HC}$, et d'autre part au fait que l'on est dans le cas de l'information incomplète et que les consommateurs sont incapables d'identifier les qualités.

4.4.2 Choix des qualités et incitations des firmes

PROPOSITION 8 : Soient \hat{q}^L et \hat{q}^H les qualités environnementales que vont choisir L et H en situation d'information asymétrique. Dans le cas de l'information asymétrique les deux firmes sont incitées à choisir un niveau de qualité environnementale inférieur ou égal à leurs qualités environnementales d'information complète. Nous aurons donc $q^{HC} \succeq \hat{q}^H$ et $q^{LC} \succeq \hat{q}^L$.

¹²La démonstration est donnée dans l'annexe B6.

Démonstration : voir annexe B.7.

Ce résultat est fondamental dans notre analyse. En effet, cette proposition implique que le niveau des deux qualités environnementales diminue par rapport au cas de l'information complète. Même si les produits sont labellisés les niveaux de qualités environnementales peuvent être très faibles étant donné que l'on est en présence de plusieurs types de labels et donc dans le cas de l'information asymétrique. Ceci permet d'expliquer que le consommateur ne prenne plus en compte le label pour acheter son bien. D'autre part, cette proposition implique que le niveau global de la qualité environnementale diminue étant donné que les deux qualités diminuent. Finalement, quant au consommateur, celui-ci achètera des produits de plus faibles qualités environnementales à des prix plus élevés pensant que ces produits sont de qualités environnementales élevées. Ainsi, les messages véhiculés par les labels présents sur le marché ne reflètent plus le niveau des qualités réellement offertes.

5 Conclusion

Cet article a consisté à développer un modèle qui permette de comprendre comment la présence de plusieurs labels écologiques sur un même marché affecte non seulement la valeur informationnelle de ces éco-labels, mais aussi les qualités environnementales offertes et ce, lorsque les firmes signalent leurs qualités respectives par les prix.

Ainsi, nous avons supposé qu'il existe deux firmes labellisées et qu'une firme offre la qualité environnementale élevée et l'autre la faible qualité environnementale. Nous avons développé un modèle d'information complète qui nous a servi de référence. Dans ce modèle, nous avons supposé que les consommateurs savent parfaitement qui produit le bien de qualité environnementale élevée et qui propose la faible qualité environnementale. Nous avons ensuite développé un modèle à information incomplète dans lequel nous avons supposé que les consommateurs ne connaissent pas le niveau des qualités environnementales offertes par les deux firmes mais qu'ils savent qu'il y a une des deux firmes qui offre la qualité environnementale élevée et l'autre la faible qualité.

Les résultats que nous avons obtenus sont les suivants.

Dans le cas de l'information complète, la présence d'un second label sur le marché augmente toujours la qualité environnementale des biens offerts par les deux firmes ; ce qui implique une amélioration globale de la qualité environnementale. Nous avons conclu d'une part que le label écologique de faible qualité environnementale est uniquement un instrument de marketing et d'autre part que la meilleure solution pour la firme offrant la qualité environnementale élevée serait de ne pas investir excessivement dans la qualité environnementale.

Dans le cas de l'information incomplète, nous avons démontré que quelque soit les prix d'équilibre de séparation ; ces prix seront toujours supérieurs au prix d'équilibre de l'information complète. Ce résultat est intéressant et peut être expliqué par l'intuition suivante. Dans ce contexte informationnel (information incomplète), les deux firmes vont profiter de ce manque d'information pour imposer des prix plus élevés. C'est-à-dire qu'à des niveaux de qualités égales, le prix de l'information incomplète sera supérieur au prix de l'information complète. Aux yeux des consommateurs ces prix élevés seront la preuve que le bien labellisé est réellement de qualité élevée ce qui n'est pas toujours le cas. De plus

nous avons montré que le niveau des deux qualités diminue par rapport au cas de l'information complète. Donc même si les produits sont labellisés, les niveaux de qualités environnementales peuvent être très faibles. Ainsi, les messages véhiculés par les labels écologiques ne coïncident pas avec les niveaux réels des qualités environnementales offertes par les deux firmes. En effet, les firmes profitent de la situation de l'information incomplète pour diminuer leur niveau de qualité environnemental respectif. Ceci explique bien que dans le futur, le consommateur ne prendra plus en compte le label pour acheter son bien. D'autre part, le niveau global de la qualité environnementale diminue étant donné que les deux qualités diminuent.

