Ventes liées et concurrence sur les marchés énergétiques*

Marion PODESTA†

13 septembre 2007

Résumé

Dans cet article nous nous proposons d'analyser les effets de l'ouverture à la concurrence sur les stratégies de tarification des ventes liées à travers un modèle de choix discret. Nous montrons que dans une situation de duopole, vendre les biens de manière indépendante est un équilibre de Nash pareto dominant pour les deux firmes. Cependant les firmes peuvent également se coordonner sur d'autres équilibres et notamment suivre une stratégie de ventes liées. Ce résultat vient à l'encontre de celui du monopole qui incite les firmes à pratiquer une stratégie de tarification mixte, alors que dans un environnement duopolistique, l'intensité concurrentielle domine l'effet positif des ventes liées via la discrimination par les prix.

Classification JEL : D43, L13, Q4

1 Introduction

A l'heure actuelle dans les industries de réseaux, l'ouverture à la concurrence modifie la structure des marchés. On passe d'une situation de monopole à une situation d'oligopole. Dans ces conditions, on peut alors s'interroger sur la structure de tarification optimale. En effet, les firmes ont le choix entre vendre leurs biens séparément, sous forme de package (ventes liées pures) ou encore proposer aux consommateurs une tarification à la carte c'est-à-dire un mélange des deux stratégies de tarification précédentes. Les ventes liées pures sont le fait de rassembler deux ou plusieurs biens dans un ensemble à un prix unique. Dans le cas des marchés énergétiques, on s'intéresse aux ventes liées d'énergies pour des besoins domestiques ou industriels autorisant une certaine substitution interénergétique. La profitabilité des ventes liées dépend du degré de concurrence sur les marchés. Lorsqu'une firme est en monopole sur un marché, la stratégie optimale est de proposer ses biens à la fois sous forme de package et de manière indépendante car elle

*Je remercie le professeur Simon Anderson pour ses remarques pertinentes et ses commentaires.

†LASER, CREDEN, Espace Richter, av. de la Mer, CS 79706, 34960 Montpellier cedex 2, France. Email : marionpodesta@univ-montp1.fr

retire un maximum de surplus des consommateurs. En effet, les ventes liées permettent aux firmes de trier les consommateurs en différents groupes en fonction de leur disposition à payer. Donc avec une stratégie mixte la firme en monopole fait un maximum de profits si la corrélation des prix de réservation est négative. Cependant en introduisant de la concurrence les résultats semblent s'inverser, en effet les ventes liées peuvent réduire les profits des firmes et augmenter la rente des consommateurs. Les économistes ont mis en avant différentes hypothèses pour expliquer l'utilisation des ventes liées. Parmi ces hypothèses, la discrimination par les prix est apparue comme l'une des propositions les plus crédibles et les plus abondamment citées. Cet aspect a d'abord été analysé par Adams et Yellen [1976] dans le cas du monopole qui produit 2 biens. Principalement à travers l'utilisation d'exemples, ils examinent les implications possibles d'un changement de tarification parmi les stratégies possibles pour les profits du vendeur et le bien-être net. Selon leur analyse, la stratégie mixe est la meilleure stratégie si les valeurs de réservation des consommateurs sont négativement corrélées. Alors que, au contraire, si la corrélation des valeurs de réservation est positive, la tarification indépendante permet au monopoleur de retirer un maximum de surplus des consommateurs.

Schmalensee [1984] prends ce qui semble être une extension logique du modèle d'Adams et Yellen. Il ajoute aux hypothèses d'Adams et Yellen des idées au-delà de leurs restrictions, à savoir que le couple de prix de réservation des acheteurs suit une distribution normale bivariée. Cette hypothèse forte facilite la comparaison entre les ventes liées et la vente séparée. La stratégie mixte est toujours plus profitable que la vente séparée si la corrélation des valeurs de réservation est négative.

Mc Afee, McMillan et Whinston [1989] étudient les conditions sous lesquelles les ventes liées sont une stratégie optimale pour le modèle d'Adams et Yellen. L'originalité de leur modèle réside dans le fait qu'ils interprètent les conditions suffisantes pour que les ventes liées dominent la vente séparée. Un des résultats principal est que la stratégie mixte domine la vente séparée pour pratiquement toutes les distributions des valeurs de réservation.

Souvent les ventes liées sont utilisées comme un instrument de discrimination par les prix mais elles peuvent également être utilisées pour barrer l'entrée d'un concurrent sur un marché. En effet, une firme en monopole sur un marché et en concurrence sur un autre peut en liant ses biens bloquer l'entrée d'un concurrent potentiel. Ce résultat est le fondement du modèle de Nalebuff [2004] qui considère les ventes liées pures comme une stratégie optimale sans aucun contrôle, ni aucun engagement.

Cependant lorsque la structure de marché devient concurrentielle les résultats semblent beaucoup plus controversés. Anderson et Leruth [1993] s'intéressent aux ventes liées sous l'hypothèse de complémentarité des biens avec un modèle de choix discret. Leur résultat se démarque de ceux du monopole. En effet pour eux, la stratégie de tarification indépendante est une stratégie dominante. Cependant s'il n'y a pas d'engagement sur un type de stratégie, alors les firmes préfèrent suivre une stratégie mixte mais il résulte de cette stratégie un fort degrés de concurrence donc une baisse des prix et des profits d'équilibre de sous-jeu.

D'autres auteurs ont aussi fait l'hypothèse de complémentarité des biens, cependant les résultats semblent différer. Economides [1993] considère un duopole verticalement intégré qui produit deux biens complémentaires, chaque bien peut-être produit par chacune des firmes. Il montre que la stratégie mixte est une stratégie dominante pour les deux firmes et constitue un équilibre. Cependant il montre aussi que, pour de nombreuses valeurs de paramètres, les profits d'équilibre sont plus bas quand les firmes suivent une stratégie mixte que lorsque cette stratégie n'est pas disponible. C'est une situation typique du dilemme du prisonnier. En effet, il montre à travers une comparaison des profits que chaque firme obtient des profits plus importants lorsqu'elle suit une stratégie mixte si l'autre suit une stratégie de tarification indépendante. Ainsi la discrimination par les prix d'une firme la place dans une position de supériorité comparée à la firme qui ne discrimine pas. Cependant lorsque les deux firmes s'engagent dans une stratégie mixte alors chacune se heurte au changement de l'autre et la stratégie mixte n'est plus profitable.

Ce résultat apparaît également dans Reisinger [2004], qui analyse deux effets dûs aux ventes liées dans un modèle de différenciation horizontale. En premier lieu, les ventes liées réduisent l'hétérogénéité des consommateurs et donc permettent de trier les consommateurs afin de retirer le maximum de surplus : c'est ce qu'il nomme "effet tri" ("sorting effect"). A coté de l'effet tri, il met en évidence un deuxième effet dit de "détournement de clientèle" ("business-stealing effect"). Celui-ci signifie que les firmes se concurrencent sur le package donc il en résulte un fort degré de concurrence et donc une baisse des profits. Ces deux effets jouent en sens opposés, et donc pour déterminer les conditions de profitabilité d'une stratégie de ventes liées, il est nécessaire de savoir quel effet domine. Dans son article, Reisinger montre que les duopoleurs ont généralement une incitation à suivre une stratégie mixte mais les conséquences sur les profits sont ambiguës. Dans une situation de duopole, pour des consommateurs hétérogènes, si les valeurs de réservation des biens sont négativement corrélées cela réduit l'hétérogénéité des consommateurs mais contrairement au cas du monopole il y a une augmentation de la compétitivité donc une baisse des prix et une réduction des profits. Dans ce cas les firmes sont dans une situation du dilemme du prisonnier puisqu'elles feraient mieux en vendant leurs biens selon une stratégie de tarification indépendante. Par contre si les consommateurs sont homogènes et si les prix de réservation des biens sont positivement corrélés alors les firmes font de meilleurs profits en utilisant les ventes liées.

Notre article s'intéresse donc à la tarification optimale de deux énergies à des fins de chauffage. La question est de savoir si les ventes liées sont une stratégie optimale pour la fourniture de deux biens substituables. Des études empiriques se sont intéressées à cette problématique et notamment Bernard, Bolduc et Bélanger [1996][1]. Ils étudient la demande résidentielle d'électricité au Québec à travers une approche microéconométrique. Leur modèle incorpore un cadre de décision à la fois continu et discret ainsi leur approche permet de tenir compte des interrelations entre la décision de choix d'acquisition d'appareils électriques et leur utilisation. Cette approche se déroule en deux étapes comme dans le modèle de Dubin et McFadden [1984] . Les décisions concernant les systèmes de chauffage de l'eau et des locaux sont d'abord modélisées grâce à une formulation probit polytomique (MNP). En second lieu, les moindres carrés ordinaires sont utilisés pour estimer la demande d'électricité conditionnelle au système de chauffage choisi. Le sous-échantillon qui est sélectionné pour cette étude est composé de ménages habitant en résidence. Il ressort de cette étude que 96% des ménages choisissent l'électricité comme source d'énergie pour le chauffage de l'eau et 80% utilisent l'électricité comme unique source de chauffage (eau et locaux). Dans le cas d'une double énergie, reposant principalement sur l'électricité et peu sur le pétrole, si de l'électricité est ajoutée, alors 90% des ménages de l'échantillon utilisent essentiellement l'électricité pour le chauffage des locaux. Ils étudient les variables de décision pour les différentes options proposées, notamment ils concluent que plus l'âge le plus élevé du ménage est important, plus le choix va s'orienter sur de l'énergie double et au contraire avec la tête du ménage relativement plus jeune l'option retenue sera le bois. La densité de la population serai aussi une variable expliquant le choix des options. En effet, il apparaît sans surprise que l'accroissement de la densité de la population améliore la probabilité de choisir l'option gaz. De manière similaire, plus la zone urbaine est importante, moins l'option bois sera préférée. Afin de comprendre les effets du temps sur le choix des systèmes de chauffage, il ne faut pas oublier que les systèmes de chauffage électrique ont un coût d'investissement faible mais un coût d'utilisation relativement élevé. D'un autre coté, l'autre système de chauffage a un coût d'investissement élevé mais avec des coûts de fonctionnement relativement plus faibles. De ce fait dans un climat plutôt froid, le système de chauffage électrique sera moins attractif. Ils prennent également en compte un prix de changement en faveur d'une source d'énergie autre que électrique, il apparaît que pour une date de changement récente le choix d'un système de chauffage au gaz est moins probable alors le bois est préféré. Ces résultats sont conformes aux résultats attendus. En conclusion une augmentation de la densité de la population augmente la consommation d'électricité. Par contre, une date de construction récente de la résidence ou de changement de système entraîne une baisse de la consommation d'électricité. En augmentant le nombre de pièce, le nombre de personnes et la taille de la résidence, cela provoque une augmentation de la quantité d'électricité utilisée. La consommation d'électricité est positivement associée à l'âge de la personne la plus ancienne du ménage. Les personnes propriétaires de leur habitation consomment moins d'électricité que ceux

[1] Etude conduite par Hydro-Québec en 1989.

qui sont locataires. Enfin, la consommation d'électricité a une faible mais significative relation positive avec le revenu. L'élasticité du prix de l'électricité au revenu est faible conformément aux résultats attendus en considérant une utilisation de court terme.

