

Biens durables et obsolescence

Armel JACQUES*

6 juin 2018

Contents

1	Introduction	3
2	Tarification d'un bien durable	3
2.1	Problème d'incohérence temporelle d'un monopole	3
2.1.1	Résolution d'un modèle à deux périodes	3
2.1.2	Quelques solutions pour résoudre ou atténuer le problème	8
2.1.3	Dépréciation au cours du temps	9
2.2	Nouveaux consommateurs et prix cycliques	11
2.3	Maintenance du bien	13
2.3.1	Maintenance par les consommateurs	14
2.3.2	Les recettes de maintenance peuvent résoudre le problème d'incohérence temporelle	16
2.4	Oligopole	19
3	Obsolescence des produits	20
3.1	Définitions et débats	20
3.2	Durabilité du bien	22
3.2.1	Indépendance entre durabilité et structure de marché	22
3.2.2	Limites au résultat d'indépendance	26
3.2.3	Solidité du bien et obsolescence planifiée	30
3.2.4	Faut-il obliger les firmes à vendre leur bien ?	33
3.2.5	Solidité du bien et garantie	34
3.2.6	Firme avec préoccupation sociale	36
3.3	Dégradation de la qualité au cours du temps	38
3.3.1	Deux types de consommateurs	38
3.3.2	Continuum de consommateurs	39
3.3.3	Maintenance du bien et "anti-obsolescence"	42
3.3.4	Choix du moment à partir duquel la qualité se dégrade	45
3.3.5	Date de mise au rebut endogène	46
3.3.6	Évolution des possibilités de maintenance	47
3.4	Introduction de nouveaux produits et obsolescence psychologique	48
3.4.1	Amélioration du produit entre les deux périodes	49
3.4.2	Design des produits et appartenance sociale	55
3.4.3	Efforts de marketing et obsolescence psychologique	58
3.5	Incompatibilité entre plusieurs générations de produits	60
3.5.1	Choix de compatibilité	60
3.5.2	Compatibilité ascendante et innovations trop fréquentes	67
3.5.3	Ventes liées et compatibilité	71
3.6	Obsolescence et autres dimensions de la qualité	74

*CEMOI, Université de La Réunion, Faculté de Droit et d'Economie, 15, avenue René Cassin, 97715 Saint-Denis messag cedex 9. Email : Armel.Jacques@univ-reunion.fr.

3.6.1	Sélection adverse sur le marché d'occasion	74
3.6.2	Réputation de ne pas tricher sur la qualité	77
3.7	Études empiriques	78
3.7.1	Éditions révisées de manuels scolaires	78
3.7.2	Redesign des modèles dans l'industrie automobile américaine	80
3.8	Aspects juridiques	82
3.8.1	Textes législatifs	82
3.8.2	Commentaires des juristes	83
4	R&D et innovation	86
4.1	Réduction de coût	86
4.1.1	Monopole :	86
4.1.2	Interactions avec les choix de durabilité dans un oligopole	87
4.2	Amélioration de la qualité	89
4.2.1	Incohérence temporelle des choix de R&D	89
4.2.2	Tendance à sous-investir	93
4.3	Obsolescence des biens et vitesse de l'innovation	95
4.3.1	La durabilité des biens peut bloquer le progrès technique	95
4.3.2	Vitesse de l'innovation et obsolescence programmée	96
4.4	Timing d'introduction des nouveaux produits	98
5	Gamme de produits	99
5.1	Ligne de produits	100
5.2	Plusieurs qualités	102
5.2.1	Réduire les ventes futures pour résoudre le problème d'engagement	102
5.2.2	Biens dégradés (<i>damaged goods</i>)	104
5.2.3	La qualité faible ne peut être introduite qu'en seconde période	105
6	Marchés d'occasion	106
6.1	Sélection adverse	106
6.2	Location du bien pour supprimer l'asymétrie d'information	110
6.2.1	Deux types de consommateurs	110
6.2.2	Continuum de consommateurs	112
6.3	Escompte hyperbolique	114
6.4	Marché d'occasion et possibilités de collusion	116
6.5	Études empiriques	118
7	Impact environnemental des biens durables	118
7.1	Location vs vente	119
7.2	Taxation de la pollution et durabilité du bien	121
8	Conseils de lecture	123

1 Introduction

2 Tarification d'un bien durable

2.1 Problème d'incohérence temporelle d'un monopole

Coase (1972) s'est intéressé au problème de tarification d'un monopole vendant un bien durable. Il prend l'exemple d'une personne qui posséderait la totalité des terrains des USA. Le comportement classique d'un monopole consiste à réduire la quantité vendue afin de provoquer une hausse du prix de vente. Mais, si le bien est durable, la firme est ensuite incitée à vendre la quantité qu'elle a conservée, afin d'obtenir des recettes additionnelles. Elle le fait progressivement jusqu'à atteindre le prix concurrentiel. Cependant, si les acheteurs potentiels anticipent que des quantités supplémentaires vont régulièrement être mises sur le marché et que le prix va baisser, alors ils préfèrent attendre et refuseront d'acheter à un prix supérieur au prix concurrentiel.

Le monopole peut envisager plusieurs solutions pour remédier à ce problème. Il peut s'engager par contrat auprès des premiers acheteurs à ne pas vendre d'unités supplémentaires dans le futur. Pour s'engager à ne pas baisser le prix, il peut s'engager à racheter les premières unités vendues à un prix légèrement inférieur au prix de monopole aux premiers acheteurs s'ils le souhaitent. Une autre possibilité consiste à louer le bien au lieu de le vendre. Le monopole peut aussi rendre le bien non durable en réduisant sa durée de vie. Cette possibilité revient alors formellement à louer le bien.

2.1.1 Résolution d'un modèle à deux périodes

Bulow (1982) reprend le problème soulevé par Coase (1972). Il exclut par hypothèse la possibilité que le monopole puisse louer le bien. Plusieurs raisons sont avancées, notamment des problèmes d'aléa moral dans l'entretien du bien par l'utilisateur, la nécessité pour l'utilisateur de modifier le bien (acier, diamants, etc), l'obligation imposée par les autorités de la concurrence de vendre le bien, etc. Le produit a une durée de vie infinie. La demande inverse, à chaque période, pour les services délivrés par le bien durable est égale à $p = \alpha - \beta q$, où q est le stock de bien durable. Il existe un marché de "seconde main" pour le bien. Le monopole vend les unités du bien durable qu'il produit. Ces unités peuvent ensuite être utilisées par leur acheteur ou revendues ou louées. Bien que le monopole ne soit pas autorisé à louer son bien, des firmes peuvent se spécialiser dans la location sur le marché secondaire. Ces firmes sont supposées avoir un comportement concurrentiel. Du fait de ce marché secondaire, il n'y a pas de discrimination possible entre les différents utilisateurs au cours d'une même période. p correspond donc au prix auquel le service peut être obtenu en louant le bien au cours de la période. Les consommateurs sont supposés très nombreux et ont donc un comportement concurrentiel. Le coût marginal de production c est constant.

L'auteur commence par analyser un modèle ne comprenant que deux périodes. L'hypothèse cruciale est que le nombre de périodes est fini, ce qui permet une résolution récursive du modèle.

Coût marginal exogène : L'auteur commence par supposer que le coût marginal de production c est exogène. Pour alléger les formules, il pose $c = 0$. L'auteur considère successivement trois structures de marché.

Si la production du bien est assurée par une industrie concurrentielle, on a :

$$q_1^C = \frac{\alpha}{\beta} \quad \text{et} \quad q_2^C = 0$$

Le niveau de production permettant d'égaliser le prix au coût marginal est atteint dès la première période et la production est nulle en seconde période. Le prix de location d'une unité du bien est nul pour chacune des périodes. Les firmes réalisent des profits nuls.

Si la production est détenue par un monopole qui a la possibilité de louer le bien, on a :

$$q_1^R = \frac{\alpha}{2\beta} \quad \text{et} \quad q_2^R = 0$$

Un monopole loueur choisit aussi de produire en période 1, mais pas en période 2. Il loue le bien à un prix $\alpha/2$ et réalise à chaque période un profit égal à $\alpha^2/4\beta$. Le profit actualisé est égal à $\Pi^R = \frac{2+r}{1+r} \frac{\alpha^2}{4\beta}$, où r est le taux d'intérêt.

Si la production est assurée par un monopole ne pouvant pas que vendre le bien, le problème devient légèrement plus complexe. On commence par résoudre la seconde période du jeu en supposant que le monopole a produit \bar{q}_1^S à la première période (cette production est toujours présente sur le marché secondaire). A la période 2, la demande résiduelle s'adressant au monopole est égale à :

$$p = \alpha - \beta\bar{q}_1^S - \beta q_2^S$$

La quantité q_2^S permettant de maximiser le profit de seconde période est déterminée par :

$$\begin{aligned} \pi_2^S &= (\alpha - \beta\bar{q}_1^S - \beta q_2^S) q_2^S \\ \frac{\partial \pi_2^S}{\partial q_2^S} (\cdot) &= \alpha - \beta\bar{q}_1^S - 2\beta q_2^S = 0 \Leftrightarrow q_2^S = \frac{\alpha - \beta\bar{q}_1^S}{2\beta} = \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha}{\beta} - \bar{q}_1^S \right) \end{aligned}$$

A la période 1, les acheteurs potentiels anticipent le niveau de production qui sera choisi par le monopole à la période 2 et donc ils anticipent le prix auquel le bien pourra être loué à la période 2. Le prix qu'un acheteur est prêt à payer une unité du bien à la période 1 est égal au prix de location de la période 1 auquel

s'ajoute le prix de location de la période 2 actualisé. D'où :

$$\begin{aligned} p_1 &= (\alpha - \beta q_1^S) + \frac{\alpha - \beta q_1^S - \beta q_2^S (q_1^S)}{1+r} = (\alpha - \beta q_1^S) + \frac{\alpha - \beta q_1^S - \beta \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha}{\beta} - q_1^S \right)}{1+r} \\ &= (\alpha - \beta q_1^S) + \frac{\alpha - \beta q_1^S - \frac{1}{2} (\alpha - \beta q_1^S)}{1+r} = (\alpha - \beta q_1^S) + \frac{\alpha - \beta q_1^S}{2(1+r)} \end{aligned}$$

Le problème de maximisation du profit intertemporel du monopole est donc :

$$\begin{aligned} \Pi^S &= q_1^S p_1^S (q_1^S) + \frac{1}{1+r} (\alpha - \beta q_1^S - \beta q_2^S) q_2^S \\ &= q_1^S \left[(\alpha - \beta q_1^S) + \frac{\alpha - \beta q_1^S}{2(1+r)} \right] + \frac{1}{1+r} \left[\alpha - \beta q_1^S - \beta \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha}{\beta} - q_1^S \right) \right] \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha}{\beta} - q_1^S \right) \\ &= q_1^S \left[(\alpha - \beta q_1^S) + \frac{\alpha - \beta q_1^S}{2(1+r)} \right] + \frac{1}{1+r} \left[\alpha - \beta q_1^S - \frac{1}{2} (\alpha - \beta q_1^S) \right] \frac{1}{2\beta} (\alpha - \beta q_1^S) \\ &= q_1^S \left[\frac{3+2r}{2(1+r)} \right] (\alpha - \beta q_1^S) + \frac{1}{1+r} \frac{1}{4\beta} (\alpha - \beta q_1^S)^2 \\ \\ \frac{d\Pi^S}{dq_1^S} &= \left[\frac{3+2r}{2(1+r)} \right] (\alpha - \beta q_1^S) - \beta q_1^S \left[\frac{3+2r}{2(1+r)} \right] - 2\beta \frac{1}{1+r} \frac{1}{4\beta} (\alpha - \beta q_1^S) \\ &= \frac{1}{1+r} \left[\frac{3+2r}{2} (\alpha - \beta q_1^S) - \beta q_1^S \frac{3+2r}{2} - \frac{1}{2} (\alpha - \beta q_1^S) \right] \\ \\ &= \frac{1}{2(1+r)} [(3+2r)(\alpha - 2\beta q_1^S) - (\alpha - \beta q_1^S)] = \frac{1}{2(1+r)} [(3+2r)\alpha - (6+4r)\beta q_1^S - (\alpha - \beta q_1^S)] \\ &= \frac{1}{2(1+r)} [(2+2r)\alpha - (5+4r)\beta q_1^S] = \alpha - \frac{(5+4r)}{2(1+r)} \beta q_1^S \\ \\ \frac{d\Pi^S}{dq_1^S} = 0 &\Leftrightarrow \alpha - \frac{(5+4r)}{2(1+r)} \beta q_1^S = 0 \Leftrightarrow q_1^S = \frac{2(1+r)\alpha}{5+4r} \frac{1}{\beta} \end{aligned}$$

On remplace dans l'expression de q_2^S :

$$q_2^S = \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha}{\beta} - q_1^S \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha}{\beta} - \frac{2(1+r)\alpha}{5+4r} \frac{1}{\beta} \right) = \frac{5+4r-2(1+r)}{5+4r} \frac{\alpha}{2\beta} = \frac{3+2r}{5+4r} \frac{\alpha}{2\beta}$$

On peut maintenant calculer le profit intertemporel du monopole :

$$\Pi^S = q_1^S p_1^S (q_1^S) + \frac{1}{1+r} (\alpha - \beta q_1^S - \beta q_2^S) q_2^S = q_1^S \left[\frac{3+2r}{2(1+r)} \right] (\alpha - \beta q_1^S) + \frac{1}{1+r} \frac{1}{4\beta} (\alpha - \beta q_1^S)^2$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{2(1+r)}{5+4r} \frac{\alpha}{\beta} \left[\frac{3+2r}{2(1+r)} \right] \left(\alpha - \beta \frac{2(1+r)}{5+4r} \frac{\alpha}{\beta} \right) + \frac{1}{1+r} \frac{1}{4\beta} \left(\alpha - \beta \frac{2(1+r)}{5+4r} \frac{\alpha}{\beta} \right)^2 \\
&= \left[\frac{3+2r}{5+4r} \left(\frac{5+4r-2(1+r)}{5+4r} \right) + \frac{1}{1+r} \frac{1}{4} \left(\frac{5+4r-2(1+r)}{5+4r} \right)^2 \right] \frac{\alpha^2}{\beta} \\
&= \left[\frac{3+2r}{5+4r} \left(\frac{3+2r}{5+4r} \right) + \frac{1}{1+r} \frac{1}{4} \left(\frac{3+2r}{5+4r} \right)^2 \right] \frac{\alpha^2}{\beta} = \left(1 + \frac{1}{4(1+r)} \right) \left(\frac{3+2r}{5+4r} \right)^2 \frac{\alpha^2}{\beta} \\
&= \frac{5+4r}{4(1+r)} \left(\frac{3+2r}{5+4r} \right)^2 \frac{\alpha^2}{\beta} = \frac{(3+2r)^2}{4(1+r)(5+4r)} \frac{\alpha^2}{\beta}
\end{aligned}$$

On peut vérifier que ce profit est inférieur à celui réalisé par un monopole louant le bien :

$$\begin{aligned}
\Pi^S < \Pi^R &\Leftrightarrow \frac{(3+2r)^2}{4(1+r)(5+4r)} \frac{\alpha^2}{\beta} < \frac{2+r}{1+r} \frac{\alpha^2}{4\beta} \Leftrightarrow (3+2r)^2 < (2+r)(5+4r) \\
&\Leftrightarrow 9+12r+4r^2 < 10+8r+5r+4r^2 \Leftrightarrow 0 < 1+r
\end{aligned}$$

Ne pas pouvoir louer le bien et être limité à uniquement pouvoir le vendre réduit le bénéfice intertemporel du monopole. Le bénéfice du monopole ne tombe cependant pas à 0, comme dans la conjecture de Coase, car l'existence de périodes discrètes donne au monopole un certain pouvoir d'engagement sur sa politique de prix. Il ne peut pas réduire immédiatement son prix. Une réduction du prix ne peut intervenir qu'à la période suivante, donc après un certain temps pour les consommateurs.

Coût marginal endogène et obsolescence : L'auteur rend ensuite le coût marginal c endogène. Au début de la première période, le monopole choisit un niveau d'investissement qui détermine son coût unitaire de production. Formellement, il choisit la valeur de c et doit payer un coût fixe $F(c)$, qui est une fonction décroissante de c .

Augmenter c permet à la firme de s'engager à produire une quantité q_2^S plus faible dans le futur. Cela permet d'obtenir un prix p_1 plus élevé pour la quantité q_1^S mise en vente à la première période du jeu. Le choix de c par un monopole ne pouvant que vendre le bien sera généralement différent de celui d'un monopole pouvant louer le bien. Le monopole contraint de vendre le bien est incité à choisir un c plus élevé pour s'engager à produire moins plus tard. Le monopole peut donc investir moins dans la réduction des coûts lorsqu'il vend le bien que lorsqu'il le loue, en dépit du fait qu'il produit généralement plus dans le premier cas que dans le second.

L'auteur présente aussi une variante où le monopole a le choix entre deux technologies. La première permet de produire un bien dont la durée de vie est de deux périodes à un coût unitaire normalisé à 0. La seconde permet de produire le même type de bien, mais ayant une durée de vie limitée à une seule période, avec un coût unitaire $c > 0$. Si c n'est pas trop élevé, le monopole choisit la seconde technologie bien qu'elle augmente les coûts de production. Produire des biens de durée plus faible permet au monopole de se

comporter comme un monopole qui louerait le bien au lieu de le vendre, ce qui lui permet d'augmenter ses profits¹.

Contrainte de capacités : L'auteur présente aussi une version du modèle avec un horizon infini. La firme peut choisir une capacité de production (par période) au début du jeu et peut l'étendre ensuite, mais ne peut pas la réduire. L'auteur retient une fonction de demande isoélastique pour rendre le problème stationnaire. Le monopole a intérêt à choisir une capacité de production restreinte. Il produit ensuite à chaque période au maximum de cette capacité, mais n'augmente jamais sa capacité de production. Le profil de production est donc assez différent de celui d'un monopole qui pourrait louer le bien. Ce dernier produirait plus à la première période. Mais, il ne produirait plus rien ensuite. L'auteur trouve que le surplus des consommateurs est plus élevé lorsque le monopole est autorisé à louer le bien. Lorsque le monopole doit vendre le bien, la quantité totale produite devient plus élevée après un certain temps, mais la perte de surplus des consommateurs due à une production plus faible lors des premières périodes domine le gain d'un stock de biens plus élevé après un certain temps.

Effet sur le surplus social de l'obligation de vendre le bien : Les autorités antitrust américaines sont intervenues dans différents cas (*U.S. v. United Shoe Machinery*, *U.S. v. American Can*) pour obliger des firmes à vendre leurs biens, alors qu'elles se limitaient auparavant à le louer.