L'introduction d'un second label diminue considérablement le niveau global de la qualité environnementale des deux firmes puisque les deux firmes sont incitées à produire un niveau de qualité environnementale moins élevé en présence d'asymétrie d'information.

Références

- [1] Abderrazak, C. et Ben Youssef, A.(2007), “ Labels écologiques et Information»”, 56ème Congrès de l’Association Française de Science Economique (AFSE), Paris,France, 20–21 Septembre 2007.
- [2] Amacher, Gregory, S., Koskela, E. and Ollikainen, M. (2004) “Environmental quality competition and eco-labeling”. *Journal of Environmental Economics and Management* vol.47 pp. 284-306.
- [3] Arora,S., and L. Gangadharan, (2002) "Towards a Theoretical Model of Voluntary Overcompliance ", *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 28 pp.289-309.
- [4] Ben Youssef, A., and Lahmandi Ayed, R. (2008), “Eco-Labeling,competition and environment : Endogenization of labelling criteria”, *Enviromental and Resource Economics* vol. 41 pp 133-154.
- [5] Bougherara, D., Grolleau, G. and Tjiébaut, L.(2005) “Can Labelling schemes do more harm than good? An analysis applied to environmental labelling schemes”. *Journal of Law and Economics* vol.19 pp.5-16.
- [6] Daughety, AF., and Reinganum, JF (2007), "Competition and Confidentiality : Signaling Quality in a Duopoly when there is Universal Private Information". *Games and Economics Behavior* Elsevier, vol. 58(1), pp. 94-120.
- [7] Dosi, C. and M. Moretto (1998), "Is Ecolabelling a Reliable Environmental Policy Measure?".*Environmentale and Resource Economics*, vol.18(1) pp.113-127.
- [8] Fluet C., Garella PG.(2002),"Advertising and Prices as Signals of Quality in a Regime of Price Rivalry". *International Journal of Industrial Organization* Elsevier, vol. 20(7), pp. 907-930.
- [9] Heyes, A., Maxwell, J. (2004)“Private vs Public Regulation : Political Economy of the International Environment”. *Journal of Environmental Economics and Management* vol.48 pp.978-996.
- [10] Ibanez L., Stenger,A. (2000), " Environment and Food Safety in Agriculture : Are Label Efficient ?" *Australian Economic Papers*, Vol. 39(4), pp. 452-464.
- [11] Mattoo, A. and H.V. Singh, (1994) : "Ecolabelling : Policy Considerations" *Kyklos*, vol. 47, 1 pp. 53-65.
- [12] Mussa M., S. Rosen (1978) : "Monopoly and Product Quality" , *Journal of Economic Theory*, vol.18, pp. 370-384.
- [13] Nadaï, A. (1997) "Les Conditions de Développement d’un Ecolabel de Produit" *Annales des Mines*, pp. 15-22.
- [14] Nadaï, A. (1998) "Concurrence dans la Qualification Environnementale des Produits" *Revue d’Economie Industrielle*, vol. 83 pp. 197-213.
- [15] OECD (1997) "Eco-labelling : Actual Effects of Selected Programs"; *Organisation for Cooperation and Development GD(97)105*.
- [16] Rege, M.(2000) “Strategic Policy and Environmental Quality (helping the domestic industry to provide credible information)” *Environmental and Resource Economics* vol.15 pp. 275-296.
- [17] Ronnen (1991), "Minimum Quality Standards Fixed costs and Competition" *Rand Journal of Economics*, vol.22(4) pp.490-504.
- [18] UNCTAD (1994) : "International Cooperation on Eco-Labeling and Eco-Certification Programs and Market Opportunities for Environmentally Friendly Products" *TD/B/WG.6/.2*).

- [19] Zhou, D., Spencer, B., and Vertinsky, I. (2002) "Strategic Trade Policy With Endogenous Choice of Quality and Asymmetric Costs". *Journal of International Economics*, Elsevier, vol. 56(1), pp. 205-232.