Une autre étude s'intéresse à la demande d'énergie à travers un modèle de choix discret-continu. Nesbakken [2001] s'intéresse à la demande totale d'énergie en Norvège, de 1971 à 1990, à des fins de chauffage. Contrairement à Bernard, Bolduc et Bélanger [1996], le choix du système de chauffage (choix discret) et le choix de l'utilisation de cette technologie (choix continu) sont estimés simultanément. Le choix du système de chauffage est relatif aux nouvelles résidences, les systèmes de chauffage observés en 1990 sont supposés être les mêmes que lors de l'achat de la résidence pour les plus anciennes. Les ménages ont le choix entre différentes options pour le type d'énergie consommé : (*i*) électricité ; (*ii*) électricité et pétrole ; (*iii*) électricité et bois ; (*iv*) électricité, pétrole et bois. Les résultats confirment les estimations attendues : la consommation d'énergie augmente avec la superficie de la résidence et en période de grand froid. L'impact de la taille du ménage sur l'utilité dérivée de choisir différents systèmes de chauffage est estimé supérieure quand le système de chauffage est l'électricité et le bois respectivement au choix de référence (l'électricité). Par contre les ménages qui habitent en co-propriété ou qui sont propriétaires-locataires de leur résidence préfèrent choisir seulement l'électricité plutôt que l'électricité combinée au pétrole ou au bois. La raison vient probablement du fait que ces ménages vivent souvent dans des appartements situés dans des immeubles ou dans des résidences en collectivité et n'ont pas besoin d'autant d'énergie pour le chauffage que les ménages résidant en maisons individuelles, et par ailleurs n'ont sûrement pas de cheminée. Il apparaît également une augmentation de la consommation d'énergie pour le chauffage avec l'âge de la résidence, ceci est peut-être dû à une meilleure isolation des maisons nouvellement construites par rapport aux plus anciennes. Les résultats indiquent aussi une relation positive entre la consommation d'énergie et le revenu. Cependant, le paramètre estimé relatif au prix de l'énergie sur la consommation d'énergie change considérablement quand il est estimé simultanément par rapport à une estimation en deux étapes. Dans une estimation simultanée, tous les paramètres sont estimés de manière plus efficace que lorsqu'ils sont estimés en deux étapes. Cependant les résultats semblent aller dans le même sens que l'étude réalisée par Bernard, Bolduc et Bélanger [1996] pour le Québec. En conclusion plus de deux tiers des ménages Norvégien utilisent plus d'une source d'énergie.

Dans cet article nous nous proposons d'analyser les effets de l'ouverture à la concurrence sur les stratégies de tarification des ventes liées à travers un modèle de choix discret. A ce titre, nous considérons une concurrence duopolistique dans laquelle chaque firme produit et vend deux énergies : de l'électricité, e, et du gaz, g. Nous analysons un jeu séquentiel en deux étapes. A la première étape du jeu les firmes choisissent leur stratégie de tarification, puis à la deuxième étape leurs prix. Nous montrons dans ces conditions que vendre les biens de manière indépendante est un équilibre de Nash pareto dominant pour les deux firmes car elles réalisent des profits plus élevés relativement à une stratégie de ventes liées. L'intuition du résultat est la suivante. Lorsque l'on introduit de la concurrence, il apparaît que suivre une stratégie mixte n'est pas profitable car l'intensité concurrentielle est très élevée et s'exerce simultanément à plusieurs niveaux, pour l'électricité, le gaz et le package des deux énergies. Cela engendre par conséquent une diminution des profits. Plus précisément l'effet discrimination par les prix des ventes liées est minimisé par l'effet de la concurrence et donc les stratégies de ventes liées ne sont pas dominantes. Une intuition similaire peut être fournie dans le cas du duopole restreint au niveau de la production d'un bien. Il émerge de cette situation trois équilibres de Nash dont un pareto dominant qui incite les firmes à suivre une stratégie de tarification indépendante. Cependant lorsque l'on introduit un concurrent monoproduit alors les ventes liées deviennent profitables et notamment comme instrument pour ériger une barrière à l'entrée puisque le concurrent fait beaucoup moins de profit par rapport à une stratégie de tarification indépendante.

Le reste de l'article est organisé comme suit. Dans la section suivante nous présentons le cadre d'analyse. Nous présentons ensuite la formulation générale, pour s'intéresser dans la section 3 au cas du duopole symétrique pour notre cadre d'analyse. La section 4 étudie le cas du duopole asymétrique (restriction de capacités). La section 5 focalise son attention sur le cas d'un triopole dans lequel une firme est spécialisée dans la production d'un bien. La section 6 étudie quelques extensions. Enfin la section 7 propose quelques remarques conclusives.

2 Le modèle

Nous cherchons à analyser les stratégies de ventes liées d'énergies de la part de firmes en situation de concurrence ainsi que les effets de la structure des marchés sur ces stratégies. Nous proposons un modèle spécifiant tout d'abord la structure des choix de consommation à travers une forme logit de la demande dérivée de Anderson-Leruth [1993]. Nous considérons un consommateur qui est confronté à un ensemble d'alternatives et doit faire un choix parmi elles. Nous supposons que les consommateurs choisissent une alternative avec une certaine probabilité parmi l'ensemble des alternatives possibles.

Les consommateurs ont des besoins domestiques d'énergie, pour se chauffer par exemple. Ils ont des préférences (déterminées quasi-linéairement) pour l'énergie sous forme de chauffage h (et un bien numéraire) $U(h,m) = m + u(h)$. On s'intéresse à la demande d'énergie pour satisfaire des besoins de chauffage. Le chauffage ou la climatisation peut être fourni par de l'électricité e ou du gaz g[2]. La population des consommateurs a une taille donnée

[2] Afin de simplifier l'analyse l'énergie est mesurée en unité homogène, par exemple en Btu. De même,

et normalisée à 1.

Nous considérons les deux biens produits par la firme i avec $i = 1, 2$, gaz et électricité, comme étant des biens substituables. En effet, nous considérons une décision de choix technologique dans un horizon de long terme pour les consommateurs domestiques et un engagement de court terme pour les consommateurs industriels En effet, nous supposons qu'une partie des consommateurs domestiques sont équipés dans une certaine technologie mais une autre partie n'est pas équipés ou a un besoin de s'équiper, donc pour les consommateurs résidentiels cette décision est une décision de long terme. Cela signifie que les consommateurs font un arbitrage entre un équipement électrique ou plutôt une chaudière à gaz, donc ils anticipent un prix de l'énergie faible pour l'une des deux énergies. Par contre, pour les consommateurs industriels nous supposons que leur décision est une décision de court terme car nous supposons qu'ils sont déjà équipés dans une certaine technologie. Si on envisage le cas de biens complémentaires, cela signifie que les consommateurs domestiques choisissent de consommer soit de l'électricité, soit du gaz, et ainsi la stratégie de ventes liées ne pourra jamais être une stratégie optimale.

Ces biens sont des biens substituables et chacun d'eux peut être produit soit par la firme 1, soit par la firme 2. Dépendant du niveau courant des taux d'énergie $T_e(e)$ et $T_g(g)$, les consommateurs choisissent leur package optimal h^*.

Ici nous normalisons leur choix à deux unités[3] chacun, chaque unité représente x Btu pour satisfaire leur besoin d'énergie :

$$h^* = 2 = e + g, \qquad e, g \in \{0, 1, 2\}$$

Chaque consommateur souhaite acheter soit une unité des deux biens $(e+g)$ ou deux unités du même bien $2e$ ou $2g$ mais il ne peut acheter que deux unités de biens au total. Cette hypothèse permet de rendre compte de choix aléatoire sur un grand nombre de consommateurs, et permet de construire une fonction d'utilité qui représente les préférences des consommateurs. La relation de préférence des consommateurs est définie directement par les caractéristiques des individus et indirectement par les alternatives (ainsi à travers cette hypothèse nous proposons un fondement direct à la différenciation des produits).

On s'intéresse à un modèle de choix discret, ici l'utilité brute est donnée par :

$$\widetilde{U}(2, m) = m + u(2) + \varepsilon$$

ε est la différence de goût individuel des consommateurs dans une sous-population donnée. Elle est distribuée selon un loi double exponentielle (de Laplace), elle est similaire à la loi normale mais a l'avantage de donner un système de demande analytiquement tractable

la conversion entre les rendements énergétiques est normalisée à 1.

[3]En section suivante, nous présentons d'abord l'analyse dans le cas général.

ce qui n'est pas le cas avec la loi normale. Le paramètre $\mu > 0$ exprime le degré d'hétérogénéité du goût des consommateurs. Pour des valeurs faibles de μ le poids attribué aux différences individuelles est faible ; pour $\mu = 0$, toutes les options sont parfaitement substituables, et tous les consommateurs choisissent celle qui a le prix le plus bas.

Puisque les deux firmes[4] vendent chacun les biens, nous identifions alors les options d'achats des consommateurs en fonction de la firme qui offre les biens. Ainsi chaque consommateur choisit un quadruplet $h = (e, e, g, g)$ parmi toutes les options possibles H. Pour $e \in \{1, 2\}$, l'indice représente la firme qui fournit l'électricité (resp. le gaz pour $g \in \{1, 2\}$). Au total chaque consommateur a donc le choix entre 10 options de consommation :

$$\begin{aligned} h_1 &= (1,0,1,0)\,;\, h_2 = (1,2,0,0)\,;\, h_3 = (1,0,2,0) \\ h_4 &= (2,0,1,0)\,;\, h_5 = (0,0,1,2)\,;\, h_6 = (2,0,2,0) \\ h_7 &= (1,1,0,0)\,;\, h_8 = (0,0,1,1) \\ h_9 &= (2,2,0,0)\,;\, h_{10} = (0,0,2,2) \end{aligned}$$

Ici $H = \cup_{i=1}^{i=10} h_i$.

L'option résultant du système de demande est donné par le modèle Logit Multinomial :

$$D_h(\boldsymbol{\pi}) = \frac{\exp(-\pi_h/\mu)}{\sum_{g\in H} \exp(-\pi_g/\mu)}$$

où π_h est le prix à payer pour l'option $h \in H$ et π_g est le prix payé pour toutes les autres options de consommation possible.

Par exemple, D_{h_3} représente la fraction de la population qui désire une unité du bien e de la firme 1 et une unité du bien g de la firme 2. Notons que par exemple si la firme 1 suit une stratégie de ventes liées pures en vendant l'énergie uniquement sous forme de package et que la firme 2 vend ses biens de manière indépendante, alors un consommateur qui veut acheter de l'électricité à la firme 1 et du gaz à la firme 2, soit D_{h_3}, doit acheter une unité superflue de gaz.

Du point de vue des firmes $(i, j = 1, 2)$ elles peuvent fournir les deux unités de gaz et/ou d'électricité et les tarifer ensemble (comme un package) ou séparément.