Malueg et Solow (1989) discutent les effets sur le surplus social de cette obligation en s'appuyant sur le modèle de Bulow (1982). Dans ce modèle, le monopole produit moins en première période lorsqu'il vend le bien que lorsqu'il le loue. Mais, en seconde période, le monopole produit une quantité additionnelle s'il vend le bien tandis qu'il ne produit rien en seconde période s'il le loue. La quantité totale produite est plus élevée lorsque le monopole vend le bien. Les calculs montrent que le surplus social est plus élevé lorsque le bien est vendu que lorsqu'il est loué. Malueg et Solow (1989) montrent, cependant, que ce résultat peut être inversé avec une autre fonction de demande. Ils remplacent la fonction de demande linéaire par une fonction de demande composée de deux segments de droite. Au delà d'un certain niveau de production le prix décroît plus vite lorsque la quantité augmente. Les auteurs placent le point d'inflexion au niveau de la quantité choisie par le monopole lorsqu'il peut louer le bien. Lorsque le monopole vend le bien, il souhaite s'engager à ne pas produire une quantité située sur le second segment de la fonction de demande. Il réduit donc plus sa production de première période que lorsque la demande est linéaire pour être incité en seconde période à rester sur le premier segment de la fonction de demande, malgré son problème d'incohérence temporelle. Dans ce modèle, la production totale du monopole n'augmente pas lorsqu'il est obligé de vendre le bien. La réduction de la production du monopole en première période et la non augmentation de la production totale entraînent une réduction du surplus des consommateurs et du surplus social. Dans ce modèle, l'obligation

¹L'auteur a développé ce point dans Bulow (1986). Voir plus bas.

de vendre le bien provoque une dégradation du surplus de tous les agents (profit du monopole et surplus des consommateurs).

2.1.2 Quelques solutions pour résoudre ou atténuer le problème

Remboursement en cas de baisse des prix : Butz (1990) avance que le monopole peut employer une clause de *best-price provision* pour éliminer son problème d'incohérence temporelle². Par cette clause, le monopole s'engage à faire bénéficier un consommateur actuel d'une éventuelle baisse de prix futur. Si le prix baisse de p_1 à p_2 entre les périodes 1 et 2, les acheteurs de la période 1 peuvent demander un remboursement égal à $p_1 - p_2$. Ce type de clause peut supprimer les incitations du monopole à réduire son prix au cours du temps et donc peut lui permettre de s'engager sur un sentier de prix futurs.

L'auteur souligne aussi que cette clause peut être utile pour partager le risque entre la firme et les consommateurs en cas d'incertitude sur les périodes futures. Les consommateurs sont assurés contre une perte de valeurs de leur unité du bien durable et le risque est transféré vers la firme. La clause peut aussi être efficace si les consommateurs ont une mauvaise connaissance du marché. En cas de mauvaise connaissance du marché par les consommateurs, il est plus efficace que la firme offre une garantie sur le prix futur que sur ses volumes de production futurs.

En revanche, la clause montre des limites si le bien futur n'est pas identique au bien présent. En cas de progrès technique et d'augmentation de la qualité au cours du temps, il est plus difficile de résoudre le problème d'incohérence temporelle du monopole avec ce type de clause.

Rationnement de la demande : Denicolò et Garella (1999) avancent qu'il peut être dans l'intérêt d'un monopole incapable de s'engager sur le niveau de ses prix dans le futur de rationner la demande³.

Le modèle reprend la structure de celui de Bulow (1982). Il y a deux périodes. L'utilité obtenue par un consommateur utilisant une unité du bien pendant une période est égale à θ . Cette valeur change d'un consommateur à l'autre. θ est distribué sur $[0, \bar{\theta}]$ selon la fonction de répartition $F(\theta)$. L'originalité de l'article est d'autoriser le monopole, en première période, à choisir non seulement un prix p_1 , mais aussi une probabilité $\gamma(\theta)$ qu'un consommateur de type θ soit rationné (c'est-à-dire que ce consommateur n'obtienne pas une unité du bien alors qu'il souhaite l'acheter). L'objectif de rationner les consommateurs en période 1 est de ne pas vendre à certains consommateurs ayant un θ élevé tout en vendant à certains consommateurs ayant un θ plus faible. Le rationnement en première période modifie la composition de la demande en seconde période et peut constituer un engagement crédible à fixer un prix plus élevé en seconde période.

Cet objectif ne peut pas être atteint si le rationnement suit la règle de rationnement efficient (selon laquelle

²Voir aussi Png (1991).

³Voir aussi Van Cayseele (1991) et De Graba (1995).

les consommateurs ayant les θ les plus élevés sont les premiers servis). Le rationnement ne peut pas non plus atteindre son objectif s'il existe un marché d'occasion. Enfin, si tous les consommateurs sont identiques, cette stratégie ne peut pas non plus permettre d'augmenter les profits intertemporels du monopole. Dans ces trois cas, le monopole n'a aucun intérêt à rationner la demande en première période.

Les auteurs supposent que le rationnement est un rationnement proportionnel. Ils supposent aussi que θ est uniformément distribué sur $[0, 1]$. Ce qui génère une demande linéaire : $q = 1 - p$, pour les services du bien. Les auteurs montrent que si δ (le facteur d'actualisation) est suffisamment élevé, il existe des équilibres avec rationnement qui donnent un profit intertemporel plus élevé au monopole que l'équilibre sans rationnement. Bien qu'il y ait du rationnement en période 1, les ventes de la période 1 sont plus élevées que dans l'équilibre sans rationnement. Le nombre de consommateurs souhaitant acheter le bien dans l'équilibre avec rationnement augmente plus que le nombre d'unités vendues. Il y a donc bien du rationnement. La quantité vendue sur l'ensemble des deux périodes est plus faible que dans l'équilibre sans rationnement. La demande de la seconde période chute plus fortement, du fait de la hausse du prix de seconde période, que les ventes de première période n'ont augmenté.

Les auteurs étudient aussi l'impact du rationnement sur le surplus social. A priori, il est ambigu. La quantité totale vendue diminue, ce qui est de nature à réduire le surplus social. En revanche, la quantité vendue en période 1 augmente. Certains consommateurs peuvent donc utiliser le bien pendant les deux périodes, alors qu'ils ne l'auraient obtenu qu'en seconde période dans l'équilibre sans rationnement. Les auteurs trouvent qu'avec une demande linéaire le premier effet domine. Le rationnement réduit le surplus social. Cependant, avec d'autres fonctions de demande, on peut construire des exemples où le rationnement augmente le surplus social.

Les auteurs considèrent ensuite un modèle avec trois périodes. Le nombre de cas où le rationnement permet d'augmenter les profits intertemporels du monopole diminue. Mais, il est encore possible de construire des cas où le rationnement permet d'accroître les profits intertemporels du monopole.

2.1.3 Dépréciation au cours du temps

Bond et Samuelson (1984) reprennent le problème d'un monopole produisant un bien durable, mais ils supposent que le bien se déprécie au cours du temps à un taux δ . Après une période t , pour une unité initiale de bien, il ne reste plus que $e^{-\delta t}$ unité du bien en état de fonctionnement.

Le modèle est un modèle en temps discret. Le nombre de périodes est infini et la durée s'écoulant entre deux périodes est notée z . La demande inverse pour le service délivré par le bien est identique d'une période à l'autre. Elle est égale à $f(Q) = \alpha - \beta Q$. Le bien est produit avec un coût marginal constant c .

Les auteurs commencent par déterminer le stock de bien à l'équilibre stationnaire lorsque l'industrie est

concurrentielle. Ils calculent ensuite le stock de bien choisi par un monopole qui loue le bien au lieu de le vendre. En comparant les deux stocks, les auteurs trouvent que le stock de biens d'un monopole louant le bien est égal à la moitié du stock d'une industrie concurrentielle. On retrouve les résultats habituels, le monopole restreint les quantités pour provoquer une hausse du prix et la location du bien permet au monopole d'éliminer le problème d'incohérence temporelle.

Les auteurs déterminent ensuite la stratégie de production d'un monopole vendant le bien durable et confronté à des consommateurs ayant des anticipations rationnelles. Ils trouvent que le stock de biens choisi par le monopole est le stock d'une industrie concurrentielle divisé par :

$$\gamma(z, \delta) = 1 + (1 - e^{-\delta z}) \left(1 - e^{-(r+2\delta)z}\right)^{-1/2}$$

$\gamma(z, 0) = 1$. Lorsque le bien ne se déprécie pas, le stock de biens produit par le monopole est identique au stock de biens d'une industrie concurrentielle à l'équilibre stationnaire. On retrouve le résultat de Stokey.

$\frac{\partial \gamma(z, \delta)}{\partial \delta} > 0$. Lorsque le bien se déprécie au cours du temps ($\delta > 0$), le stock de bien à l'équilibre stationnaire du monopole est plus faible que celui d'une industrie concurrentielle. La dépréciation du bien génère des "ventes de remplacement" (*replacement sales*). A chaque période, le monopole a la possibilité de baisser son prix de vente pour vendre le bien à de nouveaux consommateurs. Mais, il peut aussi maintenir son prix constant et se limiter à vendre le bien à des consommateurs qui l'ont déjà acheté dans le passé et qui souhaitent remplacer des unités qui sont tombées en panne. Ses ventes de remplacement viennent enrayer la dynamique de baisse du prix au cours du temps et donnent une incitation au monopole pour ne pas baisser son prix de vente en dessous d'un certain seuil. Plus z et δ sont élevés et plus les ventes de remplacement sont importantes par rapport aux nouvelles ventes potentielles. L'écart entre le monopole et la concurrence augmente quand δ augmente. Quand δ tend vers $+\infty$, $\gamma(z, \delta)$ tend vers 2 et le comportement du monopole vendant le bien tend vers le comportement du monopole louant le bien.

Les auteurs montrent cependant que si la durée des périodes est trop courte, les ventes de remplacement ne permettent pas d'enrayer la chute du prix du bien vers le prix concurrentiel. Si z tend vers 0, $\gamma(z, \delta)$ tend vers 1 (pour une valeur finie de δ). Si z tend vers 0, au cours de chaque période très peu de biens se sont dépréciés et les ventes de remplacement sont très faibles par rapport aux nouvelles ventes potentielles. Le monopole n'est plus en mesure de convaincre les consommateurs qu'il ne va pas baisser son prix au cours du temps et donc le monopole est obligé de tendre vers le prix concurrentiel pour convaincre les consommateurs d'acheter.

Les auteurs mentionnent que le monopole a intérêt à manipuler la durabilité du bien et à rendre sa dépréciation plus rapide, mais ils ne traitent pas ce problème.

Contrainte de capacités : Si z tend vers 0 et si δ a une valeur finie, le comportement du monopole vendant le bien tend vers le comportement concurrentiel. Les auteurs étudient la possibilité pour le monopole d'échapper à ce problème en s'imposant une contrainte de capacité. Pour rendre les choses plus complexes pour le monopole, les auteurs supposent $z = 0$. Ils passent donc à un modèle en temps continu. Le monopole a la possibilité au début du jeu de s'imposer $q_t \leq \bar{q}$ où \bar{q} est choisi librement, mais ne peut pas être modifié au cours du jeu. Limiter la production a l'avantage à long terme de ne pas permettre d'augmenter le stock du bien dès que les ventes de remplacement atteignent \bar{q} . En revanche, limiter la production présente l'inconvénient à court terme de ralentir la mise en place du stock de biens correspondant à l'équilibre stationnaire. Le monopole doit renoncer à des profits de court terme pour augmenter ses profits à plus long terme. Les auteurs montrent que cette stratégie est rentable si et seulement si $r < 2\delta$. Si le taux de dépréciation est important et le taux d'intérêt faible, le monopole a intérêt à choisir un \bar{q} faible qui va l'empêcher d'atteindre le stock de biens d'une industrie concurrentielle. δ doit être élevé pour que les ventes de remplacement génère un flux de profit suffisamment important à long terme et r doit être faible pour que ses profits de long terme compensent la baisse des profits de court terme due à une accumulation très lente du stock de biens. Si $r > 2\delta$, le monopole préfère préserver ses profits de court terme. Il peut choisir une accumulation plus lente que celle d'une industrie concurrentielle, mais à l'équilibre stationnaire, le stock de bien du monopole est le même que celui d'une industrielle concurrentielle.

2.2 Nouveaux consommateurs et prix cycliques

Monopole : Conlisk, Gerstner et Sobel (1984) montrent que, si de nouveaux consommateurs apparaissent régulièrement sur le marché, un monopole adopte une politique de prix cycliques avec des périodes de soldes qui interviennent à intervalles réguliers.

Un monopole produit un bien durable, ayant une durée de vie infinie, à un coût marginal constant $c = 0$. N nouveaux consommateurs apparaissent sur ce marché au début de chaque période. Une proportion α de ces consommateurs retire une satisfaction V_h de l'utilisation d'une unité du bien pendant une période. La proportion complémentaire obtient une satisfaction plus faible $V_l < V_h$ lorsqu'elle utilise le bien pendant une période. Lorsqu'un consommateur achète une unité du bien, il la conserve indéfiniment. Il n'y a pas de marché d'occasion sur lequel les consommateurs pourraient revendre leur unité du bien durable. Un consommateur qui achète une unité "disparaît" donc du modèle. En revanche, un consommateur qui n'achète pas le bien au cours d'une période reste dans le modèle jusqu'à ce qu'il achète une unité. Les consommateurs qui n'ont pas acheté au cours des périodes précédents s'accumulent et s'ajoutent aux N nouveaux consommateurs qui apparaissent chaque période.

Les auteurs montrent que le monopole adopte à l'équilibre un cycle de prix durant T périodes, à la

période j le prix est égal à (δ_c correspond au facteur d'actualisation des consommateurs) :

$$p_j = \left(1 - \delta_c^{T-j}\right) \frac{V_h}{1 - \delta_c} + \delta_c^{T-j} \frac{V_l}{1 - \delta_c}$$

Toutes les T périodes, le bien est vendu au prix $\frac{V_l}{1 - \delta_c}$. Ce qui correspond exactement à la disposition à payer des consommateurs ayant une évaluation faible du bien. Toutes les T périodes, le bien est vendu à un prix suffisamment faible pour que tous les consommateurs présents à cette date dans le modèle choisissent d'acheter le bien. Le "stock" de consommateurs tombe alors à zéro et le modèle est "ré-initialisé". Au cours des $T - 1$ autres périodes du cycle, le monopole fixe un prix plus élevé et il ne vend qu'aux consommateurs ayant une évaluation élevée du bien. Le prix est tel que ces consommateurs sont indifférents entre acheter le bien immédiatement et attendre la (ou les) période(s) suivante(s). Le prix est donc le plus élevé en période 1 et il décline régulièrement au cours du cycle jusqu'à la période T . Au cours du cycle, le "stock" de consommateurs ayant une faible évaluation du bien augmente jusqu'à la période T , où tous profitent des soldes pour acheter une unité du bien.

Le problème d'incohérence temporelle du monopole est aussi présent dans ce modèle, si le monopole ne peut pas s'engager à l'avance sur sa politique de prix futurs le cycle est plus court que s'il peut le faire. Sans engagement, T est plus faible que la valeur qui maximise le profit intertemporel du monopole. Si le monopole a la capacité de s'engager dès le début du jeu sur l'ensemble de ses prix futurs, le cycle de prix disparaît si $\alpha V_h > V_l$. Dans ce cas, le monopole s'engage à ne jamais vendre aux consommateurs ayant une évaluation pour le bien faible et le prix est égal à $\frac{V_h}{1 - \delta_c}$ à chaque période. Le monopole a cependant intérêt à revenir sur cet engagement lorsque le stock de consommateurs ayant une faible évaluation du bien est suffisamment important.

Voir aussi Sobel (1991).

Oligopole : Sobel (1984) reprend le modèle précédent, mais en supposant que n firmes produisent le bien durable. Les biens produits par les différentes firmes sont homogènes.

L'auteur commence par caractériser les équilibres "simples". Par "simples", il entend que les stratégies des firmes ne dépendent que des proportions des deux types de consommateurs dans la demande au cours de la période. Les équilibres "simples" excluent que les prix dépendent des prix des périodes passées. Il n'est donc pas possible de mettre en place des formes de collusion. Pour simplifier la résolution du modèle, l'auteur impose de nouvelles hypothèses par rapport au modèle précédent. Notamment, il suppose que les consommateurs ayant une évaluation élevée du bien sont très impatients ($\delta_c^h = 0$) et achètent dès que le prix est inférieur ou égal à leur disposition à payer. Ils ne reportent jamais leur achat pour obtenir un prix plus faible plus tard. En outre, ces consommateurs sont loyaux à une firme⁴. Une firme est donc certaine d'attirer

⁴Sans une hypothèse de ce type, les firmes choisissent $p = 0$ à chaque période.

$\frac{\alpha}{n}N$ consommateurs de type h à chaque période si elle fixe un prix inférieur à leur disposition à payer. Les firmes ne se font donc pas concurrence pour les consommateurs de type h et sont en concurrence uniquement pour les consommateurs de type l . A chaque période, les firmes doivent donc choisir entre fixer un prix élevé et vendre uniquement aux consommateurs de type h qui leur sont loyaux ou fixer un prix beaucoup plus faible et essayer d'attirer en outre la totalité du stock de consommateurs de type l . L'auteur montre qu'on retrouve une sorte de cycle. En début de cycle, toutes les firmes fixent un prix élevé. Lorsque le stock de consommateurs de type l dépasse une certaine proportion de la demande totale, les firmes basculent sur des stratégies mixtes. A chaque période, elles fixent un prix élevé avec une certaine probabilité et tirent au hasard leur prix dans un intervalle de prix faible avec la probabilité complémentaire. La durée des cycles est donc aléatoire et les prix lors des périodes de soldes sont aussi aléatoires. Lors d'une période de soldes, plusieurs firmes conservent généralement des prix élevés pour exploiter leur demande captive tandis qu'une autre firme ou d'autres firmes choisissent aléatoirement des prix faibles pour essayer d'attirer la totalité des consommateurs de type l . Après une période de soldes, le stock de consommateurs de type l retombe à zéro et un nouveau cycle commence. Les firmes fixent de nouveau toutes des prix élevés jusqu'à ce que le stock de consommateurs de type l soit de nouveau important.