ANNEXES

ANNEXE A : Cas de l'information complète

ANNEXE A1 : Calcul des prix d'équilibre, stabilité et concavité

(i)- Prix d'équilibre :

Les fonctions de réaction de H et de L sont obtenues en maximisant (3.1) et (3.2) par rapport à p^H et p^L respectivement :

$$\frac{\partial \pi^H}{\partial p^H} = 0 \Leftrightarrow 1 - \frac{p^H - p^L}{q^H - q^L} + p^H \left(-\frac{1}{q^H - q^L} \right) = 0$$

$$\text{De même, nous avons } \frac{\partial \pi^L}{\partial p^L} = 0 \Leftrightarrow \frac{p^H - p^L}{q^H - q^L} - \frac{p^L}{q^L} + p^L \left(-\frac{1}{q^H - q^L} - \frac{1}{q^L} \right) = 0$$

On obtient les fonctions de réaction suivantes :

$$p^H(p^L) = \frac{1}{2}(q^H - q^L) + \frac{1}{2}p^L$$

$p^L(p^H) = \frac{1}{2}\frac{q^L}{q^H}p^H$ où $p^H(p^L)$ et $p^L(p^H)$ représentent, respectivement, les fonctions de réaction des firmes H et de L.

Afin d'obtenir les prix d'équilibre de H et de L nous devons résoudre le système formé par les équations des fonctions de réaction. On obtient donc :

$$p^{HC} = \frac{2q^H(q^H - q^L)}{4q^H - q^L}$$

$$p^{LC} = \frac{q^L(q^H - q^L)}{4q^H - q^L}$$

CQFD

(ii)- Concavité

$$\text{Nous avons } \frac{\partial^2 \pi^H}{\partial p^{H2}} = -\frac{2}{q^H - q^L} < 0 \text{ et } \frac{\partial^2 \pi^L}{\partial p^{L2}} = -\frac{2}{q^H - q^L} - \frac{2}{q^L} < 0.$$

Les conditions de concavité sont bien vérifiées.

(iii)- Condition de stabilité :

$$\text{Nous devons avoir } \left(\frac{\partial^2 \pi^L}{(\partial p^L)^2} \right) \left(\frac{\partial^2 \pi^H}{(\partial p^H)^2} \right) - \frac{\partial^2 \pi^{2L}}{\partial p^L \partial p^H} \frac{\partial^2 \pi^{2H}}{\partial p^H \partial p^L} > 0,$$

$$\text{Posons } A = \left(\frac{\partial^2 \pi^L}{(\partial p^L)^2} \right) \left(\frac{\partial^2 \pi^H}{(\partial p^H)^2} \right) - \frac{\partial^2 \pi^L}{\partial p^{H2}} \frac{\partial^2 \pi^H}{\partial p^{L2}}$$

Nous avons

$$A = -\frac{2}{q^H - q^L} \left(-\frac{2}{q^H - q^L} - \frac{2}{q^L} \right) - \frac{1}{q^H - q^L} \frac{1}{q^H - q^L} \left(-\frac{1}{q^H - q^L} \right) > 0$$

Les conditions de stabilité sont bien vérifiées. *CQFD*

ANNEXE A2 : Conditions de concavité et de stabilité pour le cas des qualités

(i)- Conditions de concavité :

$$\text{Nous avons } \frac{\partial^2 \pi^{HC}}{\partial q^{H2}} = \frac{\partial^2 R^{HC}}{\partial q^{H2}} - 2a$$

$$\text{Nous avons } \frac{\partial R^{HC}}{\partial q^H} = \frac{4q^H}{(4q^H - q^L)^3} \left((3q^H - 2q^L)(4q^H - q^L) - 8(q^{H3} - q^L q^{H2}) \right)$$

$$\text{Donc } \frac{\partial R^{HC}}{\partial q^H} = \frac{4q^H}{(4q^H - q^L)^3} \left(4q^{H2} + 2q^{L2} - 3q^L q^H \right) > 0$$

Soit :

$$B = \frac{\partial^2 R^{HC}}{\partial q^{H^2}}$$

Nous avons

$$B = \frac{4}{(4q^H - q^L)^6} \left((12q^{H^2} + 2q^{L^2} - 6q^L q^H) (4q^H - q^L)^3 - 12 (4q^H - q^L)^2 (4q^{H^3} + 2q^H q^{L^2} - 3q^L q^{H^2}) \right) \\ = -\frac{8}{(4q^H - q^L)^4} (5q^H q^{L^2} + q^{L^3}) < 0$$

Donc $\frac{\partial^2 \pi^{HC}}{\partial q^{H^2}} < 0$; la première condition de concavité est vérifiée.