Chaque firme a le choix entre trois stratégies de tarification :

- VL - Ventes liées pures : choisir un prix unique p_i et autoriser seulement les ventes en package,
- IP - Tarification indépendante : choisir deux prix, p_i^e et p_i^g et ne pas accorder de rabais pour l'achat des deux biens.
- SM - Stratégie mixte : choisir trois prix avec un rabais pour l'achat des deux biens en package.

[4]Dans la section 5, nous analysons une situation particulière à 3 firmes présentant certaines asymétries.

Les demandes qui s'adressent aux deux firmes dépendent de leur politique de tarification. Lorsqu'une firme $i = 1, 2$ suit une stratégie de tarification de ventes liées pures ou une stratégie mixte, elle choisit un prix unique p_i pour la vente d'une unité de chaque énergie mais également pour l'achat de deux unités de chacune des énergies. En effet, la firme i, $i = 1, 2$, accorde un rabais lorsque un consommateur choisit de consommer le package de celle-ci ou de consommer deux unités du même bien, ce qui donne à la firme i un instrument de discrimination par les prix supplémentaire.

Par exemple pour le cas où les firmes 1 et 2 tarifient leurs deux biens uniquement sous forme de package (composé d'une unité de gaz et d'une unité d'électricité ou de deux unités de gaz ou d'électricité) la demande (en probabilité) qui s'adresse à la firme 1 pour l'achat d'une unité de gaz et d'une unité d'électricité s'écrit :

$$D_{(1,0,1,0)} = \frac{\exp(-\frac{p_1}{\mu})}{3\exp(-\frac{p_1}{\mu}) + 3\exp(-\frac{p_2}{\mu}) + 4\exp(-(\frac{p_1+p_2}{\mu}))}$$

Ainsi la demande qui s'adresse à une firme donnée dépend de sa stratégie de vente et donc de sa tarification.

Pour simplifier et sans perte en généralité, nous considérons les coûts marginaux de production c_i^e et c_i^g constants, identiques et normalisés à 0 pour chacune des firmes puisque ces coûts sont additifs par rapport au prix[5].

Ainsi après avoir présenté le modèle, la sous-section suivante présente le modèle de manière générale pour ensuite considérer l'analyse d'une concurrence duopolistique dans notre cadre d'analyse spécifiée.

2.1 Le cas général

Pour généraliser notre modèle et afin de ne pas restreindre la quantité de biens consommée à deux unités, nous proposons de reprendre l'analyse des modèles de choix discret de Anderson, De Palma et Thisse (1992). Dans le modèle multinomial logit la consommation optimale d'un individu est donnée par :

$$x_k^* = \exp(\frac{a_k U'(h^*) - p_k}{\mu}), \qquad k = 1, .., n.$$

où a_k est la qualité des biens, U l'utilité des consommateurs avec $U'(h) > 0, \lim_{h\to\infty} U'(h) = 0$ et $U''(h) < 0$ et l'argument $h \equiv \Sigma_{k=1}^n a_k X_k$. Ici comme nos biens sont parfaitement substituables $a_k = a, \forall k$ et la consommation totale $\Sigma_{k=1}^n X_k = 1$, ce qui nous amène à réécrire

[5]Dans la section 6 nous considérons des technologies différentes et démontrons que les coûts de production sont additifs par rapport au prix.

l'expression précédente en posant $\Sigma_{k=1}^{n} \exp(-p_k/\mu) = D$:

$$\begin{aligned} 1 &= \exp(U'(h^*)/\mu . \exp D \\ h^* &= (U^*)^{-1}(-\mu \ln D) \end{aligned}$$

d'où le profit peut s'écrire :

$$\Pi_i(p_i, p_j) = \Sigma_i \; p_i h^* x_i = h^* \Sigma \; p_i x_i$$

avec la condition de premier ordre donnée par :

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial p_i} = h^* x_i + p_i h^* \frac{\partial x_i}{\partial p_i} + \frac{\partial h^*}{\partial p_i}(\Sigma \; p_i x_i) = 0$$

Après avoir présenté le modèle général, nous allons considérer dans la section suivante une concurrence duopolistique dans le modèle spécifié précedemment.

3 Structure de marché symétrique : le cas du duopole

Nous analysons un jeu séquentiel en deux étapes. A la première étape du jeu les firmes choisissent leurs stratégies de tarification. Puis à la deuxième étape du jeu leurs prix En effet, elles ont le choix entre trois types de stratégie : vendre leurs énergies uniquement sous forme de package et choisir un prix unique, vendre leurs biens de manière indépendante et choisir un prix pour chacune des énergies, ou bien mélanger les deux stratégies précédentes et proposer à la fois un package et les deux biens séparément, de ce fait elles choisissent trois prix. En dernier lieu les consommateurs choisissent les options qu'ils désirent consommer. Chaque consommateur désire consommer seulement deux unités de n'importe quel bien relatif à n'importe quelle firme.

Les fonctions de profit en fonction des trois types de stratégies sont donnés respectivement par :

$$\begin{aligned} \Pi_i^{VL} &= (p_i - c_i^e - c_i^g)(D_{(i,0,i,0)} + D_{(i,j,0,0)} + D_{(i,0,j,0)} + D_{(j,0,i,0)} + D_{(0,0,i,j)} \\ &\quad + D_{(i,i,0,0)} + D_{(0,0,i,i)}) \\ \Pi_i^{IP} &= (p_i^e - c_i^e)(D_{(i,0,i,0)} + D_{(i,j,0,0)} + D_{(i,0,j,0)} + D_{(i,i,0,0)}) \\ &\quad + (p_i^g - c_i^g)(D_{(i,0,i,0)} + D_{(j,0,i,0)} + D_{(0,0,i,j)} + D_{(0,0,i,i)}) \\ \Pi_i^{SM} &= (p_i^e - c_i^e)(D_{(i,j,0,0)} + D_{(i,0,j,0)}) + (p_i^g - c_i^g)(D_{(j,0,i,0)} + D_{(0,0,i,j)}) \\ &\quad + (p_i - c_i^e - c_i^g)(D_{(i,0,i,0)} + D_{(i,i,0,0)} + D_{(0,0,i,i)}) \end{aligned}$$

où $i, j = 1, 2, i \neq j$.

Lorsque la firme i suit une stratégie de ventes liées pures (VL), alors elle fait payer le prix p_i aux consommateurs qui lui achètent seulement une unité d'électricité ou une unité de gaz, dans ce cas l'autre unité est achetée au rival, mais aussi aux consommateurs qui ont une demande qui s'adresse exclusivement à elle c'est-à-dire, qui consomment une unité des deux énergies, ou deux unités de chacune des énergies.

Si elle suit une stratégie de tarification indépendante (IP), la firme i fait payer le prix p_i^e aux consommateurs qui lui achètent une unité d'électricité, l'autre unité est fournie par le rival et deux fois ce prix pour la consommation de deux unités. De façon similaire, elle fait payer le prix p_i^g lorsque les consommateurs consomment une unité de gaz et deux fois ce prix pour la consommation de deux unités.

Enfin en suivant une stratégie mixte (SM) la firme i fait payer un prix p_i^e, respectivement p_i^g, aux consommateurs qui souhaitent ne consommer qu'une seule unité d'électricité, respectivement de gaz, l'autre unité étant fournit par l'autre firme. Elle fait payer également un prix p_i aux consommateurs qui ont une demande qui s'adresse exclusivement à elle c'est-à-dire s'ils choisissent de consommer le package de la firme i (une unité de chacune des énergies), ou deux unités de la même énergie, soit deux unités d'électricité, soit deux unités de gaz. Avec cette tarification la firme i a un instrument de discrimination par les prix sur la deuxième unité achetée.

On considère en premier le cas où les deux firmes suivent la stratégie de ventes liées pures. Les profits d'équilibre sont donnés par :

$$\Pi(VL, VL) = 1,154\mu$$

Pour les deux autres stratégies, respectivement la stratégie de tarification indépendante et la stratégie mixte, les profits sont donnés par :

$$\begin{aligned}\Pi(IP, IP) &= 1,6\mu \\ \Pi(SM, SM) &= 1,154\mu\end{aligned}$$

Le tableau[6] nous donne les profits des deux firmes pour les trois types de stratégie :

		Firme 2		
		VL	IP	SM
Firme 1	VL	$(1,154\mu\,; 1,154\mu)$	$(1,462\mu\,; 0,888\mu)$	$(1,154\mu\,; 1,154\mu)$
	IP	$(0,888\mu\,; 1,462\mu)$	$(1,6\mu\,; 1,6\mu)$	$(0,888\mu\,; 1,462\mu)$
	SM	$(1,154\mu\,; 1,154\mu)$	$(1,462\mu\,; 0,888\mu)$	$(1,154\mu\,; 1,154\mu)$

Tableau 1. Le duopole symétrique

Cette matrice représente les opportunités duopolistiques du choix de tarification. Dans la première étape du jeu les firmes choisissent leurs stratégies de tarification, à savoir

[6] Les profits de la firme 1 sont donnés en premier

vendre les énergies uniquement sous forme de package avec une unité de chacun des biens, vendre les biens de manière indépendante ou alors proposer un mélange des deux stratégies précédentes, vendre les énergies à la fois de manière indépendante et proposer un rabais pour l'achat d'un package d'une unité de chaque ou pour l'achat simultané de deux unités de chaque bien. Ensuite dans la deuxième étape du jeu les firmes choisissent toutes deux leur prix simultanément et de façon non-coopérative.

Pour dégager les équilibres, le raisonnement est comme suit : si la firme 1 suit une stratégie de ventes liées pures alors la firme 2 a intérêt à se coordonner sur la même stratégie ou à suivre une stratégie mixte car les profits générés par ces deux types de stratégies sont identiques. Si au contraire la firme 1 s'engage dans une stratégie de tarification indépendante alors la firme 2 a aussi intérêt à suivre cette stratégie car les profits sont supérieurs. Enfin si la firme 1 choisit de suivre une stratégie mixte alors la firme 2 a le choix entre se coordonner à la firme 1 ou suivre une stratégie de ventes liées pures. Ainsi par symétrie nous pouvons conclure que (VL, VL), (IP, IP), (SM, SM) et (VL, SM) et de façon symétrique (SM, VL) sont des équilibres de Nash.

Nous avons ici $\Pi(IP, IP) \geq \Pi(SM, SM) = \Pi(VL, VL)$, ce résultat vient du fait que lorsque l'on introduit de la concurrence il y a deux effets qui jouent en sens contraire. D'abord il y un effet tri qui est engendré par la discrimination par les prix du fait de l'offre de package. Cet effet tri est positif du point de vue des firmes car les ventes liées permettent de trier les consommateurs en différentes catégories ce qui permet de retirer un maximum de surplus des consommateurs. Le second effet est l'effet concurrence qui lui est négatif. En effet, dans notre cadre d'analyse les firmes se concurrencent en prix : plus la concurrence sera accrue plus les niveaux de prix seront bas. Lorsque les firmes suivent une stratégie mixte elles se font concurrence à tous les niveaux ce qui entraîne une augmentation de la concurrence et de ce fait une baisse des prix et des profits. L'effet tri des ventes liées est dominé par l'effet concurrence. Cet équilibre est pareto dominé. Une intuition similaire peut être fournie pour la stratégie de ventes liées pures, en effet lorsque les deux firmes offrent seulement le package elles deviennent plus agressives car elles se concurrencent à un seul niveau. L'intensité concurrentielle baisse les prix et baisse les profits. Cette situation se rapproche du paradoxe de Bertrand. Ainsi cet équilibre est également pareto dominé.