L'auteur introduit ensuite la possibilité pour les firmes de passer un accord de collusion en conditionnant les prix d'une période aux prix des périodes précédentes. Dans cette section, l'auteur abandonne l'hypothèse que les consommateurs de type h sont toujours loyaux à une même firme. Si le facteur d'actualisation des firmes (δ_f) est suffisamment élevé, l'équilibre prend la forme suivante. On retrouve un cycle de T périodes. Pendant $T - 1$ périodes, les firmes fixent un prix élevé et ne vendent qu'aux consommateurs de type h . Pendant la période T , toutes les firmes baissent leur prix à $\frac{V_l}{1-\delta_c}$. Tous les consommateurs de type l achètent une unité du bien durable durant cette période de soldes. Le modèle est ré-initialisé et un nouveau cycle de T périodes s'enclenche.

2.3 Maintenance du bien

La durabilité du bien est aussi fonction des efforts d'entretien et de maintenance. Si les consommateurs utilisent le bien avec précaution et l'entretiennent, sa durée de vie sera plus longue. Les firmes peuvent influencer le niveau de maintenance des consommateurs. Elles peuvent rendre les biens plus ou moins faciles à démonter et à réparer (il est difficile de démonter des appareils dont certaines pièces sont soudées plutôt que vissées). Les firmes peuvent aussi choisir de vendre ou non certaines pièces détachées. Les firmes peuvent donc essayer de réduire la durée de vie des biens en essayant de rendre plus coûteuse leur maintenance. Mann (1992) montre que ce n'est pas nécessairement le cas, car des biens plus faciles à entretenir pourront initialement être vendus plus chers. Morita et Waldman (2004) avancent eux que la maintenance des unités déjà vendues peut représenter une source de revenus importante pour une firme produisant des biens durables.

Ces recettes d'entretien peuvent permettre à un monopole vendant un bien durable de s'engager à ne pas augmenter le stock du bien durable dans le futur.

2.3.1 Maintenance par les consommateurs

Mann (1992) introduit la possibilité pour les utilisateurs du bien de réaliser des efforts de maintenance pour réduire la probabilité que le bien tombe en panne. Il montre qu'une firme, en position de monopole sur la vente des unités neuves du bien, a parfois intérêt à réduire les coûts de maintenance des consommateurs, car elle pourra vendre plus chère les unités neuves du bien. Les profits du monopole peuvent donc augmenter, même si ses ventes totales diminuent.

Le modèle comprend deux périodes. Une firme, en position de monopole, produit le bien durable avec un coût marginal constant c . Au début de chaque période, le monopole choisit la quantité d'unités neuves qu'il souhaite vendre. La durée de vie des unités du bien est aléatoire. Les unités neuves fonctionnent toujours avec probabilité 1. En revanche, une unité usagée (dans sa seconde période de vie) fonctionne avec la probabilité ρ et tombe en panne en cours de période avec la probabilité complémentaire $(1 - \rho)$. ρ mesure donc la durabilité du bien. Cette probabilité peut être influencée par les efforts de maintenance m de l'utilisateur du bien pendant la première période. L'entretien et la maintenance se font au cours de la première période du jeu et les pannes n'arrivent potentiellement qu'au cours de la seconde période. Les consommateurs forment un continuum. Un consommateur i est caractérisé par son type θ_i . Les θ_i sont distribués uniformément sur $[0; 1]$. Un consommateur i retire une utilité θ_i de l'utilisation d'une unité du bien durable qui fonctionne. En période 1, chaque consommateur choisit d'acheter ou non une unité neuve du bien durable. Si un consommateur achète une unité du bien, il choisit son effort m d'entretien. La maintenance engendre un coût $k(m)$ pour ce consommateur. Au début de la période 2, les consommateurs peuvent conserver l'unité du bien durable qu'ils possèdent ou la vendre sur un marché d'occasion. Ils peuvent acheter une unité neuve auprès de la firme ou une unité usagée sur le marché d'occasion. Le marché d'occasion fonctionne de façon concurrentielle. Les acheteurs potentiels peuvent observer (avant l'achat) le niveau d'entretien m dont l'unité proposée à la vente a bénéficié au cours de la première période.

L'auteur commence par déterminer l'équilibre du jeu en l'absence de maintenance par les consommateurs. Les consommateurs se répartissent en quatre groupes. Ceux ayant un θ_i très élevé achètent une unité neuve au début de chaque période et vendent une unité usagée au début de la seconde période. Un autre groupe achète une unité neuve en période 1 et la conserve deux périodes. Les autres individus ne consomment pas le bien en période 1. En période 2, certains achètent une unité usagée sur le marché d'occasion, tandis que ceux ayant les θ_i les plus faibles ne consomment jamais le bien. Le résultat important de cette section est que le profit intertemporel du monopole est une fonction en U de la valeur de ρ . Le profit du monopole peut donc augmenter lorsque la fiabilité du bien durable augmente car sa valeur sur le marché d'occasion

augmente et donc les consommateurs qui achètent une unité neuve en période 1 sont prêts à la payer plus cher.

Dans la section suivante, les auteurs rendent la valeur ρ endogène en supposant qu'elle est une fonction croissante (et concave) des efforts de maintenance, m , effectués par les utilisateurs du bien au cours de la première période. Les utilisateurs de la période 1 sont incités généralement incités à choisir $m > 0$ soit pour réduire le risque de panne en seconde période s'ils planifient de conserver le bien, soit pour augmenter le prix de revente du bien sur le marché d'occasion. L'auteur suppose que le monopole peut influencer le coût de l'entretien du bien par ses utilisateurs. Plus spécifiquement, il suppose⁵ $\rho(m) = \rho(0) + m[1 - \rho(0)]$ et $k(m) = \alpha m^2/2$. Le monopole peut influencer la valeur de α , ce qui lui permet d'influencer la valeur de m choisie par les utilisateurs du bien. L'auteur note que le monopole peut aussi influencer m en modifiant son volume de production en période 1. Cependant, le monopole préfère influencer m en modifiant α . L'auteur trouve que le monopole souhaite réduire α pour encourager l'entretien du bien lorsque c est élevé. Lorsque le bien est coûteux à produire, le monopole a intérêt à ce qu'il dure plus longtemps. Il préfère vendre les unités neuves plus cher et en vendre moins. Lorsque $\rho(0)$ est élevé, le monopole souhaite aussi favoriser l'entretien du bien par les consommateurs. Les unités usagées vont être des substituts proches des unités neuves. Le marché potentiel pour des unités neuves en seconde période est faible. Le monopole préfère donc vendre plus cher le bien en période 1 que d'essayer d'agrandir son marché potentiel de seconde période. En revanche, lorsque $\rho(0)$ est faible, le monopole a intérêt à augmenter α pour décourager l'entretien du bien. Le bien est peu durable, le monopole peut se rapprocher du cas où le bien n'est pas durable en décourageant sa maintenance.

Dans la dernière section de l'article, l'auteur autorise la firme à louer le bien et compare les profits obtenus en le vendant et en le louant. L'auteur fait l'hypothèse que $m = 0$ lorsque le bien est loué. La location du bien génère un problème d'aléa moral. L'utilisateur n'est pas incité à entretenir un bien qui ne lui appartient pas et qu'il va rendre à la fin de la première période du jeu. L'auteur fait l'hypothèse qu'il n'est pas possible de signer des contrats spécifiant $m > 0$. Cette hypothèse paraît un peu en contradiction avec celle que m est observable par les acheteurs potentiels sur le marché d'occasion lorsque le bien est vendu. On verra plus loin des modèles qui font des hypothèses opposées. Lorsque ρ est exogène, le monopole préfère la location à la vente du bien. Lorsque ρ est endogène, le monopole préfère parfois la vente à la location. La vente du bien crée un problème d'incohérence temporelle, mais elle permet d'inciter les consommateurs à entretenir le bien. Ce second effet peut être suffisant pour que le monopole privilégie la vente du bien à sa location.

⁵La formule de $\rho(m)$ est un peu bizarre, car dans l'article ρ est la probabilité de panne. J'ai inversé ρ et $1 - \rho$ pour essayer d'homogénéiser les notations des différents modèles présentés dans ce chapitre.

2.3.2 Les recettes de maintenance peuvent résoudre le problème d'incohérence temporelle

Morita et Waldman (2004) avancent qu'un monopole peut éliminer le problème d'incohérence temporelle en monopolisant le marché de la maintenance des unités usagées. Le prix que les propriétaires d'unités usagées sont prêts à payer pour le service de maintenance dépend du prix de vente ou de location du bien. Donc, si un monopole produit plus d'unités du bien dans le futur, il provoquera mécaniquement une réduction du prix des services de maintenance. Les profits tirés de l'activité de maintenance incitent le monopole à ne pas faire baisser le prix du bien dans le futur en augmentant le stock de biens produits.

Les auteurs présentent deux modèles pour étayer leur thèse. Le premier est une version modifiée du modèle de Bulow (1982).

Le modèle comprend deux périodes. Au cours de la première, le monopole commence par choisir s'il souhaite vendre le bien ou le louer. Une fois cette décision prise, le monopole choisit le volume de production de la première période. La seconde période se décompose en trois étapes. Le monopole commence par décider s'il souhaite monopoliser le marché des services de maintenance ou s'il accepte que ce marché soit concurrentiel. Le monopole peut, par exemple, accepter ou refuser de vendre à des entreprises de maintenance extérieure certaines pièces détachées. En l'absence d'accès à des pièces détachées, les entreprises extérieures ne peuvent pas assurer de services de maintenance et le monopole peut monopoliser ce marché. Le monopole décide ensuite le nombre d'unités supplémentaires du bien qu'il souhaite produire et, s'il a choisi la location en première période, combien d'unités il souhaite louer en seconde période. Simultanément, le monopole choisit le prix des services de maintenance s'il a choisi de monopoliser ce marché. La troisième et dernière étape est le choix d'achat des services de maintenance par les propriétaires d'unités usagées.

Le bien neuf est produit avec un coût marginal constant c . Les unités du bien ont une durée de vie de deux périodes. Un bien neuf a une qualité V_N . Après une période d'utilisation, la qualité d'une unité du bien tombe à αV_N si son propriétaire n'effectue pas de maintenance. Le propriétaire du bien usagé peut acheter m unités de services de maintenance pour restaurer la qualité du bien à V_N . Une unité usagée peut aussi être envoyée à la casse. La valeur de liquidation (*scrap value*) est égale à z . Une unité de services de maintenance a un coût normalisé à 1 pour l'entreprise qui la fournit. Donc, si ce marché est concurrentiel, cela coûte m pour remettre le bien à neuf. Si le marché de la maintenance a été monopolisé, le monopole choisit le prix de ces services.

La demande est constituée d'un continuum de consommateurs de masse 1. L'utilité retirée de l'utilisation d'une unité du bien pendant une période par un consommateur i est égale à θ_i multiplié par la qualité du bien. θ est distribué uniformément sur $[0, \bar{\theta}]$. La demande pour les services fournis par le bien est donc linéaire.

Si le monopole peut s'engager dès la période 1 sur sa production future. Il s'engage sur $q_2 = 0$ et choisit

en période 1 le production d'un monopole statique. La firme n'a pas de raison de monopoliser le marché des services de maintenance.

Les auteurs résolvent ensuite le cas où le monopole n'est plus capable de s'engager sur sa production future et n'est pas capable non plus de monopoliser le marché de la maintenance. Si c est faible, le monopole choisit de ne pas vendre le bien et de le louer. En période 2, il ne produit pas de nouvelles unités et louent les unités produites en période 1 après les avoir restaurées. La location permet de répliquer le comportement d'un monopole capable de s'engager à l'avance sur son niveau de production. Si c est élevé, le monopole peut répliquer la solution obtenue avec engagement même s'il vend le bien. La firme est alors indifférente entre la vente et la location du bien.

Les auteurs supposent ensuite que le monopole a la possibilité de monopoliser le marché de la maintenance. Les auteurs commencent par supposer $z > \bar{\theta}\alpha V_N$. Ce qui implique que soit les unités usagées sont restaurées, soit elles sont envoyées à la casse. Personne ne choisit d'utiliser une unité usagée non restaurée. Si le monopole vend le bien et monopolise le marché de la maintenance, il peut fixer le prix de la maintenance à un niveau égal au prix d'une unité neuve moins la valeur de rebut d'une unité usagée (z). Un consommateur qui achète une unité neuve en période 1 anticipe donc que cette unité aura pour lui une valeur z en seconde période, indépendamment de la production de seconde période du monopole. La réduction de valeurs des unités usagées qui se produit lorsque le monopole augmente le stock du bien en période 2 provoque une réduction d'un montant identique des recettes des services de maintenance. L'externalité à la base du problème d'incohérence temporelle du monopole est totalement internalisée par le monopole au travers des recettes de maintenance lorsque ce marché est monopolisé. La monopolisation du marché de la maintenance élimine le problème d'incohérence temporelle et permet à la firme de reproduire le comportement d'un monopole pouvant s'engager dès la première période sur sa production future. La firme est indifférente entre louer le bien et ne pas monopoliser le marché de la maintenance et vendre le bien et monopoliser le marché des services de maintenance.

Si $z < \bar{\theta}\alpha V_N$, le mécanisme précédent ne résoud plus toujours totalement le problème d'engagement du monopole lorsqu'il vend le bien. La valeur des services de maintenance dépend du θ_i du consommateur indifférent entre utiliser une unité usagée du bien et l'envoyer à la casse. Les recettes de maintenance n'internalisent plus totalement la perte de valeurs des unités usagées lorsque le monopole accroît sa production en seconde période. Le monopole préfère louer le bien. Si la location n'est pas possible, le monopole choisit de monopoliser le marché de la maintenance. Cela ne résoud pas totalement son problème d'engagement, mais cela l'atténue fortement.

Le second modèle traité par les auteurs est plus proche de Waldman (1996b, 1997) et de Hendel et Lizzeri (1999a). Deux hypothèses distinguent principalement ce second modèle du premier. Premièrement, la qualité d'une unité usagée devient une fonction continue, croissante et concave du niveau de maintenance :

$V_U(m)$. Deuxièmement, le modèle ne comprend que deux types de consommateurs : $\theta_1 > \theta_2 > 0$. Le timing est aussi modifié. En période 1, la firme commence par choisir entre vendre et louer le produit. Elle choisit ensuite un prix et enfin les consommateurs choisissent la quantité qu'ils souhaitent acheter. En période 2, le monopole annonce le prix de vente ou de location d'une unité neuve, ainsi que le prix de rachat d'une unité usagée s'il a vendu le bien en période 1 ou le prix de location d'une unité usagée. Il annonce aussi le prix d'une unité de maintenance. Lorsqu'il choisit de monopoliser ce marché. Après avoir observé ces différents prix, les consommateurs peuvent acheter ou louer une unité du bien. Ils peuvent aussi revendre une unité usagée à la firme s'ils le souhaitent. Après que ces éventuelles transactions ont été réalisées, un marché d'occasion s'ouvre sur lequel les consommateurs peuvent échanger des unités du bien s'ils le souhaitent. Enfin, les propriétaires d'une unité usagée peuvent acheter des services de maintenance au prix annoncé par le monopole ou au prix concurrentiel. Les auteurs supposent qu'il y a plus de consommateurs du type 2 que de consommateurs du type 1. Cela permet d'avoir un prix strictement positif sur le marché d'occasion si les consommateurs décident de l'utiliser. Ils supposent aussi que θ_2 est suffisamment faible pour que le monopole ne vende jamais (ou ne loue jamais) des unités neuves directement aux consommateurs de type 2. Ils paramètrent aussi le modèle de façon à ce que les unités usagées sont envoyées au rebut si elles n'ont pas bénéficié de maintenance, mais il est préférable qu'elles soient revendues ou relouées aux consommateurs de type 2 plutôt qu'envoyées à la casse si elles ont reçu le niveau efficient de maintenance (celui qui vérifie $\theta_2 V'_U(m) - 1 = 0$).

Les auteurs commencent par imposer que le marché de la maintenance est concurrentiel. Ils montrent que le monopole peut avoir un problème d'engagement sur le prix de rachat des unités usagées au début de la seconde période. S'il peut s'engager dès la période 1 sur ce prix, il choisit un prix élevé et les unités usagées sont retirées du marché au début de la période 2. Cet engagement à supprimer le marché d'occasion permet d'inciter les consommateurs à payer plus cher pour des unités neuves en période 1. En revanche, si le monopole ne peut pas s'engager à l'avance sur le prix de rachat, il ne propose qu'un prix faible au début de la période 2 et les unités usagées sont cédées sur le marché d'occasion après avoir bénéficié d'un certain niveau de maintenance. Louer le bien permet de répliquer le comportement d'un monopole capable de s'engager à l'avance sur sa politique de prix de la période 2.

Si le monopole peut monopoliser le marché de la maintenance, il peut éliminer son problème d'engagement sur le prix de rachat des unités usagées. Il augmente suffisamment le prix de la maintenance pour que les propriétaires d'unités usagées préfèrent les envoyer au rebut que les faire réparer. La suppression du marché d'occasion permet au monopole de vendre plus cher les nouvelles unités du bien en période 2. Il existe aussi des valeurs des paramètres du modèle pour lesquelles un monopole vendant le bien et monopolisant le marché de la maintenance obtient des profits strictement plus élevés qu'un monopole louant le bien. Pour ces valeurs des paramètres, les unités usagées ne sont pas retirées du marché. Elles bénéficient d'un certain niveau de

maintenance avant d'être vendues sur le marché d'occasion à des consommateurs de type 2. Cependant le niveau de maintenance est inférieur à celui choisi lorsque le marché de la maintenance est concurrentiel. Le plus faible niveau de maintenance réduit la qualité du bien vendu sur le marché d'occasion et permet au monopole de vendre plus cher les unités neuves. En contrôlant le prix de la maintenance, le monopole peut contrôler la qualité des biens vendus sur le marché d'occasion, ce qui augmente ses capacités de discrimination entre les deux groupes de consommateurs.

2.4 Oligopole

Gul (1987) montre que les profits d'un oligopole peuvent être plus élevés que ceux d'un monopole⁶. Il étudie un modèle où n firmes se livrent une concurrence en prix pour la vente d'un bien durable. Le bien est produit à un coût marginal constant $c = 0$ et sa durée de vie est infinie. La demande est composée d'un continuum de consommateurs. Le modèle est en temps discret et comprend un nombre infini de périodes.

Si $n = 1$ (monopole), le profit de la firme tend vers 0 lorsque l'intervalle de temps entre deux périodes tend vers 0. Les consommateurs anticipent que le monopole va réduire son prix au cours du temps et donc ils préfèrent attendre pour acheter le bien. Pour les convaincre d'acheter, le monopole est obligé de fixer $p = c = 0$.