De même, nous avons $\frac{\partial^2 \pi^{LC}}{\partial q^{L^2}} = \frac{\partial^2 R^{LC}}{\partial q^{L^2}} - 2\gamma a$

Nous avons $\frac{\partial R^{LC}}{\partial q^L} = \frac{q^H}{(4q^H - q^L)^3} \left((q^H - 2q^L) (4q^H - q^L) + 2(q^L q^H - q^{L^3}) \right)$

Donc $\frac{\partial R^{LC}}{\partial q^L} = \frac{q^{H^2}}{(4q^H - q^L)^3} (4q^H - 7q^L) > 0$ si $\frac{q^H}{q^L} > \frac{7}{4}$.

$$\frac{\partial^2 R^{LC}}{\partial q^{L^2}} = -\frac{q^{H^2}}{(4q^H - q^L)^4} (16q^H + 14q^L) < 0$$

Donc $\frac{\partial^2 \pi^{LC}}{\partial q^{L^2}} < 0$

Les conditions de concavité sont vérifiées.

(ii)- Condition de stabilité

Nous devons vérifier la condition suivante :

$$C = \frac{\partial^2 \pi^{HC}}{\partial q^{H^2}} \frac{\partial^2 \pi^{LC}}{\partial q^{L^2}} - \frac{\partial^2 \pi^{HC}}{\partial q^H \partial q^L} \frac{\partial^2 \pi^{LC}}{\partial q^L \partial q^H} > 0$$

Nous avons $\frac{\partial^2 \pi^{HC}}{\partial q^H \partial q^L} = \frac{\partial^2 R^{HC}}{\partial q^H \partial q^L} = \frac{8}{(4q^H - q^L)^4} (5q^{H^2} q^L + q^{L^2} q^H)$

Donc $\frac{\partial^2 \pi^{HC}}{\partial q^H \partial q^L} = -\frac{q^H}{q^L} \frac{\partial^2 R^{HC}}{\partial q^{H^2}} > 0$

et $\frac{\partial^2 \pi^{LC}}{\partial q^L \partial q^H} = \frac{\partial^2 R^{LC}}{\partial q^L \partial q^H} = \frac{2q^H}{(4q^H - q^L)^4} (7q^{L^2} + 8q^L q^H)$

Donc $\frac{\partial^2 \pi^{LC}}{\partial q^L \partial q^H} = -\frac{q^L}{q^H} \frac{\partial^2 R^{HC}}{\partial q^{H^2}} > 0$

La condition de stabilité devient donc :

$$C = \left(\frac{\partial^2 R^{HC}}{\partial q^{H^2}} - 2a \right) \left(\frac{\partial^2 R^{LC}}{\partial q^{L^2}} - 2\gamma a \right) - \left(-\frac{q^H}{q^L} \frac{\partial^2 R^{HC}}{\partial q^{H^2}} \right) \left(-\frac{q^L}{q^H} \frac{\partial^2 R^{HC}}{\partial q^{H^2}} \right)$$

D'où

$$C = -2\gamma a \left(\frac{\partial^2 R^{HC}}{\partial q^{H^2}} \right) - 2a \frac{\partial^2 R^{LC}}{\partial q^{L^2}} + 4\gamma a^2 > 0$$

La condition de concavité est donc vérifiée. *CQFD*.

ANNEXE B : Cas de l'information incomplète

ANNEXE B1

$U = \theta \rho^0 - p$ est l'utilité des consommateurs dans le cas de l'information asymétrique. Dans ce cas le consommateur indifférent entre la forte qualité environnementale et la faible qualité environnementale a une utilité nulle donc $\theta = \frac{p}{\rho^0}$. *CQFD*.