On peut dire que le stratégie de ventes séparées est un équilibre de Nash pareto dominant puisqu'il n'est pas possible d'augmenter les profits en déviant unilatéralement de cette stratégie. En tarifant les biens de manière indépendante il y a un relâchement de la concurrence et donc les profits sont plus élevés.

Proposition 1 *Si chaque firme peut s'engager dans une certaine stratégie de tarification, l'équilibre de duopole suggère que les deux firmes suivent une stratégie de tarification* *indépendante. Les profits d'équilibre pour chacune des firmes sont de* $1,6\mu$ *avec* $p^e = p^g = 2\mu$.

Malgré la stratégie de discrimination par les prix des firmes, l'augmentation de la concurrence va les conduire à baisser leur prix et donc les profits deviennent plus faibles. Dans le cas du duopole, la politique de discrimination par les prix est moins profitable dans un jeu où les deux firmes choisissent d'abord leur type de stratégie avant de choisir leurs niveaux de prix.

Relativement au cas du monopole, la stratégie mixte n'est plus profitable puisque lorsqu'on introduit de la concurrence l'effet tri est dominé par l'effet concurrentiel et la stratégie optimale est de vendre les biens de manière indépendante. Par contre si une des deux firmes ne s'engage pas c'est-à-dire suit une stratégie mixte, alors le concurrent n'aura pas intérêt à continuer à vendre ses biens séparément et aura intérêt lui aussi à ne pas s'engager car il ne peut alors profiter de l'effet tri ou discrimination par les prix .

Dans notre modèle, il est toujours intéressant de répondre à une stratégie de ventes liées en suivant également une stratégie de ventes liées puisque (VL, SM) et (SM, VL) sont également deux autres équilibres de Nash mais ils sont tous deux pareto dominés. L'effet tri des ventes liées joue un rôle important dans l'émergence de ces deux équilibres. Si une firme s'engage à suivre une stratégie de ventes liées pures alors l'autre peut soit s'engager elle aussi dans le même type de stratégie, soit ne pas s'engager dans une stratégie particulière et donc suivre une stratégie mixte. Cela pose un problème de coordination puisqu'il y en a une qui s'engage et l'autre ne s'engage pas.

Avec une stratégie mixte une firme i préfèrera baisser le prix de son package pour capter les consommateurs qui auparavant achetaient les deux biens chez son rival et aussi transformer les achats croisés ($\{e_i, g_j\}$ avec $i, j = 1, 2$ et $i \neq j$) en l'achat de package. Dans un même temps, la firme sera incitée à augmenter le prix de ses deux biens vendus séparément pour rendre les achats croisés moins attractifs. Ces deux effets ont pour but d'augmenter les ventes de packages de la firme i et de baisser globalement les ventes de packages ainsi que les ventes d'une seule énergie de son rival $j, (i, j = 1, 2$ et $i \neq j)$. Ce dernier répond en baissant le prix de ses biens individuels, ce qui entraîne des profits d'équilibre de sous-jeu plus faibles pour les deux firmes.

Donc cela implique que si aucune firme ne peut s'engager dans une stratégie de tarification, l'équilibre de duopole suppose que les deux firmes choisissent de suivre une stratégie mixte. Les profits d'équilibre pour chacune des firmes sont de $1,154\mu$ avec $p^e = p^g = 2,154\mu$ et $p = 2,154\mu$

Ces résultats sont contrastés par rapport à ceux de Economides [1993] qui montre que la stratégie mixte est une stratégie dominante pour les deux firmes, cependant il trouve une situation du dilemme du prisonnier. En effet, les deux firmes feraient mieux si leur stratégie dominante n'était pas disponible c'est-à-dire si elles tarifaient leurs biens de manière indépendante. Le même résultat est mis en avant par Reisinger [2004], à savoir les duopoleurs ont généralement une incitation à utiliser la stratégie mixte mais les firmes sont dans une situation du dilemme du prisonnier car elles feraient mieux de ne pas suivre une stratégie de ventes liées. Les firmes feraient des profits supérieurs si elles suivaient une stratégie de tarification indépendante.

Dans notre analyse la vente séparée est un équilibre de Nash pareto dominant cependant si une firme suit une stratégie de ventes liées alors l'autre firme doit répondre en suivant elle aussi une stratégie de ventes liées. Il n'y a pas de dilemme du prisonnier contrairement à l'analyse menée par Economides [1993] et de Reisinger [2004].

Dans le cas du duopole les ventes liées ne sont pas dominantes puisque l'effet concurrence joue un rôle important. En effet, multiplier les instruments en suivant une stratégie mixte n'est pas efficace puisque l'effet concurrence domine l'effet tri, ces résultats divergent du cas du monopole.

Après avoir analysé le cas d'un duopole symétrique, la section suivante prend en compte le cas d'un duopole contraint dans ses capacités de production. Dans ce cas chaque firme peut produire deux unités d'une des deux énergies et une seule unité de l'autre et vice versa.

4 Duopole asymétrique et contrainte de production

Dans cette section nous considérons deux firmes qui ont des capacités de production limitées. Sans perte de généralité, nous faisons l'hypothèse ici que la firme 1 est spécialisée dans la production d'électricité, c'est-à-dire qu'elle peut fournir deux unités d'électricité mais seulement une unité de gaz, et inversement la firme 2 est spécialisée dans le gaz, elle pourra fournir deux unités de gaz mais une seule unité d'électricité.

Par rapport au cas du duopole symétrique chaque consommateur a le choix entre huit options de consommation au lieu de dix comme précédemment $(e, e, g, g,)$. Avec $e \in \{1, 2\}$, l'indice représente la firme qui fournit l'électricité (resp. le gaz pour $g \in \{1, 2\}$) :

$$\begin{aligned} h_1 &= (1,0,1,0)\,;\, h_2 = (1,2,0,0)\,;\, h_3 = (1,0,2,0)\,;\, h_4 = (2,0,1,0) \\ h_5 &= (0,0,1,2)\,;\, h_6 = (2,0,2,0)\,;\, h_7 = (1,1,0,0)\,;\, h_8 = (0,0,2,2) \end{aligned}$$

Les fonctions de profit ont la même structure que dans le cas du duopole symétrique(cf. section 3). Il y a seulement deux options qui ne sont pas réalisables et on distingue la firme 1 qui est spécialisé en électricité de la firme 2 qui est spécialisée en gaz donc les profits de la firme 1 sont donnés par :

$$\begin{aligned}
\Pi_1^{VL} &= (p_1 - c_1^e - c_1^g)(D_{(1,0,1,0)} + D_{(1,2,0,0)} + D_{(1,0,2,0)} \\
&\quad + D_{(2,0,1,0)} + D_{(0,0,1,2)} + D_{(1,1,0,0)}) \\
\Pi_1^{IP} &= (p_1^e - c_1^e)(D_{(1,0,1,0)} + D_{(1,2,0,0)} + D_{(1,0,2,0)} + D_{(1,1,0,0)}) \\
&\quad + (p_1^g - c_1^g)(D_{(1,0,1,0)} + D_{(2,0,1,0)} + D_{(0,0,1,2)}) \\
\Pi_1^{SM} &= (p_1^e - c_1^e)(D_{(1,2,0,0)} + D_{(1,0,2,0)}) + (p_1^g - c_1^g)(D_{(2,0,1,0)} + D_{(0,0,1,2)}) \\
&\quad + (p_1 - c_1^e - c_1^g)(D_{(1,0,1,0)} + D_{(1,1,0,0)})
\end{aligned}$$

On considère en premier le cas où les deux firmes suivent la stratégie de ventes liées pures. Les profits d'équilibre sont donnés par :

$$\Pi(VL, VL) = 1,218\mu$$

Pour les deux autres stratégies, respectivement la stratégie de tarification indépendante et la stratégie mixte, les profits sont donnés par :

$$\begin{aligned}
\Pi(IP, IP) &= 2,093\mu \\
\Pi(SM, SM) &= 1,218\mu
\end{aligned}$$

Le tableau[7] nous donne les profits des deux firmes pour les trois types de stratégie :

Firme 2

		VL	IP	SM
Firme 1	VL	$(1,218\mu\,;\,1,218\mu)$	$(1,649\mu\,;\,1,069\mu)$	$(0,718\mu\,;\,1,218\mu)$
	IP	$(1,069\mu\,;\,1,649\mu)$	$(2,093\mu\,;\,2,093\mu)$	$(1,206\mu\,;\,1,723\mu)$
	SM	$(1,218\mu\,;\,0,718\mu)$	$(1,723\mu\,;\,1,206\mu)$	$(1,218\mu\,;\,1,218\mu)$

Tableau 2. Le duopole asymétrique

En considérant toujours le jeu avec une hypothétique première étape où chacune des firmes choisissent leur stratégie de tarification et une seconde étape où elles choisissent leur prix, nous avons trois équilibres de Nash dont un qui est Pareto dominant : suivre la stratégie (IP, IP), sachant que $\Pi(IP, IP) \geq \Pi(SM, SM) = \Pi(VL, VL)$.

Proposition 2 *Si chaque firme peut s'engager dans une certaine stratégie de tarification, l'équilibre de duopole suggère que les deux firmes suivent une stratégie de tarification indépendante. Les prix d'équilibre sont donnés par :*

$$\begin{aligned}
p_1^e &= 2,41\mu \qquad p_1^g = 2,31\mu \\
p_2^e &= 2,31\mu \qquad p_2^g = 2,41\mu
\end{aligned}$$

et les profits d'équilibre sont de $2,093\mu$ pour chacune des firmes.

[7]Les profits de la firme 1 sont donnés en premier

En suivant une stratégie de tarification indépendante les firmes relâchent l'effet concurrence car elles proposent les deux énergies à des prix indépendants. Donc si les firmes sont rationnelles et si elles s'engagent sur un type de stratégie, elles vont se coordonner sur la tarification indépendante. Les profits générés sont supérieurs relativement aux deux autres types car les firmes échappent au paradoxe de Bertrand qui entraîne les prix à la baisse lorsque la concurrence est accrue.