Si $n \geq 2$, les firmes peuvent échapper à ce problème et elles peuvent quasiment se partager le profit d'un monopole pouvant s'engager sur ses prix futurs. Les firmes s'entendent pour fixer un prix égal au prix d'un monopole statique et pour le maintenir indéfiniment. Si une firme dévie de cet accord, toutes les firmes fixent un prix $p = 0$ à la période suivante. Avec ce système, une firme qui dévie de l'accord en abaissant légèrement son prix de vente n'attire aucun consommateur. Les consommateurs anticipent qu'une guerre de prix aura lieu à la période suivante et que le prix sera égal à 0. Ils préfèrent donc attendre une période pour acheter le bien. Une firme qui dévie de l'accord réalise un profit nul. Toutes les firmes ont donc intérêt à respecter l'accord et à se partager le profit d'un monopole statique.

Ce mécanisme de collusion ne semble pas robuste à une renégociation. Une fois la première période passée et les premières ventes réalisées, les firmes auraient intérêt à s'entendre pour baisser le prix. Cependant, il est possible que si elles baissent le prix, cela ruine leur réputation de maintenir des prix élevés et qu'elles ne puissent plus rien vendre à un prix supérieur à 0.

⁶Voir aussi Ausubel et Deneckere (1987).

3 Obsolésence des produits

On a vu que Coase (1972) et Bulow (1982) avaient avancé que l'une des façons pour un monopole d'échapper à la conjecture de Coase était de raccourcir la durée de vie physique de ses produits. Cette idée a été développée par Bulow (1986) et d'autres travaux. Cette piste de recherche est venue rejoindre la littérature sur la durabilité des biens développée au cours des années 1960 et 1970. Ces travaux assimilent l'obsolésence à la durabilité physique des biens. Ce qui ne correspond pas exactement au sens littéral du mot obsolésence (voir ci-dessous). D'autres travaux ont eux aussi étudié l'obsolésence physique des biens en assimilant l'obsolésence à une dégradation plus ou moins rapide de la qualité des biens.

On peut retenir d'autres conceptions de l'obsolésence. Littéralement, l'obsolésence correspond à des biens désuets que l'on n'utilise plus, mais qui fonctionnent encore. Bulow (1986) souligne cet aspect dans sa conclusion : "*Perhaps the greatest weakness of this paper is that it follows in the tradition of using durability as a proxy for obsolésence. [...] planned obsolésence is much more than a matter of durability; it is also and perhaps primarily about how often a firm will introduce a new product, and how compatible the new product will be with older versions*". La littérature économique a aussi traité d'une obsolésence que l'on qualifie parfois de psychologique, liée à une dévaluation relative des biens lorsque des biens nouveaux et de meilleures qualités (mais pas toujours) sont introduits sur un marché et s'est intéressée aux problèmes de compatibilité entre différentes générations d'un bien lorsqu'il existe des externalités de réseaux.

Après avoir passé en revue ces quatre thèmes, on présente des travaux sur les interactions entre la durabilité des biens et les autres dimensions de la qualité des biens. On synthétise ensuite quelques études empiriques avant de s'intéresser aux aspects juridiques du problème. Avant d'aborder le traitement de l'obsolésence programmée dans les revues universitaires, on peut brièvement s'intéresser à sa conception dans le débat public.

3.1 Définitions et débats

L'expression d'obsolésence programmée regroupe des notions assez différentes. Il est donc difficile de retenir une définition unique. Au cours des dernières années, le débat autour de l'obsolésence programmée est sorti du cadre purement universitaire pour entrer dans le débat public.

Différentes définitions : La notion d'obsolésence planifiée regroupe des phénomènes assez hétérogènes. En français, l'obsolésence correspond à une "dépréciation d'un matériel due au progrès technique et non à son usure"⁷. Les biens obsolètes sont donc des biens qui ne sont plus utilisés bien qu'ils soient encore en état de fonctionnement, parce qu'ils sont désuets. La notion d'obsolésence planifiée a progressivement

⁷On trouve une définition semblable en anglais. *Obsolete* : *no longer produced or used ; out of date.*

dérivé pour aussi inclure la durabilité des biens. L'introduction de l'expression "obsolescence planifiée" est généralement attribuée à London (voir ci-dessous). Chaque bien neuf devait être associé dès sa vente à une durée d'utilisation légale à l'issue de laquelle le bien devait être ramené pour être détruit même s'il était encore en état de fonctionnement. On a donc encore l'idée que le bien doit cesser d'être utilisé bien qu'il soit encore en état de marche. Mais, progressivement, la notion s'est étendue à des notions de durabilité du bien. Elle recouvre l'idée que les firmes introduiraient volontairement des faiblesses dans la conception du bien pour qu'il tombe en panne prématurément. Le bien frappé d'obsolescence planifiée a bien cessé de fonctionner et la notion insiste sur le fait que sa durée de vie a été volontairement réduite alors que la technologie disponible aurait permis une durée de vie sensiblement plus longue. La législation française a finalement décrété que : "*L'obsolescence programmée se définit par l'ensemble des techniques par lesquelles un metteur sur le marché vise à réduire délibérément la durée de vie d'un produit pour en augmenter le taux de remplacement*". L'expression continue cependant de recouvrir des notions différentes et plus larges. Par exemple, on a pu lire, dans un article du Monde (daté du 2 juin 2018) consacré au départ de Zinédine Zidane du Real de Madrid, que : "*Cristiano Ronaldo (33 ans) ne retardera pas éternellement l'obsolescence programmée du sportif*".

Une solution à la crise ? L'invention de l'expression d'obsolescence planifiée ou programmée est généralement attribuée à Bernard London. Elle apparaît dans un petit texte, daté de 1932, proposant une solution à la crise économique. La crise économique a privé des millions d'américains de leur travail. De nombreux autres craignent de perdre leur emploi. Du fait de cette diminution de leur revenu ou de la peur d'une diminution prochaine possible, des millions de personnes ont repoussé le renouvellement de choses usées et continuent de les utiliser alors que, dans des temps normaux, ils les remplaceraient. Ce non remplacement des biens obsolètes réduit la demande pour les biens neufs et entretient le chômage de masse. London propose donc que les autorités publiques planifient la durée de vie des biens. Dès la création des biens, une durée de vie légale leur serait assignée et les acheteurs devraient ramener ces biens à l'issue de cette durée légale. L'Etat devrait donc organiser la collecte des biens obsolètes pour inciter les consommateurs à les remplacer par des biens neufs. Cette planification de la rotation des biens permettrait de lisser la production des biens et d'atténuer les fluctuations du marché du travail.

Une astuce pour vendre plus ? "*The producer has to face the question of how durable to make his product. Evidently if he makes it too durable, as soon as people have bought one unit they will not need another for a substantial period during which there will be no repeat demand for his product. He has an interest then in making it less durable so that people will come back that much sooner to buy another unit.*" Chamberlin (1957).

En 1954, le designer Stevens avance que l'objectif de l'obsolescence planifiée est de "*instilling in the buyer*

*the desire to own something a little newer, a little better, a little sooner than is necessary*⁸.

L'émergence du débat en France : Libaert (2015) décrit comment le débat sur l'obsolescence programmée a émergé en France après la diffusion par Arte en février 2011 du documentaire "*Prêt à jeter*" (Dannoritzer, 2010)⁹. Il s'intéresse surtout à la dynamique qui a permis de construire un consensus autour de quelques préconisations dans un rapport sur le sujet du Comité économique et social européen en 2013 (dont l'auteur était rapporteur).

Ce débat a beaucoup mis l'accent sur les aspects environnementaux de l'obsolescence planifiée. En réduisant volontairement la durée de vie des biens, on accélère l'épuisement des ressources naturelles et on accroît le stock de déchets. Dans la lutte contre l'obsolescence planifiée, l'aspect protection du consommateur n'apparaît plus qu'au second plan, la priorité affichée est maintenant la protection de l'environnement.

Plusieurs des protagonistes de ce débat se sont structurés en créant l'association "Halte à l'obsolescence programmée" pour dépasser l'écriture d'articles et mener des actions plus concrètes, notamment des actions en justice.

3.2 Durabilité du bien

On commence par présenter des modèles se focalisant sur la durée de vie du bien. Dans ces modèles, les services rendus par le bien sont indépendants de son âge jusqu'à ce que le bien atteigne sa durée de vie maximale et cesse brutalement de fonctionner¹⁰. L'exemple souvent pris à l'appui de cette hypothèse est celui des ampoules électriques. La date de la "panne" peut être aléatoire. Dans ce cas, la durée de vie est choisie en espérance. Les firmes choisissent une probabilité de panne. Mais, dans tous ces modèles, soit le bien fonctionne parfaitement, soit il ne fonctionne plus du tout. Il n'y a pas de dégradation progressive de la qualité.

3.2.1 Indépendance entre durabilité et structure de marché

Dans une série d'articles, Swan (1970, 1971, 1972) avance que le choix de durabilité du bien ne dépend pas de la structure de marché. Un monopole choisit le même niveau de durabilité du bien qu'une industrie concurrentielle. Ce résultat vient contredire la littérature des années 1960, qui concluait généralement que la monopole choisissait une durabilité des biens plus faible qu'une industrie concurrentielle¹¹. Les différents articles de Swan sont d'ailleurs rédigés comme des réponses à différents articles de la fin des années 1960.

⁸J'ai trouvé cette citation dans Maitre-Ekern et Dalhammar (2016), qui eux même l'avaient emprunté à un livre.

⁹En Amérique du Nord, le livre de Slade (2006) a représenté une étape importante dans la prise en compte du phénomène.

¹⁰En anglais, on parle de *one-hoss shay obsolescence* par référence à un poème.

¹¹Martin (1962), Kleiman et Ophir (1966), Levhari et Srinivasan (1969) et Schmalensee (1970).

Le résultat d'indépendance est notamment démontré dans Swan (1970), qui est une réponse à Levhari et Srinivasan (1969). Dans ce modèle, les firmes produisent un bien durable avec un coût marginal constant $c(T)$, qui est une fonction croissante de la durée de vie T du bien. Le bien est utilisable pendant une durée T avant de se cesser de fonctionner. La qualité du bien est constante pendant sa durée de vie et le bien se "désagrège" brutalement après un temps T (*sudden death, one hoss shay*). Le modèle est en temps continu avec un horizon infini. La demande inverse pour le service rendu par le bien est égale à $p(Q)$ où Q est le nombre d'unités du bien en état de fonctionner à la date t . Les firmes et les consommateurs utilisent le même taux d'actualisation. Le monopole n'a pas de problème d'incohérence temporelle. Il est capable de s'engager dès le début du jeu sur sa politique de production et de prix future. Avec ces hypothèses, le monopole choisit la même valeur de T qu'une industrie concurrentielle. Le monopole choisit le même T lorsqu'il loue le bien et lorsqu'il le vend. La valeur de T est choisie est celle qui permet de minimiser les coûts de production totaux actualisés. Si Levhari et Srinivasan (1969) ont trouvé un résultat différent dans le même modèle, c'est parce qu'ils se sont focalisés sur le flux de profit du monopole à l'équilibre stationnaire. Ils se sont donc limités aux ventes de remplacement du bien et ont totalement négligé les profits obtenus par le monopole pendant la phase de production initiale. Levhari et Srinivasan (1969) ont trouvé que le monopole choisissait une valeur de T plus faible qu'une industrie concurrentielle. Mais, si on prend en compte les profits générés par les ventes initiales, on obtient la même valeur de T pour les deux structures de marché.

Swan (1970) présente ensuite une variante où la durabilité du bien est représentée par une variable ρ qui influence le taux de détérioration du bien. Le bien continue d'être produit à un coût marginal constant $c(\rho)$. Le bien se déprécie à un taux ρ au cours du temps. C'est le stock de capital qui diminue au cours du temps. La qualité du bien ne change pas¹². Comme dans la variante précédente, la valeur de ρ est la même pour un monopole et pour une industrie concurrentielle.

L'auteur mélange aussi les deux approches. Le bien se déprécie à un taux ρ pendant une durée T et se désagrège à la fin de cette durée. Le coût de production unitaire est $c(\rho, T)$. Les valeurs de ρ et de T restent indépendantes de la structure de marché.

Swan (1971) corrige l'analyse de Schmalensee (1970), qui a suivi la méthodologie de Levhari et Srinivasan (1969) et donc commis la même erreur. Schmalensee (1970) avait trouvé qu'en l'absence d'intervention de l'Etat, un monopole choisissait un niveau du durabilité du bien trop faible par rapport à l'optimum social. Une régulation qui obligerait le monopole a augmenté la solidité de ses produits permettrait d'augmenter le nombre d'unités du bien en état de fonctionnement sur le marché à l'équilibre stationnaire et de diminuer le prix de location du bien. Avec la correction opérée par Swan (1971), le monopole choisit la durabilité socialement optimale sans intervention de l'Etat. Une régulation l'obligeant à augmenter la durabilité du bien conduit à une réduction du stock de biens en état de fonctionner à l'équilibre stationnaire et à une

¹²L'hypothèse est similaire aux coûts de transport "iceberg" de certains modèles d'économie internationale.

hausse du prix des services du bien. En revanche, le monopole fixe un prix trop élevé. Une régulation venant plafonner le prix de location ou de vente des services du bien peut augmenter le surplus social.

Location du bien : Swan (1972) définit l'obsolescence planifiée comme la tendance supposée des monopoles à produire des biens ayant une durée de vie plus faible que celle qu'une industrie concurrentielle choisirait.

Dans son modèle, la durée de vie T est choisie par les firmes. Le coût de production unitaire des firmes est une fonction croissante de la durée de vie du bien $c(T)$. Les biens conservent leur qualité tout le long de leur vie et se désagrègent brutalement après T périodes. Le coût unitaire de production ne dépend pas de la quantité produite. Les biens ne sont pas vendus mais loués. Le marché se partage en deux segments. Une partie des consommateurs demandent un bien neuf ou ayant au maximum N périodes. Les biens plus anciens sont ensuite loués sur un marché de "seconde main" jusqu'à atteindre la période T où ils disparaissent. La capacité de production par période est limitée. Le monopole part avec un stock nul de bien. Le modèle est en temps infini. Il comprend trois phases. Lors de la première, la firme produit uniquement pour le segment de biens neufs. Après N périodes, le monopole fournit aussi le marché de "seconde main" et continue d'augmenter son stock total de biens. Après T périodes, le modèle atteint un équilibre stationnaire. La firme continue de produire, mais uniquement pour remplacer les unités du bien qui arrivent en fin de vie. L'auteur montre que, pour de nombreuses fonctions de demande, un monopole choisit la même valeur de T qu'une industrie concurrentielle. Le monopole produit moins et vend plus cher qu'une industrie concurrentielle, mais il ne produit pas nécessairement des biens moins durables. Le choix de T est souvent le même que pour une industrie concurrentielle et lorsqu'il diverge, il peut être plus faible qu'une industrie concurrentielle, mais il peut aussi être plus élevé.

Location du bien et oligopole : Goering (1992a) étend les résultats d'équivalence de Swan à certains cas d'oligopole. Il reprend le modèle de concurrence à la Cournot développé par Bulow (1986), mais en supposant que les firmes louent le bien (au lieu d'être obligées de le vendre).

Le modèle comprend n firmes produisant et louant un bien pendant deux périodes distinctes. A la période 1, chacune des firmes choisit une quantité q_1 ainsi d'un niveau de solidité ρ . A la fin de la période, une unité du bien tombe en panne avec la probabilité $1 - \rho$ et reste opérationnelle pour la période 2 avec la probabilité complémentaire. A la période 2, les firmes peuvent continuer de louer les unités produites à la période précédente qui ne sont pas tombées en panne. Elles peuvent aussi produire une quantité additionnelle q_2 du bien. Les unités produites à la période 2 sont produites avec $\rho = 0$ puisque le jeu s'arrête à la fin de cette période. Le coût marginal des firmes ne dépend pas de la quantité produite, mais est une fonction croissante de ρ . On le note $c(\rho)$. L'auteur compare les choix de durabilité du bien de firmes se comportant de façon concurrentielle et de firmes se livrant une concurrence à la Cournot.

L'auteur commence par effectuer cette comparaison lorsque l'équilibre est intérieur (au sens où $q_2 > 0$) dans les deux structures de marché. Il montre que le choix de durabilité est le même en concurrence et dans l'oligopole de Cournot. Les firmes choisissent la valeur de ρ qui vérifie :

$$c'(\rho) = \frac{1}{1+r}c(0)$$

Lorsque les firmes louent le bien et qu'elles produisent des quantités positives (avec un coût marginal constant) au cours des deux périodes, la production de la période 1 n'a pas de pouvoir d'engagement sur les quantités louées lors de la période 2. Rendre les unités de la période 1 plus durables ne modifie pas la quantité totale louée en période 2, ni les niveaux de production des firmes concurrentes en période 2. ρ n'influence pas le prix de location d'équilibre en période 2. Lorsque les firmes louent le bien, ρ n'a pas d'effet stratégique¹³. Les firmes choisissent la valeur de ρ qui minimise les coûts totaux de production. Elles comparent donc le coût de rendre le bien légèrement plus durable $c'(\rho)$ avec le coût actualisé en période 1 de devoir produire de nouveau en période 2 une unité tombée en panne à la fin de la période 1: $\frac{1}{1+r}c(0)$.

Les résultats d'équivalence de Swan peuvent être étendus à la concurrence à la Cournot si les firmes louent le bien, si elles produisent avec des coûts marginaux constants et si elles produisent des quantités positives aux deux périodes.

L'auteur passe ensuite à l'analyse où les solutions sont en coin. Il commence par supposer que la solution est en coin ($q_2 = 0$) pour les deux structures de marché. Il note $f(Q)$ la fonction de demande inverse pour le service procuré par le bien au cours d'une période. Il montre que le choix de ρ reste le même dans les deux structures de marché si la fonction de demande inverse est linéaire ($f''(Q) = 0$) ou si la condition suivante est vérifiée :

$$\frac{f''(nq_1) f'(n\rho q_1)}{f''(n\rho q_1) f'(nq_1)} = \rho$$

Les fonctions de demande ayant une élasticité constante vérifient cette condition. D'autres fonctions aussi. On peut cependant trouver des fonctions qui ne la vérifient pas. Dans ce cas, les choix de durabilité d'une industrielle concurrentielle et d'une industrie oligopolistique divergent.

L'auteur traite pour terminer le cas où la solution est intérieure pour l'une des structures de marché et en coin pour l'autre. Il présente un exemple où c'est le cas et montre que les valeurs de ρ choisies dans les deux structures sont différentes. Dans cet exemple, la solution est en coin pour une industrie concurrentielle, mais intérieure pour un duopole de Cournot. ρ est plus élevé dans le duopole de Cournot. Plus généralement, la structure de marché où la solution est intérieure choisit une valeur de ρ plus élevée que la structure de marché où la solution est en coin.