ANNEXE B2 : Démonstration de la proposition 2 :

Nous avons :

$$\pi^{LI}(p^{HC}, p^{HC}, \mu^0) = \frac{q^H(q^H - q^L)}{4q^H - q^L} \left(1 - 4 \frac{q^H(q^H - q^L)}{(4q^H - q^L)(q^H + q^L)}\right) - \gamma a q^{L^2}$$

$$\text{et } \pi^{LC}(q^L, q^H) = \frac{q^L q^H (q^H - q^L)}{(4q^H - q^L)^2} - \gamma a q^{L^2}$$

$$\pi^{LI}(p^{HC}, p^{HC}, \mu^0) - \pi^{LC}(q^L, q^H) = \frac{q^H(q^H - q^L)}{(4q^H - q^L)^2 (q^H + q^L)} (8q^H q^L) > 0$$

Donc $\pi^{LI}(p^{HC}, p^{HC}, \mu^0) > \pi^{LC}(q^L, q^H)$

CQFD

ANNEXE B.3 : Démonstration de la proposition 3 :

Nous avons

$$\pi^{HI}(p^{LC}, p^{LC}, \mu^0) = \frac{1}{2} \frac{q^L(q^H - q^L)}{4q^H - q^L} \left(1 - \frac{2q^L(q^H - q^L)}{(4q^H - q^L)(q^H + q^L)}\right) - a q^{H^2}$$

$$\text{et } \pi^{HC}(q^H, q^L) = \frac{4q^{H^2}(q^H - q^L)}{(4q^H - q^L)^2} - a q^{H^2}$$

$$\pi^{HI}(p^{LC}, p^{LC}, \mu^0) > \pi^{HC}(q^H, q^L) \text{ ssi } \frac{\pi^{HI}(p^{LC}, p^{LC}, \mu^0)}{\pi^{HC}(q^H, q^L)} > 1$$

$$\text{Or } \frac{\pi^{HI}(p^{LC}, p^{LC}, \mu^0)}{\pi^{HC}(q^H, q^L)} = 2 \frac{q^L}{q^{H^2}} \frac{1}{4q^H - q^L} \left(1 - \frac{2q^L(q^H - q^L)}{(4q^H - q^L)(q^H + q^L)}\right) < 1$$

Donc $\pi^{HI}(p^{LC}, p^{LC}, \mu^0) < \pi^{HC}(q^H, q^L)$

CQFD.

ANNEXE B.4 : Caractérisation de l'équilibre de séparation proposition 4

Pour caractériser l'équilibre de séparation (lorsqu'il existe), nous allons prendre les différents points de la définition de la section précédente.

Le premier point (1) de (4.3.1) implique que $\hat{p}^L = \frac{1}{2} \frac{q^L}{q^H} \hat{p}^H$

Le profit de L devient donc

$$\pi^L(\hat{p}^L, \hat{p}^H, 0) = \left(\frac{\hat{p}^H - \frac{1}{2} \frac{q^L}{q^H} \hat{p}^H}{q^H - q^L} - \frac{1}{2} \frac{\hat{p}^H}{q^H} \right) \left(\frac{1}{2} \frac{q^L}{q^H} \hat{p}^H \right) - \gamma a q^{L^2}$$

En développant cette expression, on obtient :

$$\pi^L(\hat{p}^L, \hat{p}^H, 0) = \frac{1}{4} \frac{q^L}{q^H(q^H - q^L)} \hat{p}^{H^2} - \gamma a q^{L^2}$$

Le deuxième point implique que la firme L n'est jamais incitée à imiter la stratégie de la firme H : $\pi^L(\hat{p}^L, \hat{p}^H, 0) \succeq \pi^L(\hat{p}^H, \hat{p}^H, \frac{1}{2})$.