Cependant (VL, VL) et (SM, SM) sont aussi des équilibres de Nash mais pareto dominés. En effet, l'effet tri des ventes liées fait apparaître ces deux équilibres mais de manière similaire au cas du duopole symétrique cet effet discrimination par les prix est dominé par l'effet concurrence. Lorsque les firmes se coordonnent sur une stratégie de ventes liées pures, elles se font concurrence sur le package ce qui augmente l'intensité concurrentielle et il y a une baisse des prix par rapport à la stratégie de vente séparée. Suivre une stratégie de ventes liées pures n'est pas profitable car l'effet tri qu'engendre l'offre du package est dominé par l'effet concurrence qui a pour résultat une baisse des profits. De manière analogue, multiplier les instruments à travers une stratégie mixte, c'est-à-dire proposer à la fois le package et les deux biens séparément, n'est pas optimale puisque les firmes se concurrencent sur trois fronts en même temps ce qui entraîne une baisse des prix et des profits.

Il apparaît ici un problème de coordination entre les firmes, en effet suivre une stratégie de ventes liées pures et suivre une stratégie de ventes séparées sont des équilibres de Nash dont le dernier est Pareto dominant donc nous supposons que les firmes choisiraient plutôt la tarification indépendante. Cependant, lorsqu'il n'y a aucun engagement dans un type de stratégie alors suivre une stratégie mixte est également un équilibre de Nash.

Par rapport au cas du duopole symétrique (de la section 3) les équilibres asymétriques ont disparu, ceci est dû à la spécialisation qui rend l'effet tri du package moins profitable puisque chaque firme ne peut plus réaliser de package de deux unités de chacune des énergies. L'utilisation d'une stratégie de ventes liées n'est pas dominante dans le cas du duopole asymétrique puisque l'effet tri du package est dominé par l'effet concurrence. Toutefois si une firme s'engage à vendre ses biens seulement sous forme de package alors l'autre firme aura également intérêt à suivre une stratégie de ventes liées car les profits engendrés seront plus élevés. Au contraire, si aucune firme ne peut s'engager dans une stratégie de tarification, l'équilibre de duopole implique que les deux firmes choisissent de suivre une stratégie mixte, avec $p_1^e = p_2^g = 2,218\mu$, $p_1^g = p_2^e = 2,218\mu$ et $\mathrm{p}_1 = 2,218\mu$ donc les profits d'équilibre sont de $1,218\mu$ pour chacune des firmes.

On remarque que dans le cas d'un duopole asymétrique c'est-à-dire où les firmes sont spécialisées dans la production d'un bien les profits sont plus élevés que dans le cas du duopole simple. La spécialisation des firmes augmente leurs prix et de ce fait leurs profits.

Dans la section suivante, nous introduisons une troisième firme qui vient concurrencer le duopole cependant cette firme est limitée à la production d'une seule énergie.

5 Triopole asymétrique et spécialisation

Dans notre cadre d'analyse nous intégrons un concurrent spécialisé dans la fourniture d'un seul bien k c'est-à-dire qui a des capacités de production en gaz ou en électricité. Il peut produire deux unités du bien pour lequel il est spécialisé mais il les tarifie uniquement de manière indépendante, il ne peut pas proposer à un consommateur un prix de package pour la fourniture de deux unités du bien qu'il fournit.

Chaque consommateur a le choix entre quinze options de consommation . L'option de consommation $h = (e, e, g, g)$ est la même que précédemment à la différence près que $e \in \{1, 2, k\}$ si le concurrent est spécialisé en électricité et $g \in \{1, 2, k\}$ s'il est spécialisé en gaz. Le concurrent monoproduit fixe un prix p_k pour la fourniture de son bien avec un coût de production nul $c_k = 0$. Sans perte en généralité et pour simplifier l'écriture des différentes options nous supposons que le concurrent est par exemple électricien et qu'il est indicé par le chiffre 3 (pour le cas du gazier il suffit d'inverser les écritures) :

$$\begin{array}{lllll} h_1 & = & (1,0,1,0) & h_6 = (0,0,1,2) & h_{11} = (1,1,0,0) \\ h_2 & = & (1,2,0,0) & h_7 = (3,0,1,0) & h_{12} = (0,0,1,1) \\ h_3 & = & (1,0,2,0) & h_8 = (2,0,2,0) & h_{13} = (2,2,0,0) \\ h_4 & = & (1,3,0,0) & h_9 = (2,3,0,0) & h_{14} = (0,0,2,2) \\ h_5 & = & (2,0,1,0) & h_{10} = (3,0,2,0) & h_{15} = (3,3,0,0) \end{array}$$

Les fonctions de profit ont la même structure que dans le cas du duopole. De manière spécifique, le profit du concurrent qui ne produit qu'un bien est donné par :

$$\Pi_3 = (p_3^e - c_3^e).(D_{(1,3,0,0)} + D_{(3,0,1,0)} + D_{(2,3,0,0)} + D_{(3,0,2,0)} + D_{(3,3,0,0)})$$

De manière similaire si la firme 3 produit du gaz la fonction de profit est donné par :

$$\Pi_3 = (p_3^g - c_3^g).(D_{(1,0,3,0)} + D_{(0,0,1,3)} + D_{(2,0,3,0)} + D_{(0,0,2,3)} + D_{(0,0,3,3)})$$

Le tableau[8] nous donne les profits des trois firmes en concurrence :

[8]Les profits de la firme 1 sont donnés en premier

Firme 2

		VL	IP	SM
Firme 1	VL	$(0,922\mu\,;\,0,922\mu\,;\,0,267\mu)$	$(1,113\mu\,;\,0,731\mu\,;\,0,297\mu)$	$(0,922\mu\,;\,0,922\mu\,;\,0,267\mu)$
	IP	$(0,731\mu\,;\,1,113\mu\,;\,0,297\mu)$	$(1,003\mu\,;\,1,003\mu\,;\,0,542\mu)$	$(0,736\mu\,;\,1,122\mu\,;\,0,376\mu)$
	SM	$(0,922\mu\,;\,0,922\mu\,;\,0,267\mu)$	$(1,122\mu\,;\,0,736\mu\,;\,0,376\mu)$	$(0,922\mu\,;\,0,922\mu\,;\,0,267\mu)$

Tableau 3. triopole asymétrique

Dans le cas d'un duopole symétrique et d'un concurrent spécialisé dans la production d'un des deux biens, suivre une stratégie de ventes liées pures (ou mixte) est un équilibre de Nash car dans ce cas l'effet tri joue un rôle important.

Proposition 3 *Si chaque firme peut s'engager dans une certaine stratégie de tarification, l'équilibre de triopole "spécialisé" suggère que les deux firmes suivrent une stratégie de ventes liées pures (ou mixtes). En revanche vendre ses biens séparément n'est plus un équilibre mais reste l'Optimum de Pareto. Les prix d'équilibre sont donnés par :*

$$\begin{aligned} p_i &= 1,922\mu \\ p_k &= 0,987\mu \end{aligned}$$

(pour $i = 1, 2$ *et* $k = 3$*) et les profits d'équilibre sont de* $0,922\mu$ *pour chacune des firmes du duopole et* $0,267\mu$ *pour le concurrent spécialisé.*

Les firmes ont intérêt à utiliser le package pour trier les consommateurs en différentes catégories et retirer un maximum de surplus. En effet, le concurrent monoproduit ne peut pas concurrencer le duopole avec l'aide du package, donc l'effet tri domine l'effet concurrence et les firmes "dominantes" peuvent se servir des ventes liées pour réduire la part de marché du concurrent monoproduit. Lorsque le duopole suit une stratégie de ventes liées pures alors le concurrent fait un profit minimum, l'incitation du concurrent à rester sur le marché est faible.

Pour le duopole suivre une stratégie mixte est également un équilibre de Nash. En effet, multiplier les instruments et utiliser le package pour se concurrencer est efficace car l'effet tri du package domine l'effet concurrence. Puisque le concurrent ne peut répondre qu'en proposant son bien avec une tarification indépendante même lorsqu'il en vend deux unités, chaque firme du duopole à intérêt à répondre à une stratégie de ventes liées par une stratégie de ventes liées, par conséquent (VL, SM) et (SM, VL) sont également deux équilibres de Nash.

Si aucune firme ne peut s'engager dans une stratégie de tarification, l'équilibre de duopole implique que les deux firmes choisissent de suivre une stratégie mixte, et $p_{e_i} =$

$1,922\mu$; $p_{g_i} = 1,922\mu$; $p_i = 1,922\mu$ et enfin $p_k = 0,987\mu$ alors les profits d'équilibre sont de $0,922\mu$ pour chacune des firmes en duopole et de $0,267\mu$ pour le concurrent monoproduit.

Il résulte de l'introduction d'un concurrent spécialisé sur un des deux marchés la disparition d'un équilibre de Nash, à savoir suivre une stratégie de tarification indépendante n'est plus une stratégie optimale. Ceci est dû au fait que nous introduisons de la concurrence avec une firme qui ne peut produire qu'un seul bien donc se concurrencer sur les deux biens séparément n'est plus profitable, il est préférable d'utiliser le package pour exclure le concurrent monoproduit. Cette situation est une situation du dilemme du prisonnier car les firmes feraient de meilleurs profits avec une stratégie de tarification indépendante. Dans le cadre d'un triopole asymétrique nous retrouvons les résultats de Economides [1993] et de Reisinger [2004], les firmes feraient mieux en se coordonnant sur une stratégie de ventes séparées.

Une concurrence accrue sur l'un des deux marchés permet d'utiliser les ventes liées comme instrument concurrentiel car ici l'effet tri est dominant. La sectin suivante considère quelques extensions, notamment des technologies différentes entre les deux firmes et également une modification dans la structure des tarifs.

6 Extensions

6.1 Technologies différentes

Dans cette section, nous relâchons l'hypothèse de technologies symétriques qui engendrait des coûts de production identiques et normalisés à 0. Nous supposons donc deux firmes qui ont des technologies différentes dans le cas d'un duopole symétrique .Nous retrouvons ici des résultats similaires aux résultats du modèle de Anderson et Leruth [1993] Par exemple, dans le cas d'une stratégie de ventes liées pures, nous obtenons des coûts qui sont additifs par rapport au prix. En effet les profits à l'équilibre sont donnés par :

$$\begin{aligned} \Pi_i^{VL} &= (p_i - c_i^e - c_i^g)(D_{(i,0,i,0)} + D_{(i,j,0,0)} + D_{(i,0,j,0)} + D_{(j,0,i,0)} + D_{(0,0,i,j)} \\ &\quad + D_{(i,i,0,0)} + D_{(0,0,i,i)}) \end{aligned}$$

La demande $D_{(i,0,i,0)}$ est donnée par :

$$D_{(i,0,i,0)} = \frac{\exp(-\frac{pi}{\mu})}{3\exp(-\frac{p_i}{\mu}) + 3\exp(-\frac{p_j}{\mu}) + 4\exp(-(\frac{p_i+p_j}{\mu}))}$$

Les autres demandes sont définies de manière similaire et la condition de premier ordre implique :

$$(p_i - c_i^e - c_i^g) = \mu(D_{(j,0,j,0)} + D_{(j,j,0,0)} + D_{(0,0,j,j)})^{-1} \tag{6.1}$$

Par symétrie, $p_i = p_j$, dont l'expression précédente peut se réécrire

$$(p_i - c_i^e - c_i^g) = \mu(2 + \frac{4}{3}\exp(-p_i/\mu)) \tag{6.2}$$

La solution est unique et décroissante avec c_i^e et c_i^g. Elle est donnée par $p_i = 2,1546\mu$ pour $c_i^e = c_i^g = 0$. Etant donné l'équation (6.1), le profit de la firme i à l'équilibre de la stratégie de ventes liées pures peut se réécrire

$$\Pi(VL, VL) = p_i - c_i^e - c_i^g - \mu$$

ce dernier est décroissant en c_i^e et c_i^g et est égal à $1,1546\mu$ pour $c_i^e = c_i^g = 0$.