¹³Bulow (1986) a montré qu'il existait un effet stratégique lorsque les firmes vendent le bien. Voir plus bas.

3.2.2 Limites au résultat d'indépendance

La contribution de Swan (1970, 1971) a frappé d'obsolescence la littérature précédente et a servi de point de référence pour la littérature de la décennie suivante. Un certain nombre d'économistes ont continué de penser qu'il pouvait exister une divergence entre les choix de durabilité d'un monopole et ceux d'une industrie concurrentielle. Ils ont donc cherché à modifier les hypothèses de Swan pour tester la robustesse de son résultat d'indépendance de la durabilité à la structure de marché. Ces travaux ont permis d'identifier les facteurs pouvant influencer les choix de durabilité et pouvant les rendre dépendant de la structure de marché¹⁴.

Rendements d'échelle non constants : Les articles précédents supposent que les rendements d'échelle sont constants. Si ce n'est pas le cas, il est probable que T ou ρ vont dépendre de la structure de marché puisqu'un monopole va produire une quantité différente de celle produite par des firmes concurrentielles. Il y aura alors probablement des interactions entre le niveau de production et le choix de durabilité du bien¹⁵.

Incapacité du monopole à s'engager sur ses choix futurs : Swan suppose toujours que le monopole peut s'engager sur ses choix futurs. Si on intègre le problème d'incohérence temporelle, mis en lumière par Coase (1972), le résultat d'équivalence de Swan n'est généralement plus vérifié. La littérature des années 1970 (à l'exception de Coase) aborde peu ce thème, qui va dominer la décennie suivante. Voir la présentation du travail de Bulow (1986) ci-dessous.

Marchés financiers imparfaits : Barro (1972) revient sur l'idée que les monopoles réduiraient la durée de vie de leurs produits pour augmenter la fréquence de leurs ventes. Il rappelle que ce raisonnement est incomplet. Un monopole a intérêt à vendre plus cher plutôt que d'augmenter la fréquence des ventes. En revanche, il montre qu'un monopole peut avoir intérêt à réduire la durée de vie de ses produits, même si cela ne réduit pas le coût unitaire de production, si le taux d'actualisation des consommateurs est très différent de celui du monopole. L'auteur suppose que le taux d'intérêt r_c appliqué aux consommateurs lorsqu'ils souhaitent emprunter est supérieur au taux r_f auquel le monopole peut prêter ou emprunter. L'auteur reconsidère les programmes de maximisation de l'utilité intertemporelle des consommateurs et du profit intertemporel du monopole avec ces taux d'actualisation différents et il montre que, si r_c/r_f est suffisamment plus grand que 1, le monopole réduit la durabilité de ses produits, même si cela ne réduit pas le coût unitaire de production de ces biens¹⁶.

¹⁴Schmalensee (1979) présente une synthèse de ces travaux.

¹⁵Voir Sieper et Swan (1973), Kamien et Schwartz (1974), Swan (1977) et Auernheimer et Saving (1977).

¹⁶Voir aussi Ramm (1974).

Impact de la fiscalité : Les taux d'intérêts utilisés par les consommateurs et par les firmes peuvent diverger à cause de la fiscalité. L'impôt sur le revenu s'applique aussi aux intérêts obtenus par les consommateurs sur les sommes placées. Les intérêts payés sur les emprunts par les firmes sont souvent déductibles de l'impôt sur les sociétés.

Swan (1981) introduit la fiscalité et montre que, généralement, les choix de durabilité d'un monopole et d'une industrie concurrentielle ne sont plus identiques¹⁷. Le monopole choisit généralement une durabilité plus faible qu'une industrie concurrentielle. Il ne faut cependant pas en conclure que le monopole choisit nécessairement une durabilité inférieure à celle socialement optimale. L'introduction de la fiscalité éloigne le choix de durabilité de l'optimum social pour le monopole, mais aussi pour une industrie concurrentielle. Une industrie concurrentielle peut choisir un niveau de durabilité plus élevé que celui socialement optimal avec certains schémas de taxation. Un monopole va donc choisir un niveau de durabilité différent du niveau socialement optimal, mais pas nécessairement plus faible. Dans certains cas, la fiscalité conduit le monopole à choisir une durabilité des biens trop élevée.

Coûts de transaction et discrimination au second degré : Parks (1974) approfondit lui aussi les résultats de Swan en introduisant plusieurs variantes. La principale consiste à introduire des coûts de transaction. A chaque fois qu'un consommateur souhaite augmenter son stock de biens durables, il doit passer du temps à se renseigner et il doit se déplacer dans au moins un magasin. Formellement, un consommateur subit un coût de shopping b lorsqu'il achète une quantité positive de bien durable. L'auteur reprend la plupart des autres hypothèses de Swan. Notamment, le bien durable est de type *one-horse shay*. Il fonctionne parfaitement pendant une durée de temps T , puis il se désagrège brutalement. Le coût unitaire de production du bien est égal à $c(T)$. L'introduction des coûts de transaction incite les firmes à augmenter la valeur de T . Cependant, si tous les consommateurs ont le même b , un monopole et une industrie concurrentielle continuent de choisir la même valeur de T . Les firmes internalisent les coûts de transaction du consommateur et continuent de proposer la valeur de T qui minimisent les coûts totaux.

La deuxième variante proposée par l'auteur consiste à introduire des coûts d'utilisation. Il prend l'exemple d'une ampoule électrique. Les fabricants peuvent augmenter T en dotant les ampoules d'un filament plus gros, mais la consommation d'électricité est alors plus importante pour une même luminosité. Dans cette variante, le choix de T reste identique pour un monopole et pour une firme concurrentielle¹⁸. L'auteur souligne cependant que les deux choix pourraient diverger si la consommation d'électricité pour l'éclairage au niveau agrégé est suffisamment importante pour avoir un impact sur le prix de l'électricité. Une firme concurrentielle n'internalisera pas cet effet¹⁹, car sa taille est faible. En revanche, un monopole peut prendre

¹⁷Voir aussi Raviv et Zemel (1974). Attention, Swan (1981) critique leur analyse.

¹⁸Schmalensee (1979) souligne que ce ne serait probablement plus le cas si le bien durable et l'input variable étaient partiellement substituables au lieu d'être des compléments parfaits.

¹⁹Les consommateurs ne l'internaliseront pas non plus.

en compte cet effet et modifier T pour faire baisser le prix de l'électricité (ce qui augmentera la demande d'ampoules). Le monopole peut alors choisir un T plus faible qu'une industrie concurrentielle.

L'auteur note aussi que le monopole et une firme concurrentielle peuvent choisir des T différents si le coût marginal de production est une fonction du niveau de production et de T . Les deux types de firmes choisissent des niveaux de production différents. Si q et T interagissent dans la fonction de coût, cela va conduire les firmes à choisir des T différents. Les deux types de firmes continuent de minimiser leurs coûts totaux, mais cette minimisation aboutit à des T différents.

La partie la plus novatrice de l'article est la dernière section, l'auteur revient sur l'existence de coûts de transaction et supposent qu'ils diffèrent entre les consommateurs. Par exemple, les consommateurs ont des salaires différents. Ils évaluent donc différemment leur temps de shopping. Les firmes vont alors proposer une gamme de produits ayant des T différents. Une industrie concurrentielle propose autant de valeurs différentes de T qu'il y a de groupes de consommateurs différents. Chaque T minimise les coûts totaux d'approvisionnement en services rendus par le bien durable pour un groupe de consommateurs. Si le monopole peut parfaitement discriminer entre les différents groupes de consommateurs, il propose la même gamme de T qu'une industrie concurrentielle. En revanche, si le monopole ne peut pas séparer les différents groupes et ne peut discriminer qu'au second degré, le problème devient différent. L'analyse de l'auteur anticipe sur celle qui sera menée ensuite par Mussa et Rosen (1978) sur les choix de qualité. Il introduit les contraintes d'incitation à choisir le T prévu par le monopole pour chacun des groupes de consommateurs et souligne que ces contraintes vont amener le monopole à choisir une gamme de T différente de celle d'une industrie concurrentielle. L'auteur suppose que b peut prendre deux valeurs. Une seule des deux contraintes d'incitation peut être saturée (les deux ne peuvent pas l'être simultanément)²⁰. L'un des deux T est donc identique à celui d'une industrie concurrentielle. L'autre sera généralement différent. Selon la contrainte d'incitation qui est saturée, le T le plus faible est plus faible que dans le cas concurrentiel ou le T le plus élevé est plus élevé que dans le cas concurrentiel. Si les consommateurs sont hétérogènes, les gammes de produits d'un monopole et d'une industrie concurrentielle seront généralement différentes. L'auteur souligne que la même analyse s'appliquerait dans le cas où le coût d'utilisation du bien durable (le coût de l'électricité pour une ampoule) diffère selon les consommateurs²¹.

Maintenance du bien : Schmalensee (1974) et Parks (1979) introduisent la possibilité pour le propriétaire du bien de réaliser des efforts de maintenance pour prolonger sa durée de vie²².

Schmalensee (1974) reprend les principales hypothèses des modèles de Swan, mais introduit un effort de

²⁰L'auteur identifie une famille de fonctions d'utilité pour lesquelles aucune des deux contraintes n'est saturée. Dans ce cas, les gammes de T offertes par un monopole et par une industrie concurrentielle sont identiques.

²¹Parce que certains consommateurs l'utilisent moins fréquemment que d'autres.

²²Voir aussi Su (1975).

maintenance m fourni par les propriétaires du bien qui influence le taux de dépréciation du bien durable. Le taux de dépréciation $\mu(m, \rho)$ est une fonction de la durabilité ρ du bien choisie par les firmes et des dépenses m de maintenance par unité du bien qui sont choisies par le propriétaire du bien. Comme d'habitude, le coût marginal de production, $c(\rho)$, est indépendant du niveau de production et croissant avec le degré de durabilité du bien.

L'auteur commence par supposer que le bien durable est loué. Ce sont alors les firmes qui réalisent les efforts de maintenance et qui choisissent m . Les valeurs de ρ et de m sont les mêmes pour un monopole et pour une industrie concurrentielle. Dans les deux cas, les firmes vendent les services du bien aux consommateurs et ont intérêt à minimiser les coûts de production de ses services.

L'auteur considère ensuite que le bien est vendu. Une industrie concurrentielle choisit la même valeur de ρ que lorsque le bien est loué. Les consommateurs choisissent la même valeur de m que celle choisie par les firmes lorsque le bien était loué. Lorsque le bien est vendu par un monopole, il est vendu à un prix supérieur à son coût marginal de production. Pour un ρ donné, les consommateurs choisissent un effort de maintenance plus élevé que celui sélectionné par un monopole louant le bien. En effet, les consommateurs déterminent la valeur de m optimale pour eux en prenant le prix de vente du bien comme coût de remplacement d'une unité du bien et non son coût de production. Le coût étant plus élevé pour eux que le coût social, ils sur-estiment le coût de remplacement d'une unité et en conséquence ils sur-investissent dans la maintenance des unités qu'ils possèdent. En conséquence, le monopole choisit une valeur de ρ différente de celle d'une industrie concurrentielle. Si le taux de dépréciation est de la forme $\mu(m, \rho) = (1 - \rho)h(m)$, le monopole réduit la durabilité du bien lorsque le bien est vendu. Il est, cependant, possible de construire des cas où la durabilité du bien augmente lorsqu'il est vendu en choisissant une autre forme fonctionnelle. Le monopole préfère louer le bien (plutôt que le vendre).

Parks (1979) reprend le modèle précédent comme base de départ pour construire un cadre d'analyse pouvant servir à des travaux empiriques portant sur les dépenses d'entretien et de réparation des automobiles et leur taux de retrait du marché. L'auteur se limite au cas où l'industrie est concurrentielle. Il commence par étudier les propriétés de statiques comparatives du modèle précédent, notamment comment évoluent ρ et m lorsque le taux d'intérêt, le prix des services de maintenance ou le prix des voitures neuves²³ changent. L'auteur note ensuite que si ρ est choisi au moment de la production des voitures et ne peut plus être modifié lorsqu'elles sont sorties de l'usine, m peut être adapté au cours du temps. L'auteur s'intéresse donc aussi à l'évolution de m lorsque les prix changent pour une valeur constante de ρ . Il analyse aussi comment ces évolutions influencent le prix des voitures usagées sur le marché d'occasion.

L'auteur a recueilli des données sur 14 modèles de voitures vendues aux USA. Il étudie le taux de mise au

²³L'industrie étant supposée concurrentielle, le prix des voitures neuves est égal à $c(\rho)$. L'auteur le fait varier en introduisant une variation du coût de production.

rebut de ces voitures entre 1947 et 1969. Le paramètre ρ est modélisé par des variables *dummies*. Les taux de retrait changent beaucoup d'un modèle à l'autre et beaucoup de variables *dummies* sont significatives. ρ semble donc bien être différent selon les modèles et affecter leur durée d'utilisation. La durabilité des modèles semble baisser au cours du temps. Toutefois, cette tendance disparaît une fois que le taux d'intérêt et les différents prix sont introduits dans les variables explicatives. La tendance n'est alors plus linéaire, mais semble décrire une oscillation. L'auteur remplace ensuite les variables *dummies* par des variables influençant la valeur de ρ . Les résultats sont conformes aux propriétés de statiques comparatives du modèle. Les changements de variable prédisant une augmentation de ρ conduisent à des durées d'utilisation plus longues des véhicules.

L'auteur s'intéresse ensuite aux dépenses d'entretien et de réparations des véhicules. Il a obtenu des données pour les années 1948, 1954, 1958, 1963, 1967 et 1972. Il s'intéresse aux dépenses par voiture en circulation en dollars de 1967. Il trouve une élasticité de $-0,6$ de m au prix des réparation. Le taux d'intérêt n'a pas d'impact significatif sur m .

3.2.3 Solidité du bien et obsolescence planifiée

Bulow (1986) présente une théorie de l'obsolescence planifiée²⁴. L'auteur commence par analyser le cas où la firme produisant le bien est en situation de monopole. Il étudie ensuite le cas de l'oligopole.

Monopole : Le modèle comprend deux périodes. Le monopole doit vendre le bien et ne peut pas le louer. Au début de la première période, le monopole choisit la quantité q_1 qu'il souhaite mettre en vente, ainsi que le degré de solidité ρ de ce bien. L'auteur note $f_1(q_1)$ le prix implicite de location du bien au cours de la période 1. A la fin de la période 1, $(1 - \rho)q_1$ unités du bien tombent en panne et disparaissent tandis que les autres ρq_1 restent disponibles pour être utilisées en période 2. Au début de la période 2, le monopole choisit la quantité q_2 qu'il souhaite vendre au cours de cette période. Les propriétaires des ρq_1 unités qui fonctionnent encore à l'issue de la période 1 peuvent les utiliser eux-mêmes où les vendre sur un marché secondaire. L'auteur note $f_2(\rho q_1 + q_2)$ la valeur actualisée à la période 1 du prix implicite de location du bien au cours de la période 2. Les coûts de production actualisés à la période 1 sont notés $C_1(q_1, \rho)$ et $C_2(q_2)$.

Si la firme pouvait s'engager dès la période 1 sur l'ensemble de sa stratégie, son problème serait :

$$\max_{q_1, q_2, \rho} \pi = \max_{q_1, q_2, \rho} q_1 f_1(q_1) + (\rho q_1 + q_2) f_2(\rho q_1 + q_2) - C_1(q_1, \rho) - C_2(q_2)$$

²⁴Déjà esquissée dans Bulow (1982).

En écrivant les trois conditions de premier ordre et en les combinant, on obtient :

$$\frac{1}{q_1} \frac{\partial C_1(q_1, \rho)}{\partial \rho} = C'_2(q_2)$$

Le monopole égalise le coût de rendre le bien légèrement plus durable en période 1 de façon à ce qu'en espérance 1 unité de plus du bien survive à la période 1 avec le coût marginal de production à la période 2. Le monopole choisit donc la valeur de ρ qui permet de minimiser le coût total de production. Il n'y a pas d'obsolescence planifiée lorsque le monopole peut s'engager sur son comportement futur.

La solution du problème précédent est cependant temporellement incohérente si le monopole ne peut s'engager sur q_2 dès la période 1. Au début de la période 2, il a intérêt à choisir une quantité un peu plus élevée. Les consommateurs anticipent ce comportement et réduisent le prix qu'ils sont prêts à payer pour acheter une unité du bien en période 1. En période 2, le programme du monopole est :

$$\max_{q_2} q_2 f_2(\rho q_1 + q_2) - C_2(q_2)$$

Il choisit donc q_2 tel que :

$$q_2 f'_2(\rho q_1 + q_2) + f_2(\rho q_1 + q_2) - C'_2(q_2) = 0$$

alors que dans le programme précédent, la condition d'ordre 1 était :

$$(\rho q_1 + q_2) f'_2(\rho q_1 + q_2) + f_2(\rho q_1 + q_2) - C_2(q_2) = 0$$

Lorsque le monopole ne peut plus s'engager sur q_2 à l'avance, il n'internalise plus la perte de valeur des ρq_1 unités du bien qu'il a déjà vendues mais qui existent toujours lorsqu'il augmente q_2 . Le monopole choisit donc de produire plus en période 2, ce qui réduit son prix de vente à la période 1. Pour réduire ce problème, la firme peut modifier ρ pour réduire $\rho q_1 f'_2(\cdot)$. En reprenant le programme de maximisation du profit intertemporel et en ajoutant la contrainte que la solution doit être temporellement cohérente, la condition qui détermine ρ devient :

$$\frac{1}{q_1} \frac{\partial C_1(q_1, \rho)}{\partial \rho} = C'_2(q_2) + \rho q_1 f'_2(\cdot) \frac{d(\rho q_1 + q_2)}{d(\rho q_1)}$$

Généralement $\frac{d(\rho q_1 + q_2)}{d(\rho q_1)}$ est positif et le monopole réduit δ . Le monopole réduit la durabilité du bien pour réduire le problème généré par son incapacité à s'engager sur q_2 . Il est cependant possible de trouver des fonctions de demande et de coût qui donnent le résultat inverse. Mais, ces fonctions apparaissent comme des cas très particuliers.

L'auteur souligne aussi que le surplus des consommateurs peut être plus faible dans le cas où l'incapacité du monopole à s'engager sur q_2 réduit son pouvoir de monopole que dans le cas où il peut s'engager à l'avance. L'incapacité à s'engager réduit le pouvoir du monopole et son profit. Pour un ρ fixé, cela augmente la bien-être des consommateurs car la production totale sera plus élevée. Mais, la baisse de ρ et l'augmentation des coûts de production ont un effet inverse et ce second effet peut dominer le premier.