$$\text{Or } \pi^L(\hat{p}^H, \hat{p}^H, \frac{1}{2}) = \frac{1}{2} \hat{p}^H \left(1 - \frac{2\hat{p}^H}{q^H + q^L}\right) - \gamma a q^{L^2}$$

$$\pi^L(\hat{p}^L, \hat{p}^H, 0) \succeq \pi^L(\hat{p}^H, \hat{p}^H, \frac{1}{2}) \Rightarrow$$

$$\frac{1}{4} \frac{q^L}{q^H(q^H - q^L)} \hat{p}^{H^2} - \gamma a q^{L^2} > \frac{1}{2} \hat{p}^H \left(1 - \frac{2\hat{p}^H}{q^H + q^L}\right) - \gamma a q^{L^2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{4} \frac{q^L}{q^H(q^H - q^L)} \hat{p}^{H^2} > \frac{1}{2} \hat{p}^H \left(1 - \frac{2\hat{p}^H}{q^H + q^L}\right)$$

$$\Leftrightarrow \hat{p}^H > \frac{2q^H(q^H - q^L)(q^H + q^L)}{(q^H + q^L)q^L + 4q^H(q^H - q^L)}$$

De même, le troisième point implique que la firme H n'est jamais incitée à imiter la stratégie de la firme L : $\pi^H(\hat{p}^H, \hat{p}^L, 0) \succeq \pi^H(\hat{p}^L, \hat{p}^L, \frac{1}{2})$

$$\text{Or } \pi^H(\hat{p}^H, \hat{p}^L, 1) = \left(1 - \frac{\hat{p}^H - \frac{1}{2} \frac{q^L}{q^H} \hat{p}^H}{q^H - q^L}\right) \hat{p}^H - a q^{H^2}$$

En développant cette expression, on obtient :

$$\pi^H(\hat{p}^H, \hat{p}^L, 1) = \left(1 - \frac{\hat{p}^H (2q^H - q^L)}{2q^H(q^H - q^L)}\right) \hat{p}^H - a q^{H^2}$$

De plus, nous avons :

$$\begin{aligned}\pi^H(\hat{p}^L, \hat{p}^L, \frac{1}{2}) &= \frac{1}{2}\hat{p}^L(1 - \frac{2\hat{p}^L}{q^H+q^L}) - aq^{H^2} \\ &= \frac{1}{4}\frac{q^L}{q^H}\hat{p}^H(1 - \frac{q^L}{q^H(q^H+q^L)})\hat{p}^H - aq^{H^2}\end{aligned}$$

Or $\pi^H(\hat{p}^H, \hat{p}^L, 1) \succeq \pi^H(\hat{p}^L, \hat{p}^L, \frac{1}{2}) \Rightarrow$

$$(1 - \frac{\hat{p}^H - \frac{1}{2}\frac{q^L}{q^H}\hat{p}^H}{q^H - q^L})\hat{p}^H - aq^{H^2} > \frac{1}{4}\frac{q^L}{q^H}\hat{p}^H(1 - \frac{q^L}{q^H(q^H+q^L)})\hat{p}^H - aq^{H^2}$$

$$\Leftrightarrow (1 - \frac{\hat{p}^H - \frac{1}{2}\frac{q^L}{q^H}\hat{p}^H}{q^H - q^L})\hat{p}^H > \frac{1}{4}\frac{q^L}{q^H}\hat{p}^H(1 - \frac{q^L}{q^H(q^H+q^L)})\hat{p}^H$$

$$\Leftrightarrow \hat{p}^H < \frac{q^{H^2}(4q^H - q^L)(q^H + q^L)(q^H - q^L)}{2q^H(2q^H - q^L)(q^H + q^L) - q^{L^2}(q^H - q^L)}$$

ANNEXE B.5 : Démonstration de la proposition 6

Nous montrons qu'aucune des deux firmes L et H ne veut dévier de $(\hat{p}^L; \hat{p}^H)$.

Toute déviation de \hat{p}^L est sous optimale. En effet, une déviation telle que $(\hat{p}^H; \hat{p}^H)$ implique $\mu(\hat{p}^H; \hat{p}^H) = \frac{1}{2}$. Cette situation est dominée par $\mu(\hat{p}^L; \hat{p}^H) = 0$. Ainsi, la firme de faible qualité n'aucune incitation à dévier de \hat{p}^L . Nous montrons maintenant que la firme de qualité environnementale élevée n'a aucune incitation à dévier de sa stratégie \hat{p}^H . Si H dévie telle qu'elle choisit un prix $\tilde{p}^H > \hat{p}^L$ alors elle n'aura pas de demande étant donné que sa rivale admet un prix inférieur. Les consommateurs estimeront qu'elle est de faible qualité. Si $\tilde{p}^H = \hat{p}^L$ alors cette situation est dominée par $\hat{p}^H > \hat{p}^L$ par définition même de l'équilibre de séparation. Si maintenant elle choisit un prix tel que $\tilde{p}^H < \hat{p}^L$ alors nous aurons $\mu(\tilde{p}^H; \hat{p}^L) = 0$.