Si nous prenons l'exemple du duopole asymétrique en capacités de production c'est-à-dire qu'une firme est spécialisée dans la production d'électricité, elle peut fournir deux unités d'électricité mais seulement une de gaz. Elle va produire de l'électricité à un coût inférieur de celui de son concurrent, par conséquent son coût de production pour le gaz est plus élevé que celui de l'électricité. A l'inverse, la firme spécialisée dans la production de gaz, c'est-à-dire qu'elle peut fournir deux unités de gaz mais seulement une unité d'électricité aura un coût de production pour le gaz moindre que celui de son rival électricien. Par conséquent son coût de production pour l'électricité est relativement plus élevé que le bien pour lequel elle est spécialisé. Dans ce cas de figure il y a deux scénarios possibles : dans un premier temps on peut considérer que produire du gaz est plus rentable que produire de l'électricité et dans un second cas de figure nous supposerons que le coût de production du gaz est plus élevé que celui de l'électricité. Puisque nous venons de démontrer que les coûts de production sont additifs par rapport aux prix, les résultats sont intuitifs.

Si nous envisageons le premier scénario : le coût de production du gazier pour la fourniture de gaz est moindre que celui de son rival électricien, par contre le coût de production de l'électricité du rival électricien est inférieur au coût de production de l'électricité pour le gazier. Ainsi dans le premier cas de figure si nous supposons que le coût de production du gaz est meilleur marché que le coût de production de l'électricité alors le gazier va avoir un pouvoir de marché supérieur à celui de l'électricien. Ici produire du gaz est plus rentable donc le gazier qui fournit deux unités de gaz et une seule unité d'électricité va voir son pouvoir de marché s'accroître puisqu'il sera en mesure de proposer des prix relativement plus faibles que son concurrent électricien. Dans ce cas le profit du gazier sera supérieur à celui de l'électricien mais il ne captera pas toute la demande car le paramètre μ qui représente l'hétérogénéité du goût des consommateurs est positif. Cela signifie que certains consommateurs ont une préférence pour la consommation de deux unités de la même énergie et dans le cas d'un duopole asymétrique chaque firme peut produire deux unités de l'énergie dont elle est spécialisée. Par contre, si $\mu = 0$, alors toutes les options de consommation sont parfaitement substituables et les consommateurs vont choisir l'option avec le prix le plus faible, le gazier va être en mesure de proposer des prix faibles notamment pour l'achat du package des deux énergies et ainsi capter un maximum de surplus.

Par contre si on renverse les hypothèses et que l'on se place dans le second scénario, c'est-à-dire que nous considérons que le coût de production du gaz est supérieur au coût de production de l'électricité avec les mêmes rapports que précédemment à savoir que le gazier a toujours un avantage en coût sur l'électricien dans la fourniture et la production de gaz et inversement l'électricien a un avantage en coût sur le gazier pour la production d'électricité, dans ce cas l'électricien va avoir une part de marché plus importante que la firme spécialisée en gaz. L'électricien va pouvoir fixer ses prix à un niveau inférieur par rapport à son rival. Ici, les firmes se concurrencent en prix alors les consommateurs vont choisir l'option de consommation avec le prix le plus faible, mais toujours avec le paramètre $\mu > 0$ qui représente le degré d'hétérogénéité du goût des consommateurs, qui permet aux options de consommation de ne pas être parfaitement substituables.

Selon le scénario privilégié chaque firme aura un pouvoir de marché plus ou moins important face à son concurrent. Dans notre modèle les firmes se concurrencent à la Bertrand, donc la firme qui propose des prix relativement plus faibles que son concurrent va pouvoir capter une part de marché plus importante.

En conclusion, le coût de production de chaque firme pour chacun des biens est donc additif par rapport au prix, donc la firme qui produit avec un coût plus faible que son concurrent aura toujours un avantage concurrentiel. Dans la section suivante nous envisageons une modification de la structure tarifaire pour introduire la possibilité de pratiquer une tarification non linéaire.

6.2 Prix non linéaires

Dans cette section nous levons une hypothèse sur la structure du prix et considérons un prix non linéaire dans le cas du duopole et du triopole. Nous envisageons la possibilité pour les firmes de proposer un prix pour la première unité achetée par le consommateur et un prix relativement plus bas pour la deuxième unité achetée d'un même bien à la même firme.

6.2.1 Le cas du duopole

Dans ce cas de figure, nous distinguons deux cas possibles : ne pas accorder de rabais si le consommateur choisit de consommer une unité de chaque bien et dans un deuxième temps accorder un rabais pour l'achat d'une unité de chacun des biens. Contrairement au modèle de base, la stratégie mixte n'est plus une stratégie disponible. Nous considérons cependant, toujours les dix options de consommation du modèle de base. Chaque firme va choisir de vendre ses biens de manière indépendante ou sous forme de package

Chaque firme a le choix entre deux stratégies de tarification :

- VL - Ventes liées pures : choisir un prix unique p_i et autoriser seulement les ventes en package,
- IP - Tarification indépendante : choisir quatre prix,$\{\bar{p}_i^e, \bar{p}_i^g, \underline{p}_i^e, \underline{p}_i^g\}$ et ne pas accorder de rabais pour l'achat d'une unité de chaque bien ($hyp1$) et ensuite accorder un rabais pour l'achat d'une unité de chaque bien ($hyp2$).

Dans notre premier cas de figure ($hyp1$), les profits en fonction des deux types de stratégie sont donnés par :

$$\begin{aligned}
\Pi_i^{VL} &= (p_i - c_i^e - c_i^g)(D_{(i,0,i,0)} + D_{(i,j,0,0)} + D_{(i,0,j,0)} + D_{(j,0,i,0)} + D_{(0,0,i,j)} \\
&\quad + D_{(i,i,0,0)} + D_{(0,0,i,i)}) \\
\Pi_i^{IP} &= (\bar{p}_i^e - c_i^e)(D_{(i,0,i,0)} + D_{(i,j,0,0)} + D_{(i,0,j,0)}) + (\underline{p}_i^e - c_i^e)(D_{(i,i,0,0)}) \\
&\quad + (\bar{p}_i^g - c_i^g)(D_{(i,0,i,0)} + D_{(j,0,i,0)} + D_{(0,0,i,j)}) + (\underline{p}_i^g - c_i^g)(D_{(0,0,i,i)})
\end{aligned}$$

où $i, j = 1, 2, i \neq j$.

Si la firme i suit une stratégie de ventes liées pures alors il n'y a aucun changement par rapport au cas du duopole (cf duopole section 3), elle fait payer un prix unique pour toutes les demandes qui s'adressent à elle. Par contre si elle décide de s'engager dans une tarification indépendante alors elle fait payer un prix supérieur $\{\bar{p}_i^e, \bar{p}_i^g\}$lorsqu'un consommateur lui achète seulement une unité d'une des deux énergies et un prix inférieur $\left\{\underline{p}_i^e, \underline{p}_i^g\right\}$ lorsqu'il achète deux unités de la même énergie. Cependant dans un premier temps elle n'accorde pas de rabais pour l'achat concomitante d'une unité de chaque énergie, cette hypothèse est modifiée dans le second cas considéré.

Les profits d'équilibre sont donnés par :

$$\begin{aligned}
\Pi(VL, VL) &= 1,154\mu \\
\Pi(IP, IP) &= 0,968\mu
\end{aligned}$$

Le tableau[9] nous donne les profits des deux firmes pour les deux types de stratégie :

		Firme 2	
		VL	IP
Firme 1	VL	$(1,154\mu\,;\,1,154\mu)$	$(1,551\mu\,;\,0,928\mu)$
	IP	$(0,928\mu\,;\,1,551\mu)$	$(0,968\mu\,;\,0,968\mu)$

Tableau 4. Le duopole symétrique avec prix non linéaires (hyp1)

Par rapport au cas du duopole du modèle de base, la stratégie de ventes liées est un équilibre de Nash pareto dominant. Puisque les firmes n'accordent pas de rabais lorsque les consommateurs leur achètent une unité de chaque énergie, la stratégie de tarification indépendante n'est plus une stratégie optimale car l'effet positif de la discrimination par les prix via le package joue pleinement. De ce fait les profits du duopole chutent considérablement, dans le cas d'une stratégie de tarification indépendante, ils passent de $1,6\mu$ à $0,968\mu$, mais restent inchangés dans le cas d'une stratégie de ventes liées pures $1,154\mu$. Ceci est dû au fait que l'effet discrimination par les prix via le package domine l'effet discrimination par les prix via la tarification non linéaire, cette tendance s'inverse dans le deuxième cas considére. Par contre, dans le cas des équilibres asymétriques c'est-à-dire lorsque la firme i suit une stratégie de ventes liées pures et la firme j suit une stratégie de tarification indépendante, avec $i,j=1,2, i\neq j$, les profits des deux firmes sont supérieurs au cas du duopole du modèle de base. Cependant lorsque les firmes discriminent en proposant également un prix non linéaire pour l'achat simultané des deux énergies, les profits sont plus importants (cf tableau 5).

Lorsque nous considérons notre deuxième cas de figure ($hyp2$) c'est-à-dire lorsque la firme i accorde un rabais pour l'achat d'une unité de chaque énergie. Alors, les profits sont donnés par :

$$\begin{aligned}
\Pi_i^{VL} &= (p_i - c_i^e - c_i^g)(D_{(i,0,i,0)} + D_{(i,j,0,0)} + D_{(i,0,j,0)} + D_{(j,0,i,0)} + D_{(0,0,i,j)} \\
&\quad + D_{(i,i,0,0)} + D_{(0,0,i,i)}) \\
\Pi_i^{IP} &= (\bar{p}_i^e - c_i^e)(D_{(i,j,0,0)} + D_{(i,0,j,0)}) + (\underline{p}_i^e - c_i^e)(D_{(i,i,0,0)} + D_{(i,0,i,0)}) \\
&\quad + (\bar{p}_i^g - c_i^g)(D_{(j,0,i,0)} + D_{(0,0,i,j)}) + (\underline{p}_i^g - c_i^g)(D_{(0,0,i,i)} + D_{(i,0,i,0)})
\end{aligned}$$

Les profits d'équilibre sont donnés par :

$$\begin{aligned}
\Pi(VL, VL) &= 1,154\mu \\
\Pi(IP, IP) &= 1,829\mu
\end{aligned}$$

[9] Les profits de la firme 1 sont donnés en premier

Le tableau[10] nous donne les profits des deux firmes pour les deux types de stratégie :

		Firme 2	
		VL	IP
Firme 1	VL	$(1,154\mu\,;\,1,154\mu)$	$(1,249\mu\,;\,0,854\mu)$
	IP	$(0,854\mu\,;\,1,249\mu)$	$(1,829\mu\,;\,1,829\mu)$

Tableau 5. Le duopole symétrique avec prix non linéaires (hyp 2)

Dans ce cas de figure, suivre une stratégie de ventes liées pures et suivre une stratégie de tarification indépendante sont des équilibres de Nash dont l'issue (IP, IP) est Pareto dominant. Discriminer en proposant un rabais pour l'achat concomitant des deux énergies à la même firme leur permet de capter un maximum de surplus des consommateurs et ainsi de réaliser des profits supérieurs. Comparer à la situation précédente, les profits d'équilibre (IP, IP) sont supérieurs mais lorsque nous nous intéressons aux équilibres asymétriques par contre les profits sont inférieurs. Ceci est dû au fait que dans la première situation, l'effet tri du package est dominant par rapport à l'effet discrimination par les prix via les prix non linéaire. Nous avons donc deux instruments de discrimination : le package et les prix non linéaire qui jouent de manière plus importante lorsque l'on se trouve dans ce deuxième cas de figure.