Oligopole : Si la firme produisant le bien durable est en concurrence avec d'autres firmes, alors un effet stratégique peut apparaître. Si les firmes se livrent une concurrence en quantités à la Cournot à chacune des deux périodes, chacune des firmes va prendre en compte que si plus d'unités survivent à la première période alors ses concurrentes vont produire moins en seconde période. Rendre son bien un peu plus durable en période 1 réduit la production des firmes concurrentes en période 2. Cet effet incite les firmes à augmenter la solidité des biens qu'elles vendent et vient contre-balancer l'effet mis en lumière dans le cas du monopole.

La condition qui détermine ρ devient :

$$\frac{1}{q_1} \frac{\partial C_1(q_1, \rho)}{\partial \rho} = C_2'(q_2) + \rho q_1 f_2'(\cdot) \frac{d(\rho q_1 + q_2)}{d(\rho q_1)} + (\rho q_1 + q_2) f_2'(\cdot) \frac{d\bar{q}_2}{d(\rho q_1)}$$

où \bar{q}_2 représente la production totale des firmes concurrentes en période 2.

L'auteur étudie ensuite plusieurs situations particulières. Il suppose que le coût marginal de production est constant. Il suppose aussi que toutes les valeurs de ρ génèrent les mêmes coûts totaux. Plus spécifiquement, il suppose que produire une unité de durée ρ en première période a le même coût que de produire $1 + \rho$ unité du bien en période 1 (ayant une durée de vie limitée à 1) période et le même coût actualisé que de produire 1 unité en période 1 (ayant une durée de vie limitée à 1) et ρ unité en période 2. Le choix de ρ n'a donc plus d'impact sur l'efficacité de la production.

Le premier cas traité suppose que la firme 1 est en situation de monopole en première période, mais que la firme 1 fait face à la concurrence d'une seconde firme lors de la seconde période. En seconde période, les deux firmes se livrent une concurrence en quantités à la Cournot. La fonction de demande inverse pour les services délivrés par le bien est linéaire : $p = \alpha - \beta q_1$. En première période, la firme 1 choisit la quantité de monopole $q_1 = (\alpha - c)/(2\beta)$. Parallèlement, le monopole choisit $\rho = 1/2$. En période 2, les deux firmes produisent $q_2 = (\alpha - c)/(4\beta)$. Pour la firme 1, $\rho q_1 + q_2 = (\alpha - c)/(2\beta)$, qui correspond à la production d'un leader de Stackelberg. La firme 1 choisit la valeur de ρ qui lui permet de se comporter comme un leader de Stackelberg après l'entrée de la firme 2.

Le deuxième cas traité correspond à une concurrence à la Cournot avec n firmes lors de chacune des deux périodes. L'auteur recherche un équilibre symétrique. Les firmes choisissent $\rho = \frac{n^2-1}{n^2+1}$. Si $n = 1$ (monopole), on trouve $\rho = 0$. Une firme en situation de monopole choisit une durée de vie minimale pour pouvoir répliquer le comportement d'un monopole qui louerait le bien au lieu de le vendre. $\rho = 0,6$ dans un duopole et ρ tend vers 1 quand n tend vers $+\infty$.

L'auteur discute ensuite la menace d'une entrée par un concurrent potentiel. Dans ce cas, les firmes en place peuvent avoir intérêt à accroître ρ . Une durée de vie plus longue des produits existants réduit la rentabilité du marché futur et réduit le risque d'entrée. A l'opposé, si les firmes peuvent s'entendre sur la valeur de ρ , mais ne peuvent pas faire de collusion sur le choix des niveaux de production, les firmes ont intérêt à s'entendre pour essayer de réduire la valeur de ρ .

Vente vs. location : Dans une dernière section, l’auteur discute le choix des firmes de vendre ou de louer les unités du bien qu’elles produisent. A la période 1, les firmes produisent des unités ayant une durée de vie de 2 périodes à un coût unitaire égal à $2c$. A la période 2, les firmes produisent des unités ne durant qu’une seule période à un coût unitaire actualisé à la date 1 égal à c . A la période 1, chaque firme choisit simultanément la proportion ρ qu’elle souhaite vendre. La proportion $1 - \rho$ est louée. Le problème est formellement identique au précédent. Un monopole choisira de louer la totalité de sa production ($\rho = 0$) et des firmes en concurrence à la Cournot vont choisir $\rho = \frac{n^2-1}{n^2+1}$. La proportion des ventes sur les locations devrait augmenter lorsque la concurrence (mesurée par n) devient plus forte. L’auteur souligne que cela semble être le cas pour IBM et Xerox. Ces firmes ont augmenté la proportion de leurs ventes par rapport aux locations dans les années 1970 et 1980.

3.2.4 Faut-il obliger les firmes à vendre leur bien ?

Bulow (1986) a montré que les firmes choisissaient parfois une durabilité plus faible lorsqu’elles vendent leur bien que lorsqu’elles le louent. Les autorités antitrust ont obligé dans certains cas des firmes qui se limitaient à louer leurs biens à les proposer aussi à la vente. Cette politique d’obligation de vendre peut réduire le surplus social dans certains cas lorsque les firmes recourent à l’obsolescence programmée en réponse. L’aspect potentiellement contre-productif de l’obligation de vendre remet-il en cause cette politique ?

Malueg et Solow (1987) ont tenté de défendre la politique des autorités antitrust en avançant que le nombre de cas où elle a un impact positif dépasse largement le nombre de cas où elle se révèle contre-productive. Ils reprennent les principales hypothèses de Bulow (1982, 1986) : le modèle comprend deux périodes, la fonction de demande pour les services du bien est linéaire, le monopole ne peut pas s’engager sur sa production de période 2 s’il vend le bien, etc. Les auteurs se limitent à un choix de durabilité dichotomique. Le monopole peut produire un bien durant deux périodes à un coût unitaire c_D ou un bien ne durant qu’une seule période à un coût unitaire c_{ND} . Si $c_D > 2c_{ND}$, le monopole produit un bien non durable et a le même comportement qu’il vende ou loue le bien. Si $c_D < 2c_{ND}$, le monopole produit le bien durable lorsqu’il peut le louer. Si le monopole a l’obligation de vendre le bien, son choix de durabilité dépend de la valeur des paramètres. Les auteurs montrent cependant que la zone où le monopole choisit de produire le bien durable est la plus importante. Dans cette zone, le monopole ne se livre pas à une politique d’obsolescence programmée. L’obligation de vendre le bien ré-introduit le problème d’incohérence temporelle du monopole. Sa production totale augmente et le surplus social aussi. Dans une petite zone, le monopole choisit de produire le bien non durable lorsqu’il est obligé de vendre le bien. Dans cette zone, l’obligation de vendre entraîne une baisse du surplus social. Les auteurs insistent cependant sur le fait que cette zone est nettement plus petite que la précédente. Globalement, les effets positifs de l’obligation de vendre ont donc une forte probabilité de l’emporter sur ses effets négatifs.

3.2.5 Solidité du bien et garantie

Utaka (2006b) introduit la possibilité de réparer le bien. Il introduit aussi la possibilité que le monopole produisant le bien durable offre la garantie de réparer le bien gratuitement s'il tombe prématurément en panne. Il montre que la possibilité de garantie ne modifie pas l'équilibre si l'information sur la durabilité du bien est symétrique, mais augmente le surplus social si l'information est asymétrique.

Le modèle comprend trois périodes. Une unité du bien fonctionne pendant trois périodes avec la probabilité ρ et elle tombe en panne après une période avec la probabilité complémentaire $1 - \rho$. Une unité qui est tombée en panne peut être réparée à la période 2. Elle dure alors jusqu'à la fin de la période 3. Le bien durable est produit par un monopole. Le monopole choisit le niveau de durabilité du bien entre deux valeurs : $\rho \in \{\rho_L, \rho_H\}$. $\rho_H > \rho_L = 0$. Le coût marginal de production, c_p , est constant et identique pour les deux niveaux de durabilité du bien. Lors de la période 2, le monopole choisit de proposer ou non de réparer les unités tombées en panne. Une réparation a un coût c_r pour le monopole. A la période 1, le bien offert par le monopole a une qualité V_0 . Au début de la période 3, le monopole introduit une nouvelle variété dont la qualité V_N est égale à $V_0 + R$.

Les consommateurs se répartissent en deux groupes définis par leur type θ_i . L'utilité obtenue par un consommateur de type i utilisant une unité de qualité k pendant une période est égale à $\theta_i V_k$. L'auteur pose $\theta_1 < \theta_2$ et suppose que les membres du premier groupe sont plus nombreux que ceux du second $n_1 > n_2$. Cette seconde hypothèse est cruciale pour que le prix sur le marché d'occasion à la période 3 soit positif. Tous les consommateurs vivent les 3 périodes.

En période 1, le monopole choisit la valeur de ρ , le prix de vente p_1 d'une unité neuve du bien et d'offrir ou non une garantie. Les consommateurs choisissent ensuite d'acheter ou non une unité du bien. En période 2, le monopole choisit d'offrir ou non la possibilité de réparer une unité en panne du bien. S'il propose ce service, il fixe le prix demandé. Les détenteurs d'unités en panne décident de faire ou non la réparation. En période 3, le monopole introduit la nouvelle variété du bien et choisit son prix de vente p_3 . Les détenteurs d'une unité du bien ancien peuvent la céder à des consommateurs qui souhaiteraient l'acquérir sur un marché d'occasion.

L'auteur choisit des valeurs des paramètres telles qu'à l'équilibre les consommateurs θ_1 ne souhaitent jamais acquérir une unité neuve du bien. Le bien neuf est donc vendu uniquement aux consommateurs θ_2 . Les consommateurs θ_1 peuvent cependant acquérir des unités usagées sur le marché d'occasion à la période 3 si les consommateurs θ_2 souhaitent remplacer leur vieille unité par une unité de la nouvelle variété du bien.

Information symétrique : L'auteur commence par supposer qu'à la période 1, les consommateurs sont capables d'observer la valeur de ρ avant l'achat éventuel d'une unité du bien. Le monopole choisit alors²⁵ ρ_H . A la période 3, un consommateur θ_2 est prêt à payer $p_3 = \theta_2 R + \theta_1 V_0$ pour obtenir une nouvelle unité du bien. Ce prix est obtenu en faisant la différence entre l'utilité obtenue en utilisant une nouvelle unité du bien, $\theta_2 (V_0 + R)$, et celle obtenue en utilisant une unité ancienne, $\theta_2 V_0$, et en ajoutant le prix auquel un consommateur peut revendre son ancienne unité sur le marché d'occasion, $\theta_1 V_0$. Si les unités tombées en panne ont été réparées à la période 2, le monopole ne peut pas fixer un prix supérieur à $\theta_2 R + \theta_1 V_0$ en période 3. Si les unités n'ont pas été réparées en période 2, le monopole a le choix entre fixer le prix précédent en vendre une unité du bien neuf à tous les consommateurs θ_2 ou fixer un prix plus élevé $p_3 = \theta_2 (V_0 + R)$ et ne vendre une unité du bien neuf qu'aux consommateurs θ_2 dont le bien est tombé en panne. Il choisit la seconde solution si ρ_H est faible. En période 2, les consommateurs θ_2 dont le bien est tombé en panne sont prêts à payer jusqu'à $(\theta_2 + \theta_1) V_0$ pour faire réparer leur bien. Ce montant est la somme de l'utilité obtenue en utilisant le bien en période 2 et de son prix de revente sur le marché d'occasion en période 3. Le monopole propose des services de réparation uniquement si :

$$\rho_H > \frac{c_r - 2\theta_1 V_0}{\theta_2 R - \theta_1 V_0 + c_r - c_p}$$

Si ρ_H est faible, le monopole préfère ne pas proposer de services de réparation en période 2. L'absence de réparation des unités en panne lui permet de vendre les unités de la nouvelle variété plus cher en période 3. Il accepte de ne vendre ces unités qu'aux consommateurs θ_2 dont le bien est en panne afin de pouvoir vendre ces unités à un prix $p_3 = \theta_2 (V_0 + R)$. Cette décision de ne pas permettre de réparer des unités tombées en panne diminue le surplus social. Il est toujours socialement optimal de réparer les unités tombées en panne. Le monopole peut donc offrir trop peu de services de réparation par rapport à ce qui est socialement optimal.

L'auteur recherche ensuite pour quelles valeurs des paramètres du modèle le monopole a intérêt à offrir une garantie à ses clients à la période 1. La garantie est un engagement du monopole à réparer, si besoin, le bien en période 2. L'ajout d'une garantie permet au monopole d'augmenter p_1 . Le monopole a intérêt à offrir la garantie si et seulement si :

$$\rho_H > \frac{c_r - 2\theta_1 V_0}{\theta_2 (R - V_0) + c_r - c_p}$$

Cette valeur seuil de ρ_H est plus élevée que la valeur seuil à partir de laquelle le monopole offre des services de réparation. La décision du monopole d'offrir ou non des services de réparation n'est pas modifiée par la possibilité d'offrir une garantie aux clients.

Information asymétrique : L'auteur se tourne ensuite vers le cas où l'information est asymétrique. Les consommateurs ne peuvent pas observer la valeur de ρ avant l'achat. En l'absence de garantie, le monopole

²⁵L'auteur a paramétré le modèle pour que ce soit le cas.

choisit $\rho = \rho_L$. On a alors $p_1 = \theta_2 V_0$. Les consommateurs anticipent le choix de durabilité du monopole et s'attendent à ce que leur bien tombe en panne à la fin de la première période. Sans garantie, le modèle génère un problème d'aléa moral. Le monopole choisit une durabilité du bien socialement trop faible. Si le monopole offre une garantie lors de l'achat du bien, le prix de première période augmente à $p_1 = 2\theta_2 V_0 + \theta_1 V_0$. Les consommateurs de type θ_2 anticipent qu'ils vont utiliser le bien pendant deux périodes avant de le revendre. Le monopole a intérêt à offrir une garantie si :

$$\rho_H > \frac{c_r - 2\theta_1 V_0}{c_r}$$

La garantie permet au monopole de s'engager à choisir ρ_H (même si les consommateurs se moquent de la valeur de ρ puisqu'ils sont couverts par une garantie). L'absence de garantie signale aux consommateurs que le bien a une durabilité faible (ρ_L).

Comparaison : Si aucune garantie ne peut être proposée, le surplus social est plus élevé avec information symétrique qu'avec information asymétrique. Si une garantie peut être proposée, le surplus social est plus faible avec information asymétrique lorsque $c_p \leq \theta_2 R - \theta_1 V_0$. En revanche, si $c_p > \theta_2 R - \theta_1 V_0$, le surplus social peut être plus élevé avec information asymétrique. En cas d'asymétrie d'information, le monopole choisit d'offrir une garantie dans ce second cas. Car sans garantie, les consommateurs anticiperaient $\rho = \rho_L$ et leur disposition à payer pour le bien serait faible. Le monopole est donc incité à offrir une garantie pour signaler que son bien n'a pas une durabilité très faible. Les biens qui tombent en panne sont donc réparés dans le cas où l'information est asymétrique. Alors que, lorsque l'information est symétrique, le monopole choisit parfois de ne pas offrir de garantie et de ne pas proposer de services de réparation pour les biens en panne. Les biens sont donc plus souvent réparés avec information asymétrique, ce qui accroît le surplus social.

3.2.6 Firme avec préoccupation sociale

Goering (2008) reprend le modèle de Bulow (1986), mais avec une firme ayant des préoccupations sociales (*Socially concerned firm, SCF*). La fonction objectif de la firme n'est plus la maximisation de son profit, mais la maximisation d'une somme pondérée de son profit et du surplus des consommateurs pondéré par α .

La firme SCF est soumise au même problème d'incohérence temporelle qu'une firme classique (i.e. cherchant à maximiser son profit). En période 2, la firme ne s'intéresse qu'à la somme de son profit de période 2 et du surplus des consommateurs de la période 2 pondéré par α . Les consommateurs de la période 2 comprennent ceux qui achètent le bien en période 2, mais aussi ceux qui ont acheté une unité du bien en période 1 et dont l'unité est toujours en état de marche). En revanche, la firme ne prend pas en compte en période 2, la réduction de la valeur du bien que les acheteurs de la période 1 continue de détenir.

L'auteur commence par étudier le cas où la firme loue le bien. On retrouve le résultat classique : en cas de location, la firme choisit la valeur de ρ socialement optimale. La firme choisit la valeur de ρ qui minimise les coûts de production actualisés. ρ ne dépend pas de α . A chaque période, la firme loue une quantité $q = \frac{\alpha - c}{\beta(2 - \alpha)}$. En période 2, elle produit donc :

$$q_2 = \frac{\alpha - c}{\beta(2 - \alpha)} - \rho q_1$$

L'auteur analyse ensuite le cas où la firme vend le bien et ne peut pas s'engager en période 1 sur sa production de période 2. En période 2, elle produit :

$$q_2 = \frac{\alpha - c}{\beta(2 - \alpha)} - \rho q_1 \frac{1 - \alpha}{2 - \alpha}$$

La production de période 2 est plus élevée lorsque la firme vend le bien que lorsqu'elle le loue. Pour atténuer le problème d'engagement, la firme va réduire la durabilité du bien en-dessous du niveau qui minimise les coûts de production. La firme s'engage donc dans une stratégie d'obsolescence programmée. La firme ne prend pas suffisamment en compte la réduction de la valeur des unités qu'elle a vendues en période 1. Pour atténuer ce problème, elle cherche à réduire le stock du bien qui survit à la période 1. L'auteur montre aussi que $\frac{\partial \rho}{\partial \alpha} < 0$. Plus la firme prend en compte le surplus des consommateurs et plus elle réduit la durabilité du bien. La firme est incapable de prendre des engagements vis-à-vis de ses consommateurs de période 1. Comme sa fonction objectif comprend aussi son profit, elle a toujours intérêt à augmenter le stock de bien en période 2. Plus α est élevé, plus la firme est incitée en période 1 à prendre des "contre-mesures" pour ne pas le faire, ce qui l'incite à réduire ρ . Dans ce modèle, une SCF produit des biens moins durables qu'une firme cherchant à maximiser uniquement son profit.