Nous aurons de plus :

$$\begin{aligned}D^H &= \frac{\hat{p}^L - \tilde{p}^H}{q^H - q^L} - \frac{\tilde{p}^H}{q^L}, \text{ et} \\ \pi^H(\tilde{p}^H, \hat{p}^L, 0) &= \tilde{p}^H(\frac{\hat{p}^L - \tilde{p}^H}{q^H - q^L} - \frac{\tilde{p}^H}{q^L}) - aq^{H^2}\end{aligned}$$

La maximisation de ce profit par rapport à \tilde{p}^H nous donne $\tilde{p}^H = \frac{q^L}{2q^H}\hat{p}^L$. Or $\hat{p}^L = \frac{q^L}{2q^H}\hat{p}^H$. Ce qui implique que $\tilde{p}^H = \frac{q^{L^2}}{4q^{H^2}}\hat{p}^H$.

$$\text{Nous aurons donc : } \pi^H(\tilde{p}^H, \hat{p}^L, 0) = \frac{q^{L^3}(2 - q^H)}{16q^{H^4}(q^H - q^L)}\hat{p}^{H^2} - aq^{H^2}.$$

Nous allons montrer que H n'est pas incitée à choisir \tilde{p}^H plutôt que \hat{p}^H .

Nous allons alors calculer $\pi^H(\hat{p}^H, \hat{p}^L, 1) - \pi^H(\tilde{p}^H, \hat{p}^L, 0)$.

Posons $D = \pi^H(\hat{p}^H, \hat{p}^L, 1) - \pi^H(\tilde{p}^H, \hat{p}^L, 0)$

Nous avons :

$$D = \left[\left(1 - \frac{\hat{p}^H(2q^H - q^L)}{2q^H(q^H - q^L)}\right)\hat{p}^H - aq^{H^2} \right] - \left[\frac{q^{L^3}(2 - q^H)}{16q^{H^4}(q^H - q^L)}\hat{p}^{H^2} - aq^{H^2} \right]$$

Après calculs, nous obtenons :

$$D = \hat{p}^H \left[1 - \frac{16q^{H^4} - 8q^{H^3}q^L + q^{L^3}(2 - q^H)}{16q^{H^4}(q^H - q^L)}\hat{p}^H \right]$$

$$D > 0 \text{ si } 1 - \frac{16q^{H^4} - 8q^{H^3}q^L + q^{L^3}(2 - q^H)}{16q^{H^4}(q^H - q^L)}\hat{p}^H > 0 \Rightarrow \text{Si } \hat{p}^H < \frac{16q^{H^4}(q^H - q^L)}{16q^{H^4} - 8q^{H^3}q^L + q^{L^3}(2 - q^H)}$$

$$\text{Or nous avons } \hat{p}^H < \frac{q^{H^2}(4q^H - q^L)(q^H + q^L)(q^H - q^L)}{2q^H(2q^H - q^L)(q^H + q^L) - q^{L^2}(q^H - q^L)}.$$

$$\text{Nous montrons que } \frac{q^{H^2}(4q^H - q^L)(q^H + q^L)(q^H - q^L)}{2q^H(2q^H - q^L)(q^H + q^L) - q^{L^2}(q^H - q^L)} < \frac{16q^{H^4}(q^H - q^L)}{16q^{H^4} - 8q^{H^3}q^L + q^{L^3}(2 - q^H)}$$