Ainsi, si les firmes peuvent choisir leur mode de tarification, elles choisiraient de pratiquer des prix non linéaire avec un rabais pour l'achat concomitante d'une unité des deux énergies et se coordonneraient sur une stratégie de tarification indépendante car elle leur permet de retirer un maximum de surplus et par conséquent de réaliser des profits plus élevés. Dans une dernière sous-section nous envisageons le cas du triopole, les résultats quant au modèle de base ne semblent pas différer mais les prix non linéaires ont tendance à accroître la concurrence.

6.2.2 Le cas du triopole

Nous reprenons le cas du triopole (cf section 5), en intégrant des prix non linéaires avec les mêmes options de consommation que le modèle de base. De même que dans la sous-section précédente nous considérons seulement deux stratégies disponibles. En effet, ici les deux firmes ont le choix entre vendre leurs biens sous forme de package uniquement ou vendre leurs biens séparément, par définition la troisième firme qui est monoproduit ne peut fournir deux unités d'une seule énergie noté k où $k \in \{e, g\}$ et par conséquent ne vendre ses biens que de manière indépendante. Cependant, le rival monoproduit tarifie à un prix supérieur $\{\bar{p}_k\}$ lorsque les consommateurs choisissent de ne consommer qu'une seule unité de son bien et un prix inférieur $\left\{\underline{p}_k\right\}$ lorsqu'ils choisissent d'en consommer

[10]Les profits de la firme 1 sont donnés en premier

deux. Le duopole suit les même hypothèses que précédemment, nous avons donc deux cas à considérer.

Dans le premier cas considéré le duopole n'accorde pas de rabais pour l'achat d'une unité des deux énergies à la même firme. Les profits sont définis par :

$$\begin{aligned}
\Pi_i^{VL} &= (p_i - c_i^e - c_i^g)(D_{(i,0,i,0)} + D_{(i,j,0,0)} + D_{(i,0,j,0)} + D_{(i,k,0,0)} + D_{(j,0,i,0)} \\
&\quad + D_{(0,0,i,j)} + D_{(k,0,i,0)} + D_{(i,i,0,0)} + D_{(0,0,i,i)}) \\
\Pi_i^{IP} &= (\bar{p}_i^e - c_i^e)(D_{(i,0,i,0)} + D_{(i,j,0,0)} + D_{(i,0,j,0)} + D_{(i,k,0,0)}) + \\
&\quad (\bar{p}_i^g - c_i^g)(D_{(i,0,i,0)} + D_{(j,0,i,0)} + D_{(0,0,i,j)} + D_{(k,0,i,0)}) + \\
&\quad (\underline{p}_i^e - c_i^e).D_{(i,i,0,0)} + (\underline{p}_i^g - c_i^g).D_{(0,0,i,i)}
\end{aligned}$$

Le profit pour le rival monoproduit est donné par :

$$\begin{aligned}
\Pi_3 &= (\bar{p}_k - c_k).(D_{(i,k,0,0)} + D_{(k,0,i,0)} + D_{(j,k,0,0)} + D_{(k,0,j,0)}) + \\
&\quad (\underline{p}_k - c_k).D_{(k,k,0,0)}
\end{aligned}$$

Les profits d'équilibre sont donnés par :

$$\begin{aligned}
\Pi(VL, VL) &= 1,057\mu \quad \Pi_3^{VL}(IP) = 0,357\mu \\
\Pi(IP, IP) &= 0,861\mu \quad \Pi_3^{IP}(IP) = 0,483\mu
\end{aligned}$$

Dans ce premier cas considéré, le tableau suivant donne les profits des trois firmes selon les deux types de stratégies :

		Firme 2	
		VL	IP
Firme 1	VL	$(1,057\mu\,;\,1,057\mu; 0,357\mu)$	$(1,019\mu\,;\,0,661\mu; 0,366\mu)$
	IP	$(0,661\mu\,;\,1,019\mu; 0,366\mu)$	$(0,861\mu\,;\,0,861\mu; 0,483\mu)$

Tableau 6. Triopole avec prix non linéaires (hyp 1)

Par rapport au cas du triopole du modèle de base, suivre une stratégie de ventes liées pures entraîne une augmentation des profits pour les trois concurrents, ceci est dû au fait qu'avec une tarification non linéaire la concurrence est accentuée ce qui rend le package plus attrayant. En effet, suivre une stratégie de ventes liées pure est un équilibre de Nash, les résultats sont similaires au cas du triopole du modèle de base. La concurrence au niveau de la tarification indépendante est renforcée car le rival monoproduit ne propose qu'un seul bien, le duopole peut faire un maximum de profit en discriminant et en proposant le package. Dans cette situation il n'y a plus de dilemme du prisonnier car les profits dans le cas d'une tarification indépendante chutent considérablement. Si les firmes choisissent de vendre leur biens séparément en proposant un rabais pour l'achat de deux unités du même bien à la même firme alors la concurrence est renforcée sur les deux énergies, cela a pour conséquence une baisse des prix et donc des profits. Dans ce cas les prix non linéaires augmentent l'intensité concurrentielle et rendent la vente séparée moins profitable, dans cette situation vendre ses biens sous forme de package est Pareto dominant sauf pour le rival monoproduit qui préfèrerait que le duopole se coordonne sur la vente séparée. Dans ce cas les ventes liées sont un instrument pour barrer l'entrée du rival monoproduit.

Dans un second cas de figure ($hyp2$) nous considérons que les firmes accordent un rabais pour l'achat d'une unité de chaque bien à la même firme. En effet, la firme i propose un prix plus faible pour l'achat d'une unité d'électricité et une unité de gaz et pour l'achat de deux unités du même bien.

Les profits sont donnés par :

$$\begin{aligned}
\Pi_i^{VL} &= (p_i - c_i^e - c_i^g)(D_{(i,0,i,0)} + D_{(i,j,0,0)} + D_{(i,0,j,0)} + D_{(i,k,0,0)} + D_{(j,0,i,0)} \\
&\quad + D_{(0,0,i,j)} + D_{(k,0,i,0)} + D_{(i,i,0,0)} + D_{(0,0,i,i)}) \\
\Pi_i^{IP} &= (\overline{p}_i^e - c_i^e)(D_{(i,j,0,0)} + D_{(i,0,j,0)} + D_{(i,k,0,0)}) + \\
&\quad (\overline{p}_i^g - c_i^g)(D_{(j,0,i,0)} + D_{(0,0,i,j)} + D_{(k,0,i,0)}) + \\
&\quad (\underline{p}_i^e - c_i^e).(D_{(i,i,0,0)} + D_{(i,0,i,0)}) + (\underline{p}_i^g - c_i^g).(D_{(i,0,i,0)} + D_{(0,0,i,i)})
\end{aligned}$$

Pour la stratégie de ventes liées pures les profits restent inchangés ainsi que la fonction de profit du rival monoproduit puisqu'il ne peut proposer que deux unités d'un seul bien.

Les profits d'équilibre sont donnés par :

$$\begin{aligned}
\Pi(VL, VL) &= 1,057\mu \quad \Pi_3^{VL}(IP) = 0,357\mu \\
\Pi(IP, IP) &= 0,716\mu \quad \Pi_3^{IP}(IP) = 0,325\mu
\end{aligned}$$

Dans ce deuxième cas considéré, le tableau suivant donne les profits des trois firmes selon les deux types de stratégies :

		Firme 2	
		VL	IP
Firme 1	VL	$(1,057\mu\,;\,1,057\mu;0,357\mu)$	$(0,900\mu\,;\,0,665\mu;0,296\mu)$
	IP	$(0,665\mu\,;\,0,900\mu;0,296\mu)$	$(0,716\mu\,;\,0,716\mu;0,325\mu)$

Tableau 7. Triopole avec prix non linéaires (hyp 2)

Par rapport au cas précédent les résultats sont similaires, suivre une stratégie de ventes liées pures est un équilibre de Nash Pareto dominant. Les profits lorsque les firmes suivent une stratégie de ventes séparées sont beaucoup plus faibles donc il n'y a pas de dilemme du prisonnier comme dans le triopole du modèle de base. En effet, tarifer les biens de manière indépendante avec des prix non linéaires entraîne une baisse des profits contrairement à la sous-section précédente dans le cas du duopole. Lorsque les firmes accordent un rabais pour l'achat d'une unité de chaque bien à la même firme, cela ne profite pas à la stratégie de vente séparée contrairement au cas du duopole avec des prix non linéaire et un rabais pour l'achat d'une unité de chaque bien à la firme i. Au contraire avec l'introduction d'une firme supplémentaire cela accroît considérablement la concurrence et de ce fait l'effet discrimination par les prix via une tarification non linéaire est dominé par l'effet concurrence. L'intensification de la concurrence avec l'introduction d'un rival renforce l'effet concurrence qui joue de façon négative sur les profits et donc la stratégie de tarification indépendante n'est plus un équilibre de Nash comme dans le cas du duopole avec la tarification non linéaire ($hyp2$).

Contrairement au sous-cas précédent du duopole, dans le cas d'un triopole asymétrique les firmes préfèreraient choisir de vendre leur biens sous forme de package et ne pas accorder de rabais pour l'achat d'une unité de chaque énergie à la firme i. Dans ce cas il n'y a qu'un instrument de discrimination par les prix qui joue c'est la vente du package.

7 Conclusion

En situation de monopole suivre une stratégie de ventes liées et notamment une stratégie mixte est toujours une stratégie dominante car elle permet de réduire l'hétérogénéité des consommateurs, de les trier en différentes catégories et ainsi permettre au monopole de capter un maximum de surplus donc un maximum de profit. Ceci est valable si les valeurs de réservation sont négativement corrélées. Cependant, si les valeurs de réservation des biens sont positivement corrélées alors le monopole ferait mieux en tarifant ses biens de manière indépendante.