L'auteur étudie aussi le cas où la firme peut prendre des engagements partiels. Formellement, elle ne peut pas s'engager en période 1 sur sa production de période 2. Mais, elle peut s'engager à prendre en compte, en période 2, les intérêts de ses consommateurs de période 1. Elle intègre alors non seulement leur utilité à consommer le bien en période 2, mais aussi l'effet de sa production de période 2 sur la valeur du stock résiduel de bien. En période 2, elle produit :

$$q_2 = \frac{\alpha - c}{\beta(2 - \alpha)} - \rho q_1 \frac{1}{2 - \alpha}$$

Elle produit donc moins que dans le cas précédent. Le problème d'engagement étant atténué, la firme réduit moins ρ . En outre, on a maintenant $\frac{\partial \rho}{\partial \alpha} > 0$. Si $\alpha = 0$, la firme se comporte comme en l'absence d'engagement et elle se comporte comme une firme maximisant ses profits. Si $\alpha = 1$, la firme prend en compte la totalité du surplus des consommateurs. Elle se comporte comme si elle maximisait le surplus social et elle reproduit le comportement d'une firme louant le bien. Si $\alpha = 1$, la firme choisit la valeur de ρ socialement optimale.

3.3 Dégradation de la qualité au cours du temps

Les travaux s'inscrivant dans la lignée de ceux de Swan assimilent la durabilité du bien à sa durée de vie. Le bien est en parfait état de marche, puis tombe brutalement en panne. Tout le temps que le bien n'est pas en panne, il délivre exactement le même service qu'il soit tout neuf ou déjà usagé. L'exemple type est celui d'une ampoule électrique. Pour certains biens durables, comme les voitures, la dégradation de la performance peut être progressive. Les consommateurs ne considèrent pas nécessairement l'utilisation d'une voiture neuve et celle d'une voiture ayant déjà dix ans comme des biens parfaitement substituables, même si la voiture usagée roule encore. Si les biens de différents âges ne sont plus des substituts parfaits, les marchés d'occasion peuvent jouer un rôle important. Des consommateurs peuvent souhaiter vendre des unités un peu usées pour les remplacer par des unités neuves. Les consommateurs ou les firmes peuvent aussi "envoyer à la casse" des unités usagées, mais encore en état de marche.

3.3.1 Deux types de consommateurs

Waldman (1996b) présente un modèle dans lequel la durabilité du bien est assimilée à sa vitesse de dégradation. Un monopole choisit le rythme auquel la qualité du bien va baisser.

Le modèle comprend deux périodes, un monopole et deux groupes de consommateurs. En première période, le monopole produit un bien durable dont la qualité est égale à V_N (N pour *New*). Le monopole choisit aussi la durabilité D de ce bien. Cette durabilité détermine la qualité $V_U(D)$ du bien lorsqu'il sera vieux d'une période, donc sa qualité en seconde période. Le coût unitaire de production du monopole, $c(\cdot)$, est une fonction croissante et convexe de V_U . L'auteur pose $c(0) = 0$. En seconde période, le monopole peut produire de nouvelles unités du bien, qui auront une qualité V_N . Le jeu ne comprenant que deux périodes, ces nouvelles unités sont produites avec une durabilité 0 et donc un coût unitaire $c(0) = 0$.

Les consommateurs se partagent en deux groupes. Un consommateur appartenant au groupe i retire une utilité $\theta_i V_k$ de l'utilisation pendant une période d'un bien de qualité V_k . L'auteur pose $\theta_2 > \theta_1$. Si le bien est vendu en période 1, les unités achetées en période 1 peuvent être échangées sur un marché d'occasion en période 2 si $V_U(D) > 0$. Ce marché d'occasion fonctionne de façon concurrentielle. L'auteur suppose que le premier groupe de consommateurs comprend plus d'individus que le second : $N_1 > N_2$. Cette hypothèse assure que le prix sur le marché d'occasion ne va pas tomber à 0. Il suppose aussi²⁶ $\theta_1 V_N + \frac{1}{1+r} \theta_1 V_U(D) < c(D)$. Le monopole n'a pas intérêt à vendre directement aux consommateurs de type 1. Cette hypothèse neutralise le problème d'inconsistance temporelle souligné par Coase (1972).

Si la firme est capable de totalement discriminer les deux types de consommateurs, elle choisit la valeur de D qui est socialement optimale. Par exemple, si la firme peut louer le bien. Elle loue des unités neuves

²⁶Cette hypothèse ne me semble pas compatible avec $c(0) = 0$.

aux consommateurs du groupe 2 à un prix (par période) égal à $\theta_2 V_N$. En période 2, les unités usagées sont louées à des consommateurs de type 1 à un prix $\theta_1 V_U(D)$. La firme captant l'intégralité du surplus social, elle a intérêt à choisir la valeur de D socialement optimale.

L'auteur analyse ensuite le cas où la firme n'est pas capable de distinguer a priori les deux groupes de consommateurs et doit utiliser des menus de contrats pour les pousser à s'auto-sélectionner. L'auteur souligne que le modèle est alors très similaire à celui de Mussa et Rosen (1978), dans lequel un monopole propose une gamme de deux qualités différentes et tente d'extraire un maximum de surplus des consommateurs. Le choix de D se ramène au choix de la qualité offerte aux consommateurs ayant une disposition à payer faible. Le monopole va distordre la durabilité du bien. Il choisit une valeur de D plus faible que celle qui est socialement optimale. Cela réduit la qualité $V_U(D)$ disponible en seconde période sur le marché d'occasion et cela permet ainsi de vendre de nouvelles unités plus cher aux consommateurs de type 2. La réduction de la durabilité du bien permet de réduire la rente informationnelle des consommateurs de type 2 et de capter une part plus importante de leur surplus. Dans ce modèle, la forme d'obsolescence planifiée pratiquée par le monopole est une dégradation plus rapide de la qualité du bien que le rythme socialement optimal. Pour certaines valeurs des paramètres, le monopole peut choisir $D = 0$. Si le monopole loue le bien, au lieu de le vendre, il peut choisir $D = 0$ et choisir de ne pas proposer le bien usagé à la location. Les biens usagés sont retirés du marché et détruits.

3.3.2 Continuum de consommateurs

Hendel et Lizzeri (1999a) approfondissent le modèle précédent dans plusieurs dimensions. Ils reprennent les idées du modèle précédent, mais passent à un modèle ayant un nombre infini de périodes et surtout, ils passent à un continuum de consommateurs. Lors de chaque période, si un consommateur θ utilise une unité du bien, il obtient une utilité θV_k , où V_k est la qualité du bien utilisé. θ est distribué sur $[0, 1]$ selon la fonction de répartition $F(\cdot)$. Le bien dure deux périodes. En première période, lorsque le bien est neuf, sa qualité est égale à V_N (exogène). En seconde période, lorsque le bien est usagé, sa qualité est égale à V_U . V_U est choisi par le monopole lors de la production du bien. Le coût marginal de production du bien, $c(\cdot)$, est une fonction croissante de V_U . Lors de chaque période, il existe un marché d'occasion sur lequel les unités usagées du bien peuvent être échangées.

Les auteurs commencent par analyser le cas où la firme vend le bien et est capable de s'engager à l'avance sur ses niveaux de production futurs. Les auteurs souhaitent comparer le choix de V_U du monopole avec la valeur socialement optimale. Lors de chaque période, les consommateurs ayant un θ élevé achètent une unité neuve du bien et vendent leur unité usagée sur le marché d'occasion à des consommateurs ayant un θ plus faible. Les individus ayant un θ très faible n'achètent jamais le bien. Si tous les consommateurs étaient identiques, le monopole choisirait la valeur de V_U socialement optimale. Si tous les consommateurs sont

identiques, le monopole peut capter l'intégralité du surplus des consommateurs. Il a donc intérêt à maximiser le surplus social. La valeur de V_U est déterminée par la condition $\frac{1}{1+r}\theta = c'(V_U)$. Si les consommateurs sont hétérogènes, les choix du monopole et du planificateur divergent. Pour un niveau de production fixé, le monopole choisit une valeur de V_U plus faible que le planificateur. Une valeur plus faible de V_U rend le choix de conserver une unité usagée moins attractif par rapport au choix d'acheter une nouvelle unité. En réduisant V_U , le monopole peut augmenter le prix de vente des nouvelles unités sans violer la contrainte d'incitations des consommateurs à révéler qu'ils ont un θ élevé. Les auteurs nomment ce premier effet : *substitution effect*. Il existe un second effet, allant dans l'autre sens. En augmentant V_U , le monopole augmente le prix qu'un individu pourra obtenir en revendant une unité usagée sur le marché d'occasion. Lorsque ce prix augmente, l'individu est disposé à payer plus cher une unité neuve du bien. Les auteurs parlent de *resale-value effect*. Le monopole arbitre entre ces deux effets. Les choix du monopole et du planificateur divergent pour deux raisons. Premièrement, le planificateur ne prend pas en compte l'effet de substitution, dont l'impact se limite au partage des gains. Deuxièmement, le planificateur détermine V_U en calculant l'effet sur le consommateur moyen, tandis que le monopole prend en compte les effets de sur V_U les deux consommateurs marginaux (celui indifférent entre une unité neuve et une unité usagée et celui indifférent entre une unité usagée et ne pas consommer). La combinaison de ces deux effets fait que le monopole choisit une dégradation de la qualité plus rapide qu'un planificateur pour un niveau de production donné.

Le monopole et le planificateur ne choisissent cependant généralement pas le même niveau de production²⁷. Pour une valeur de V_U fixée, le monopole choisit un niveau de production plus faible que le planificateur. Si on ne fixe plus le niveau de production, la comparaison des V_U du monopole et du planificateur est plus ambiguë. Pour une distribution de θ uniforme, le monopole et le planificateur choisissent la même valeur de V_U et le monopole produit deux fois moins que le planificateur. Les auteurs étudient aussi le cas où la fonction de densité de θ est $f(\theta) = 2\theta$. Ils posent $c(V_U) = c + V_U^2/d$. La comparaison des choix de durabilité du monopole et du planificateur dépend des valeurs de c et d . Pour certaines valeurs, le monopole choisit un V_U plus faible, mais pour, d'autres valeurs, il choisit un V_U plus élevé que le planificateur.

Location du bien : Les auteurs étudient ensuite le comportement du monopole s'il a la possibilité de louer le bien. Dans beaucoup de modèles, le choix de durabilité du monopole devient efficient lorsque le monopole peut louer le bien. Les auteurs montrent que ce n'est pas nécessairement le cas dans ce modèle.

Lorsque le monopole vend le bien, le nombre d'unités usagées présentes sur le marché d'occasion est égal au nombre d'unités neuves du bien. Si le monopole loue le bien, il peut échapper à cette contrainte. Il peut retirer des unités usagées du marché et les envoyer à la casse. Le monopole peut donc choisir de louer moins d'unités sur le marché du bien usagé que sur le marché du bien neuf. La possibilité de louer le bien

²⁷Dans l'article précédent, Waldman (1996b) avait choisi des hypothèses telles que les deux niveaux de production étaient identiques.

offre donc plus de possibilités de discrimination entre les consommateurs que la vente du bien. Les auteurs montrent que le monopole ne choisit plus une solution en coin avec une durabilité minimale. Lorsque un monopole vendant le bien choisit une durabilité minimale, un monopole qui le loue choisit une durabilité plus élevée et retire certaines unités usagées du marché secondaire. La valeur de V_U choisie par le monopole peut cependant rester différente de la valeur choisie par un planificateur. Autoriser la location ne permet pas de restaurer l'efficacité du choix de V_U par le monopole.

Les autorités de la concurrence américaines ont interdit aux firmes de se limiter à la location du bien. Les auteurs étudient donc l'impact d'une interdiction de la location en comparant les choix du monopole en cas de location et en cas de vente du bien. Ils obtiennent que, si l'équilibre initial du monopole louant le bien est intérieur (au sens où il retire certaines unités usagées du marché), l'interdiction de la location conduit soit à une baisse de la quantité produite par le monopole, soit à une réduction de V_U . Il est possible de construire des exemples où les deux baissent. Une interdiction de la location ou une obligation de vendre le bien en parallèle peut causer une réduction du surplus social.

Intérêt du marché d'occasion pour le monopole : Les auteurs consacrent une section à comparer les profits du monopole avec et sans marché d'occasion. En pratique, le monopole peut faciliter ou rendre plus complexe les transactions sur le marché d'occasion. Par exemple, le monopole peut permettre que la garantie couvrant une voiture soit transmise à son nouveau propriétaire en cas de vente. Certains constructeurs automobiles encouragent les concessionnaires à reprendre les véhicules usagés lors de l'achat d'une voiture neuve et à certifier l'état des véhicules anciens avant de le revendre. Les auteurs se limitent aux deux cas extrêmes : existence ou non existence du marché d'occasion. L'absence de marché d'occasion n'implique pas nécessairement que les biens usagés soient envoyés au rebut. Les propriétaires de biens usagés ne peuvent pas le vendre, mais ils peuvent continuer de les utiliser. Ils achètent alors une unité neuve du bien toutes les deux périodes. Les auteurs montrent que, si $f(\cdot)$ est croissante, les profits du monopole sont plus élevés lorsque le marché d'occasion existe. L'existence du marché d'occasion augmente les possibilités de discrimination entre les consommateurs du monopole et accroît le profit de ce dernier.

Maintenance du bien : Les auteurs introduisent la possibilité pour les consommateurs de faire de la maintenance. Formellement, un bien usagé a sans maintenance la qualité V_U choisie par le monopole. Le propriétaire a cependant la possibilité d'augmenter cette qualité à $V_M \in [V_U, V_N]$ en payant un coût de maintenance $K(V_M, V_U)$. Les auteurs montrent que cette possibilité réduit les profits du monopole. Sans maintenance, le monopole distord la valeur de V_U vers le bas de façon à extraire plus de surplus des acheteurs d'unités neuves. Si les consommateurs ont la possibilité d'améliorer la qualité d'une unité usagée, cela rend l'extraction de leur surplus plus compliquée pour le monopole. Les consommateurs peuvent contrer la distorsion introduite par le monopole en faisant de la maintenance. Les profits du monopole sont alors

plus faibles. Le monopole peut donc essayer de supprimer les possibilités de maintenance en supprimant la garantie d'un bien dont la maintenance aurait été assurée par une entreprise extérieure ou en refusant de vendre certaines pièces détachées. Empêcher le monopole de supprimer la maintenance extérieure n'augmente pas nécessairement le surplus social. Si la maintenance permet de contrer partiellement la distorsion sur V_U introduite par le monopole, ce dernier réagit en augmentant la distorsion initiale. Le surplus social peut au final diminuer.

3.3.3 Maintenance du bien et "anti-obsolescence"

Kinokuni, Ohkawa et Okamura (2010) introduisent dans le modèle de Waldman (1996b) la possibilité pour les consommateurs de restaurer une partie de la qualité du bien en achetant des services de maintenance.

Le modèle comprend deux périodes et deux types de consommateurs : $\theta_H > \theta_L$. Un monopole produit un bien durable. Les unités produites ont une durée de vie de deux périodes. Lorsque le bien est neuf, sa qualité est égale à $V_N = 1$. Après une période d'utilisation, la qualité tombe à $V_U(D) = D$. Le coût unitaire de production est une fonction croissante et convexe de la durabilité du bien : $c(D)$. Au cours d'une période d'utilisation, la qualité se dégrade donc de $1 - D$. Un consommateur peut récupérer une partie de la qualité perdue en achetant m unités de services de maintenance. Il récupère ainsi une proportion $1 - g(m)$ de la qualité perdue. Après maintenance, la qualité d'une unité usagée est donc égale à $V_U(D, m) = 1 - (1 - D)g(m)$. Les services de maintenance sont fournis par une industrie concurrentielle à un prix unitaire w .

La chronologie du jeu est la suivante. Lors de la première période, la firme choisit D et son prix de vente. Les consommateurs choisissent ensuite d'acheter ou non une unité du bien. Lors de la seconde période, le monopole choisit le prix de vente d'une unité neuve. Simultanément, le bien usagé peut être échangé sur un marché d'occasion concurrentiel. Les consommateurs prennent leurs décisions d'achat et de vente. Les consommateurs ayant conservé ou acquis une unité du bien usagé peuvent acheter m unités de services de maintenance pour restaurer une partie de la qualité perdue de l'unité qu'ils possèdent.

Les auteurs commencent par déterminer le choix de maintenance des consommateurs. Le niveau de maintenance choisi est une fonction décroissante de D . Si le bien est plus solide et qu'il se dégrade moins, la maintenance a moins d'effets bénéfiques. Le niveau de maintenance choisi dépend aussi du type du consommateur. Les consommateurs de type H font plus de maintenance que ceux de type L (si certains consommateurs de type H conservent le bien usagé).

Le reste du modèle est résolu en distinguant trois cas selon que les consommateurs peuvent ou non faire de la maintenance et selon qu'il existe ou non un marché d'occasion²⁸. Comme Waldman, les auteurs

²⁸Le cas sans maintenance et sans marché d'occasion ne présente pas d'intérêt et n'est pas traité.

paramètrent le modèle de façon à ce que les consommateurs de type L n'achètent jamais le bien neuf et se limitent à acquérir des unités usagées sur le marché d'occasion si les consommateurs de type H souhaitent les vendre. Pour chacun des cas, les auteurs comparent la valeur d'équilibre de D et sa valeur correspondant à l'optimum de second rang (défini comme une situation où le planificateur peut contrôler D , mais pas les efforts de maintenance des consommateurs).

Maintenance et marché d'occasion : Les auteurs commencent par le cas avec maintenance et marché d'occasion, le choix de D est déterminé par la condition :

$$\frac{1}{1+r}g(m_L(D))\theta_L + \frac{1}{1+r}[g(m_L(D))\theta_L - g(m_H(D))\theta_H] = c'(D)$$

A droite, on retrouve le coût marginal d'augmenter la durabilité du bien. A gauche, on trouve l'effet de D sur les prix de ventes de unités neuves. Le second terme mesure l'effet sur le prix de vente d'une unité neuve en seconde période. Il est déterminé par la contrainte d'inciter un consommateur de type H à revendre son unité usagée pour la remplacer par une neuve. Le premier terme mesure l'impact sur le prix de première période. Il dépend du prix auquel l'unité usagée sera rachetée sur le marché d'occasion par un consommateur de type L.

A l'équilibre, les consommateurs de type H achètent une unité neuve lors de chaque période. En période 2, les consommateurs de type H utilisent le marché d'occasion pour revendre leur unité usagée à des consommateurs²⁹ de type L.