$$\begin{aligned}
\text{Nous avons : } & \frac{q^{H^2}(4q^H - q^L)(q^H + q^L)(q^H - q^L)}{2q^H(2q^H - q^L)(q^H + q^L) - q^{L^2}(q^H - q^L)} < \frac{16q^{H^4}(q^H - q^L)}{16q^{H^4} - 8q^{H^3}q^L + q^{L^3}(2 - q^H)} \\
\Leftrightarrow & \frac{2q^H(2q^H - q^L)(q^H + q^L) - q^{L^2}(q^H - q^L)}{q^{H^2}(4q^H - q^L)(q^H + q^L)(q^H - q^L)} - \frac{16q^{H^4} - 8q^{H^3}q^L + q^{L^3}(2 - q^H)}{16q^{H^4}(q^H - q^L)} > 0 \\
\Leftrightarrow & \frac{2}{q^H(4q^H - q^L)} - \frac{q^{L^2}}{q^{H^2}(4q^H - q^L)(q^H + q^L)} > \frac{16q^{H^4} - 8q^{H^3}q^L + q^{L^3}(2 - q^H)}{16q^{H^4}(q^H - q^L)} \\
\text{Or } & \frac{16q^{H^4} - 8q^{H^3}q^L + q^{L^3}(2 - q^H)}{16q^{H^4}(q^H - q^L)} = \frac{8q^{H^3}(2q^H - q^L) + q^{L^3}(2 - q^H)}{16q^{H^4}(q^H - q^L)} > 0
\end{aligned}$$

puisque $q^H \in [0, +\infty]$.

Par conséquent, H n'est pas incitée à choisir \hat{p}^H plutôt que \hat{p}^H .

CQFD

ANNEXE B.6 : Démonstration de la proposition 7 :

On sait que $\hat{p}^H > p^{HC}$ et $\hat{p}^L > p^{LC}$.

$$E = R^H(\hat{p}^H, \hat{p}^L, 1) - R^H(p^H; q^H, q^L) = 1 * (\hat{p}^H - p^{HC}) - (\hat{p}^H - p^{HC}) \frac{(2q^H - q^L)}{2q^H(q^H - q^L)}$$

$$\text{Or } \frac{(2q^H - q^L)}{2q^H(q^H - q^L)} < 1.$$

$$\text{En effet, } \frac{(2q^H - q^L)}{2q^H(q^H - q^L)} = \frac{1}{(q^H - q^L)} \left(1 - \frac{q^L}{2q^H}\right).$$

$$\text{Comme } \frac{q^L}{q^H} < 1; \frac{1}{(q^H - q^L)} \left(1 - \frac{q^L}{2q^H}\right) < 1$$

Finalement nous avons :

$$E = 1 * (\hat{p}^H - p^{HC}) - (\hat{p}^H - p^{HC}) \frac{(2q^H - q^L)}{2q^H(q^H - q^L)} > 0$$

$$\text{De même, nous avons } E = \frac{1}{4} \frac{q^L}{q^H(q^H - q^L)} \left(\hat{p}^{H^2} - p^{HC^2}\right) > 0 \text{ car } \hat{p}^H > p^{HC}$$

CQFD

ANNEXE B.7 Démonstration la proposition 8 :

Nous avons

$$\pi^H(\hat{p}^H, \hat{p}^L, 1) = \left(1 - \frac{\hat{p}^H(2q^H - q^L)}{2q^H(q^H - q^L)}\right) \hat{p}^H - aq^{H^2}$$

$$\pi^L(\hat{p}^L, \hat{p}^H, 0) = \frac{1}{4} \frac{q^L}{q^H(q^H - q^L)} \hat{p}^{H^2} - \gamma aq^{L^2}$$

Tout d'abord, les croyances des consommateurs sont définies à partir des prix ; on a $\mu(\hat{p}^L; \hat{p}^H) = 0$ et $\mu(\hat{p}^H, \hat{p}^L) = 1$; les firmes seront incitées à offrir des prix plus élevées à des niveaux de qualité beaucoup plus faibles. Donc, elles ne seront pas incitées à offrir des qualités supérieures aux qualités d'information complète.

Etant donné que : $R^H(\hat{p}^H, \hat{p}^L, 1) > R^H(p^{HC}; q^H, q^L)$, la firme H va diminuer au maximum sa qualité afin de maximiser son profit : elle choisira donc un niveau de qualité tel que $q^{HC} \succeq \hat{q}^H$. Pour la firme L, puisque $R^L(\hat{p}^L, \hat{p}^H, 0) > R^L(p^{HC}; q^L, q^H)$, L va choisir un niveau de qualité qui va minimiser son coût fixe γaq^{L^2} . *CQFD*