Contrairement aux résultats du monopole, lorsque l'on introduit de la concurrence les résultats semblent controversés. En effet, dans les modèles de Economides [1993] et Reisinger [2004] il y a un dilemme du prisonnier, les firmes ont une incitation à suivre une stratégie de ventes liées alors qu'elles feraient mieux en suivant une stratégie de tarification indépendante. Cependant pour Anderson et Leruth [1993] la stratégie de tarification indépendante est une stratégie optimale si les firmes peuvent s'engager. Par définition si elles ne s'engagent pas dans une stratégie particulière alors elles suivront une stratégie mixte.

Dans notre modèle il y a l'émergence d'autres équilibres de Nash ce qui renvoie à un problème de coordination puisque lorsqu'il y a engagement, les firmes peuvent suivre une stratégie de ventes liées pures et une stratégie de tarification indépendante. Cependant nous avons montré que tarifer les biens de façon indépendante est Pareto dominant car il y deux effets qui jouent en sens opposé : un effet tri favorable au package puisque cela permet d'augmenter les profits et aussi un effet concurrence qui entraîne une baisse du prix du package et donc une baisse des profits. Dans notre cas de duopole lorsque les firmes se concurrencent en suivant une stratégie de tarification indépendante, l'effet concurrence se relâche et donc il est préférable pour les deux firmes de suivre cette stratégie car elle génère des profits plus important. Dans le contexte concurrentiel la stratégie mixte n'est plus optimale car elle entraîne une concurrence accrue sur plusieurs fronts qui domine l'effet tri qu'entraîne la possibilité de proposer un package.

Dans notre modèle, les ventes liées sont un instrument concurrentiel lorsque la concurrence est renforcée sur un des deux marchés. En effet, proposer un package permet au duopole de bénéficier pleinement de l'effet tri du package face au concurrent monoproduit qui n'a pas cette opportunité et donc de l'exclure du marché. Ici tarifer les biens de manière indépendante c'est s'exposer à une concurrence plus féroce sur un des deux biens et par conséquent cette stratégie n'est plus un équilibre de Nash. Ici les ventes liées peuvent être utilisées comme un moyen d'ériger une barrière face à l'entrée d'un concurrent et ainsi, en intégrant des coûts extérieur au modèle comme par exemple des coûts d'entrée, exclure le rival du marché.

8 Annexes

8.1 Le cas du duopole :

- Les deux firmes suivent une stratégie de ventes liées pures (I, I). Le profit de la firme i $(i = 1, 2)$ est donné par :

$$\Pi_i^I = (p_i - c_{e_i} - c_{g_i}).(D_{(i,i,0,0)} + D_{(i,0,j,0)} + D_{(i,0,0,j)} + D_{(0,i,j,0)} + D_{(0,i,0,j)} + D_{(2e_i,0,0,0)} + D_{(0,2g_i,0,0)}),$$

$i, j = 1, 2, i \neq j$, où la demande de package est donnée par :

$$D_{(i,i,0,0)} = \exp(-p_i/\mu)/[3\exp(-p_i/\mu) + 3\exp(-p_j/\mu) + 4\exp(-(p_i + p_j)/\mu)]$$

Les autres demandes sont définies de façon similaire, puisque les firmes sont symétriques $p_i = p_j$, la condition de premier ordre implique :

$$\frac{\partial \Pi}{\partial p_i} = -\frac{-18\mu - 36\exp(-p_i/\mu)\mu - 16\exp(-2p_i/\mu)\mu + 9p_i + 12p_i\exp(-p_i/\mu)}{4(3 + 2\exp(-p_i/\mu))^2\mu}$$

ce qui nous donne $p_i - c_{e_i} - c_{g_i} = p_j - c_{ej} - c_{g_j} = 2,1546\mu$ pour $c_e = c_g = 0$. Donc $\Pi(I, I)$ est décroissant avec c_e et c_g et est égal à $1,1546\mu$ pour $c_e = c_g = 0$.

– Les deux firmes suivent une stratégie de tarification indépendante (II, II). Le profit de la firme i est donné par :

$$\begin{aligned}\Pi_i^{II} &= (p_{e_i} - c_{e_i}).(D_{(i,i,0,0)} + D_{(i,0,j,0)} + D_{(i,0,0,j)} + D_{(2e_i,0,0,0)}) \\ &\quad +(p_{g_i} - c_{g_i}).(D_{(i,i,0,0)} + D_{(0,i,j,0)} + D_{(0,i,0,j)} + D_{(0,2g_i,0,0)})\end{aligned}$$

pour $i, j = 1, 2, i \neq j$. Pour la demande d'électricité et de gaz qui s'adresse à la firme i i.e $D_{(i,i,0,0)}$ on a :

$$\begin{aligned}D_{(i,i,0,0)} &= \exp(-(p_{e_i} + p_{g_i})/\mu)/[\exp(-(p_{e_i} + p_{g_i})/\mu) + \exp(-(p_{e_i} + p_{e_j})/\mu) \\ &\quad + \exp(-(p_{e_i} + p_{g_j})/\mu) + \exp(-(p_{g_i} + p_{e_j})/\mu) + \exp(-(p_{g_i} + p_{g_j})/\mu) \\ &\quad + \exp(-(p_{e_j} + p_{g_j})/\mu) + \exp(-(2.p_{e_i})/\mu) + \exp(-(2.p_{g_i})/\mu) \\ &\quad + \exp(-(2.p_{e_j})/\mu) + \exp(-(2.p_{g_j})/\mu)].\end{aligned}$$

Les autres demandes sont définies de façon similaire, puisque les firmes sont symétriques et pour simplifier $p_{e_i} = p_{e_j} = p_e$ et $p_{g_i} = p_{g_j} = p_g$. Cela nous donne $p_{ei} - c_{e_i} = p_{g_i} - c_{g_i} = 2\mu$ et $\Pi(II, II) = 1,6\mu$.

– Les deux firmes suivent une stratégie mixte (III, III), le profit de la firme i est donné par :

$$\begin{aligned}\Pi_i^{III} &= (p_{e_i} - c_{e_i}).(D_{(i,0,j,0)} + D_{(i,0,0,j)}) + (p_{g_i} - c_{g_i}).(D_{(0,i,j,0)} + D_{(0,i,0,j)}) \\ &\quad +(p_i - c_{e_i} - c_{g_i}).(D_{(i,i,0,0)} + D_{(2e_i,0,0,0)} + D_{(0,2.g_i,0,0)})\end{aligned}$$

pour $i, j = 1, 2, i \neq j$. La firme i fait payer un prix de package lorsqu'un consommateur lui achète une unité de chaque bien ou s'il achète deux unités du même bien.

La demande $D_{(i,0,j,0)}$ pour la firme i est donnée par :

$$\begin{aligned}D_{(i,0,j,0)} &= \exp(-(p_{e_i} + p_{e_j})/\mu)/[\exp(-(p_{e_i} + p_{e_j})/\mu) + \exp(-(p_{e_i} + p_{g_j})/\mu) \\ &\quad + \exp(-(p_{g_i} + p_{e_j})/\mu) + \exp(-(p_{g_i} + p_{g_j})/\mu) + 3\exp(-p_i/\mu) + 3\exp(-p_j/\mu)]\end{aligned}$$

Les autres demandes sont définies de manière équivalente. Pour simplifier et puisque les firmes sont symétriques $p_{e_i} = p_{e_j} = p_e$, $p_{g_i} = p_{g_j} = p_g$ et $p_i = p_g = p$. Cela nous donne $p_{ei} - c_{e_i} = p_{e_j} - c_{e_j} = 2,1546\mu$, $p_{gi} - c_{g_i} = p_{g_j} - c_{g_j} = 2,1546\mu$ et $p_i - c_{e_i} - c_{g_i} = p_j - c_{ej} - c_{g_j} = 2,1546\mu$, en remplaçant ces valeurs dans la fonction de profit on trouve $\Pi(III, III) = 1,1546\mu$.

– Maintenant nous considérons les cas asymétriques. La firme i choisit de suivre la stratégie I (ventes liées pures) et la firme j suit une stratégie II (tarification indépendante). Les profits des deux firmes sont donné par :

$$\begin{aligned}\Pi_i^I &= (p_i - c_{e_i} - c_{g_i}).(D_{(i,i,0,0)} + D_{(i,0,j,0)} + D_{(i,0,0,j)} + D_{(0,i,j,0)} + D_{(0,i,0,j)} \\ &\quad + D_{(2e_i,0,0,0)} + D_{(0,2g_i,0,0)}), \\ \Pi_j^{II} &= (p_{ej} - c_{ej}).(D_{(0,0,j,j)} + D_{(i,0,j,0)} + D_{(0,i,j,0)} + D_{(0,0,2e_j,0)}) \\ &\quad + (p_{g_j} - c_{g_j}).(D_{(0,0,j,j)} + D_{(0,i,0,j)} + D_{(i,0,0,j)} + D_{(0,0,0,2g_j)}).\end{aligned}$$

Références

[1] Adams W.A., Yellen J.L. (1976) : "Commodity Bundling and the Burden of Monopoly" *Quarterly Journal of Economics*, 91, 475-498.

[2] Anderson S.P. , Leruth L (1993) "Why Firms May Prefer not to Price Discriminate via Mixed Bundling" *International Journal of Industrial Organization*, 11(1993), 49-61.

[3] Anderson S.P, Palma A, Thisse J.F (1992) : *Discrete choice theory of product differentiation*, MIT press.

[4] Bernard J-T, Bolduc D., Bélanger D. (1996) : "Quebec residential electricity demand : a microeconometric approch", *Canadian Journal of Economics,* 0008-4085 / 96 / 92-113.

[5] Economides N. (1993) "Mixed Bundling in Duopoly," *Discussion Paper EC-93-29*, Stern School of Business, N.Y.U.

[6] Jacques A. (2003) "La flexibilité technologique : un survol de la littérature", *Revue d'Economie Politique*, 113, 587-624.

[7] McAfee R.P, McMillan J., Whinston M.D. (1989) : "Multiproduct Monopoly, Commodity Bundling, and Correlation of Values," *Quarterly Journal of Economics*, 104, 371-383.

[8] Nalebuff B. (2004) "Bundling as an Entry Barrier", *Quarterly Journal of Economics*, 119(1) : 159-187.

[9] Nesbakken R. (2001) "Energy Consumption for Space Heating : A Discrete-Continous Approch", *Scandinavian Journal of Economics,* 103 (1), 165-184.

[10] Reisinger M. (2004) "The Effects of Product Bundling in Duopoly" *Working Paper*, March 2004, http ://www.vwl.uni-muenchen.de/ls rady/reisinger.html

[11] Schmalensee R. (1984) "Gaussian Demand and Commodity Bundling," *Journal of Business*, 57, 211-230.

[12] Tirole J. (2005), "The Analysis of Tying Cases : A Primer", *Competition Policy International*, vol. 1, n. 1, Spring 2005.