Les auteurs calculent ensuite la dérivée de la fonction de surplus social par rapport à D pour la valeur d'équilibre de D . Cette dérivée est égale à :

$$-\frac{1}{1+r}n_Hg(m_L(D))\theta_L + \frac{1}{1+r}n_Hg(m_H(D))\theta_H$$

Il y a deux effets de D sur le surplus des consommateurs que le monopole n'internalise pas. Le premier terme correspond à l'augmentation du prix sur le marché d'occasion lorsque D augmente. Lorsque D augmente, le prix sur le marché d'occasion augmente, ce qui permet au monopole d'accroître son prix en période 1. Le monopole internalise cet effet ; mais du point de vue du surplus social, il s'agit d'un pur transfert qui ne devrait pas être pris en compte. Dit autrement, le monopole n'internalise pas la baisse de surplus des consommateurs due à cette augmentation du prix. Le second terme correspond au fait que lorsque D augmente, il devient un peu plus attractif pour les consommateurs de type H de conserver leur unité usagée plutôt que d'acheter une unité neuve. Le monopole doit donc ajuster le prix de l'unité neuve pour que les consommateurs H continuent de l'acheter. L'augmentation de D a un effet bénéfique sur le surplus des consommateurs de type H qui n'est pas internalisé par le monopole. On a donc deux externalités dont les

²⁹Les consommateurs de type L sont supposés plus nombreux que ceux du type H pour que le prix soit strictement positif.

signes sont opposés. L'effet dominant dépend de la forme de $g(\cdot)$. Si g est log-concave, le monopole choisit une valeur de D trop élevée par rapport à l'optimum de second rang. Si g est log-convexe, le monopole choisit une valeur de D trop faible par rapport à ce qui est socialement souhaitable. Si g ne rentre pas dans l'un des deux cas précédents, l'effet total est ambigu.

Si g est log-concave, la différence entre les choix de maintenance des deux types de consommateurs est forte. Si une unité usagée est achetée par un consommateur de type L, il ne fera pas beaucoup d'efforts pour la réparer. La possibilité de maintenance ne change donc pas beaucoup la valeur qu'il est prêt à payer. En revanche, si l'unité usagée est achetée par un consommateur de type H, il va acheter beaucoup de services de maintenance pour restaurer une partie de sa qualité. La possibilité de maintenance modifie sensiblement la valeur qu'il attache à cette unité et donc modifie sensiblement sa contrainte d'incitation à la remplacer par une unité neuve. Pour le monopole, le "mauvais effet" domine. Le monopole souhaite donc réduire les efforts potentiels de maintenance des consommateurs afin de réduire l'écart entre les deux types. Comme les efforts de maintenance et D sont des substituts, le monopole augmente D pour réduire les efforts potentiels de maintenance. On obtient alors un effet anti-obsolescence. Le monopole choisit une dégradation de la qualité du bien au cours du temps trop faible par rapport à l'optimum de second rang.

Les auteurs s'intéressent aussi à la "durabilité réelle" du bien par opposition à sa "durabilité incorporée". La durabilité "incorporée" correspond à D . La durabilité "réelle" correspond à la qualité d'une unité usagée après maintenance (en prenant la valeur d'équilibre de la maintenance). Généralement, le monopole choisit une valeur de D différente de la valeur de l'optimum du second rang. Les consommateurs distordent cependant leurs efforts de maintenance dans le sens opposé. Il est donc possible que D soit trop élevé, mais qu'au final la qualité d'une unité usagée soit trop faible par rapport à l'optimum social. Les auteurs proposent un exemple avec une fonction g qui peut être paramétrée pour être log-concave ou log-convexe. Selon les valeurs retenues, ils peuvent avoir D trop faible et une durabilité réelle trop faible ou D trop élevée et une durabilité réelle qui peut être trop faible ou trop élevée.

Marché d'occasion sans maintenance : On retombe sur le cas traité par Waldman. On a le même type d'équilibre que dans le cas précédent : les consommateurs H achètent une unité neuve à chaque période ; certains consommateurs L achètent une unité usagée en période 2. La valeur d'équilibre de D est déterminée par la condition :

$$\frac{1}{1+r}g(m_H(D))\theta_H = c'(D)$$

La dérivée de la fonction de surplus social par rapport à D pour la valeur d'équilibre de D est égale à :

$$-\frac{1}{1+r}n_H\theta_L + \frac{1}{1+r}n_H\theta_H > 0$$

Le surplus social augmenterait si la durabilité du bien était un peu plus élevée. Le monopole choisit un

D trop faible par rapport à l'optimum social.

Les auteurs comparent aussi la valeur d'équilibre de D avec celle du cas précédent. Ils trouvent que lorsque la différence entre θ_H et θ_L est grande, le monopole augmente la valeur de D lorsque la maintenance devient possible. Si $\theta_H - \theta_L$ est faible, D est plus élevé sans possibilité de maintenance. La possibilité de maintenance incite donc le monopole à réduire D dans ce cas.

Maintenance sans marché d'occasion : Les auteurs se concentrent sur les valeurs des paramètres conduisant à un équilibre où les consommateurs H achètent une unité neuve en période 1 et conservent leur unité usagée en période 2. La valeur d'équilibre de D est déterminée par la condition :

$$\frac{1}{1+r}\theta_L + \frac{1}{1+r}(\theta_L - \theta_H) = c'(D)$$

La dérivée de la fonction de surplus social par rapport à D pour la valeur d'équilibre de D est égale à :

$$n_H \left[\frac{1}{1+r} g(m_H(D)) \theta_H - c'(D) \right]$$

La valeur de D choisit par le monopole correspond à la valeur socialement optimale. La totalité de l'impact de D sur le surplus des consommateurs de type H en seconde période se reporte sur le prix de l'unité neuve en période 1. Les incitations du monopole lorsqu'il choisit la valeur de D correspond aux incitations socialement optimales.

Les auteurs comparent la valeur d'équilibre de D avec celle obtenue dans le premier cas. L'existence d'un marché d'occasion incite le monopole à augmenter D lorsque g est log-concave et à réduire D lorsque g est log-convexe.

3.3.4 Choix du moment à partir duquel la qualité se dégrade

Basu (1988) mélange la modélisation de cette sous-section et celle de la précédente. Les unités de bien durable durent une période avant de devenir totalement inutilisables. Cette période de temps peut cependant se décomposer en sous-périodes et la qualité du bien peut se dégrader avant que le bien ne devienne inutilisable. Formellement, le bien a une qualité V_N pendant une durée $q \in]q, 1]$, puis sa qualité devient égale à $V_U < V_N$. q est un paramètre qui est librement choisi par les firmes et le coût unitaire de production, c , est indépendant de q . Il n'y a pas de marché d'occasion dans ce modèle.

Si les firmes pouvant produire le bien se livrent une concurrence parfaite, elles choisissent $q = 1$, $p = c$ et réalisent un profit nul. Si les firmes ne choisissaient pas $q = 1$, une firme pourrait augmenter q et augmenter parallèlement p sans perdre tous ses clients. Elle pourrait alors obtenir un profit strictement positif. En concurrence parfaite, on a nécessairement $q = 1$ à l'équilibre. Les firmes ne réduisent pas volontairement la durabilité des biens.

Le comportement d'une firme en situation de monopole peut être différent si les consommateurs sont hétérogènes. Si les consommateurs sont hétérogènes, un monopole peut généralement accroître ses profits en discriminant entre les différents types de consommateurs. L'auteur suppose qu'il y a deux types de consommateurs : des consommateurs de type L (*lavish* : prodigue) qui ont tendance à remplacer leur unité du bien dès que sa qualité se dégrade et des consommateurs de type T (*thrifty* : économe) qui ont tendance à utiliser le bien jusqu'à ce qui soit totalement usé. Le monopole n'est pas capable de distinguer les deux types de consommateurs. Mais, en réduisant q le monopole va pousser les consommateurs à s'auto-sélectionner. Les deux types de consommateurs paient le même prix par unité achetée, mais les consommateurs L achètent $1/q$ unités lorsque ceux de type T achètent une unité par période.

L'auteur présente un exemple chiffré où le monopole choisit $q = 1/4$. La forme des préférences des consommateurs est différente de celle utilisée dans la plupart des études présentées dans ce chapitre (de la forme $\theta_i V_k$). Les consommateurs L retirent plus d'utilité d'une unité neuve que les consommateurs T (4 contre 2). Tandis que les consommateurs T obtiennent une utilité plus élevée de l'utilisation d'une unité usagée que les consommateurs L (1 contre 0).

Dans cet article, le monopole réduit volontairement la durabilité du bien durable et accélère la détérioration de sa qualité pour discriminer entre des consommateurs hétérogènes.

3.3.5 Date de mise au rebut endogène

Rust (1986) présente un modèle dans lequel la dégradation de la qualité du bien intervient progressivement et de façon aléatoire et dans lequel la date d'envoi du bien à la casse est endogène. Il montre que l'impossibilité pour le monopole de contrôler la date de retrait du marché du bien, le conduit à distordre le niveau de durabilité du bien. Il est difficile de préciser a priori le sens de cette distorsion.

Le bien durable est produit par un monopole à un coût unitaire $c(\rho)$, qui est une fonction croissante et convexe du niveau de durabilité ρ du bien. Le monopole est capable de s'engager dès le début du jeu sur l'ensemble de sa politique de prix future. A chaque unité du bien durable est associée une variable d'état x_t qui mesure son degré d'usure. $x_t = 0$ pour une unité neuve. La valeur de x_t évolue au cours du temps selon un processus markovien. Il existe donc une matrice de transition qui à chaque niveau d'usure en début de période x associe des probabilités pour différents niveaux d'usure y en fin de période. Ces probabilités de transition sont données par :

$$\Phi(x, y, \rho) = \begin{cases} 1 - e^{-\rho(y-x)} & \text{si } 0 \leq x \leq y \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Une valeur de ρ plus élevée réduit (en espérance) la vitesse d'usure du bien. La demande est composée d'un continuum de consommateurs, tous identiques. Ces consommateurs retirent une utilité $V(x)$ de l'utilisation

d'une unité du bien présentant un degré d'usure x pendant une période. Ils subissent en outre un coût de maintenance $m(x)$ pour entretenir leur unité du bien et la garder en état de fonctionnement. Les biens peuvent être échangés sur un marché d'occasion concurrentiel. x est observable lors de ces échanges. Un consommateur peut aussi choisir d'envoyer une unité du bien à la casse. Les "ferrailleurs" (*scrappers*) rachètent les unités "bonnes pour la casse" à un prix \underline{p} . Le modèle est en temps discret avec un horizon infini. Les consommateurs et le monopole utilisent le même facteur d'actualisation δ .

L'auteur commence par calculer la valeur socialement optimale de ρ . Il montre, ensuite, que si le monopole loue le bien au lieu de le vendre, il choisit la valeur socialement optimale de ρ .

Ce n'est généralement plus le cas si le bien est vendu. Si le bien est vendu, la valeur de x au delà de laquelle le bien est envoyé à la casse est choisie par les consommateurs et plus par le monopole (comme dans le cas de la location). Dans le calcul du monopole, lorsqu'il loue le bien, le coût de remplacement d'une unité est égal à $c(\rho)$, tandis que pour les consommateurs le coût de remplacement est le prix fixé par le monopole pour une unité neuve, qui est supérieur à $c(\rho)$. Les consommateurs choisissent donc une date de mise au rebut différente de celle socialement optimale. Ils choisissent de continuer d'utiliser des biens ayant un x élevé, que le planificateur social choisirait d'envoyer à la casse. Le monopole, lorsqu'il vend le bien, doit tenir compte de cette distorsion lorsqu'il choisit son prix et ρ . Si $c(0)$ est faible, le monopole peut éliminer le problème en rendant le bien non durable. Il choisit $\rho = 0$ et toutes les unités du bien présentent une usure $x = \infty$ à la fin de la période et sont envoyées à la casse par les consommateurs. Si $c(0)$ est élevé (par exemple, dans le cas des voitures), rendre les biens non durables augmente beaucoup trop les coûts de production pour être envisageable. Le monopole choisit donc $\rho > 0$, mais cette valeur sera généralement différente de la valeur socialement optimale. Elle peut être inférieure à la valeur socialement optimale, mais il est aussi possible que le monopole choisisse une valeur de ρ supérieure à la valeur socialement optimale. Le monopole ne pouvant pas choisir la date de mise au rebut des produits, il peut avoir intérêt à la repousser très loin dans le temps en choisissant une valeur élevée de ρ .

3.3.6 Évolution des possibilités de maintenance

On reproche parfois à certains industriels de rendre volontairement opaque le fonctionnement des biens qu'ils produisent afin que leurs utilisateurs ne puissent pas les modifier, les faire évoluer ou les réparer eux-mêmes.

Borg (2012) présente une évolution historique de la réparation automobile. Au début du XX^{ème} siècle, un garagiste était capable de démonter totalement une voiture et pouvait réparer à peu près n'importe quelle panne. Les problèmes étaient des problèmes mécaniques et les garagistes se fiaient essentiellement aux bruits pour comprendre la source des pannes. Avec l'apparition des démarreurs électriques, le fonctionnement des voitures a commencé à se compliquer. Cette partie de la voiture faisait appel à des compétences techniques très différentes, que beaucoup de garagistes ne maîtrisaient pas. En outre, il fallait souvent des appareils

de mesure spécifiques pour comprendre la panne. Un problème électrique ne se repère pas en regardant et en écoutant. Il faut des appareils pour mesurer le voltage, etc. Mais, la rupture la plus importante s'est produite lorsque des composantes électroniques ont été introduites dans les voitures. Il faut des appareils très spécifiques pour comprendre les pannes et des compétences en électronique, que les garagistes n'ont généralement pas, pour les résoudre. La réparation des voitures est passée de garagistes indépendants à des concessionnaires liés aux constructeurs. L'auteur rappelle que l'opacité du fonctionnement des voitures a parfois aussi été voulue. Notamment, les autorités publiques américaines l'ont parfois imposée aux constructeurs lorsqu'elles ont commencé à imposer des normes environnementales. Au début des années 1970, après le *Clean Air Act*, les constructeurs ont dû modifier les réglages des voitures pour limiter les émissions de gaz polluants. Ces réglages ont généralement dégradé les performances des voitures en ce qui concerne la vitesse et l'accélération. Les autorités publiques ont alors voulu éviter que les garagistes ne "réparent" les voitures en rétablissant les performances "normales" au détriment de l'environnement. Elles ont donc exigé des constructeurs qu'ils rendent les réglages compliqués et les placent dans des parties peu accessibles des véhicules, par exemple à l'intérieur du moteur. Les réglages des émissions ont ensuite été contrôlés par des puces électroniques et ne peuvent plus être modifiés que par les constructeurs.

3.4 Introduction de nouveaux produits et obsolescence psychologique

Dans les deux sections précédentes, on a assimilé l'obsolescence d'un bien à sa dégradation physique. La qualité du bien se dégradait ou le bien cessait de fonctionner. On va maintenant s'intéresser à "l'obsolescence psychologique", qui correspond nettement plus au sens en français (et en anglais) de l'obsolescence. Les unités du bien durable ne se dégradent pas au cours du temps. Cependant, les consommateurs peuvent les juger obsolètes ou passées de mode, car de nouveaux biens ont été introduits sur le marché. Les consommateurs possèdent des biens en parfait état de marche, mais ils ont envie de les échanger contre des biens plus récents, dont la qualité est supérieure ou qu'ils perçoivent comme plus à la mode.

On commence par présenter deux modèles où un bien ayant une qualité supérieure est introduit en seconde période. On revient plus longuement sur ce cas dans la section suivante où les efforts de R&D des firmes sont introduits. On présente ensuite des modèles où les nouveaux biens n'ont pas une qualité intrinsèquement supérieure, mais sont perçus comme plus à la mode et peuvent servir aux consommateurs à signaler une appartenance sociale. Dans certains cas, il est possible d'influencer le souhait des consommateurs d'échanger leur unité du bien durable encore en état de fonctionner contre une unité d'un bien ayant un design plus récent grâce au marketing.

3.4.1 Amélioration du produit entre les deux périodes

Levinthal et Purohit (1989) et Fudenberg et Tirole (1998) supposent qu'une innovation (exogène) intervient entre les deux périodes dans le modèle de Bulow (1982). Le monopole est donc en mesure de vendre un bien de meilleure qualité en seconde période. Le bien ancien peut continuer d'être offert ou non en seconde période. Les deux articles se focalisent sur la politique marketing du monopole. Le premier introduit directement les fonctions de demande sans spécifier les préférences des consommateurs, ce qui limite l'étude des possibilités de discrimination. Le second article spécifie les préférences des consommateurs et dérivent de façon endogène les fonctions de demande. Cette façon de procéder permet une étude plus approfondie des possibilités de discrimination.

Sans discrimination : Levinthal et Purohit (1989) reprennent l'architecture du modèle de Bulow (1982), mais ils supposent que le monopole peut introduire un second produit au début de la seconde période que les consommateurs perçoivent comme une amélioration par rapport au premier produit. Les unités du produit vendues en première période sont cependant encore en état de marche. En outre, les auteurs supposent qu'il existe un marché d'occasion sur lequel ces unités peuvent être échangées. En seconde période, les deux biens coexistent.

Si les consommateurs anticipent l'introduction d'un nouveau produit, ils peuvent être tentés de retarder leur achat jusqu'à ce que la nouvelle génération du bien soit disponible. Même s'ils ne retardent pas leur achat, leur disposition à payer pour le bien va baisser, car les consommateurs anticipent que l'unité qu'ils vont acheter verra sa valeur de revente sur le marché d'occasion baisser lorsque la nouvelle version du bien sera introduite. La firme tient elle aussi compte de l'introduction du bien futur. Les ventes du bien actuel peuvent réduire le marché potentiel du bien futur (effet de cannibalisation). Le prix et la quantité de la première période sont donc modifiés par l'anticipation de l'arrivée d'un nouveau bien en seconde période. Les auteurs commencent par étudier ces effets lorsque le bien actuel ne peut plus être produit en seconde période (*separate production*). Ils supposent ensuite que le monopole peut continuer de produire le bien ancien en seconde période et que le monopole peut intervenir sur le marché d'occasion pour acquérir des unités du bien ancien et les retirer du marché (*joint production*).

Les auteurs commencent par analyser le cas où le monopole cesse de vendre le bien initial en seconde période pour ne produire que le nouveau bien (*separate production*). Cet engagement à ne pas produire le bien ancien en seconde période est pris dès la première période. Les auteurs supposent que les demandes

inverses pour les services des deux biens sont égales à :

$$\begin{aligned} r_{1o} &= \alpha - \beta q_{1o} \\ r_{2o} &= \alpha - \beta (q_{1o} + q_{2n}) \\ r_{2n} &= (\alpha + \Delta) - \beta (\gamma q_{1o} + q_{2n}) \end{aligned}$$

r_{tk} correspond au prix d'équilibre pour les services délivrés par une unité du bien k à la période t . $k = o$ correspond au bien produit en première période (*old*). $k = n$ correspond au bien produit en seconde période (*new*). Δ mesure l'importance de l'amélioration du second produit par rapport au premier. γ mesure la substituabilité entre les deux biens. Cette substituabilité est supposée asymétrique par les auteurs. Une unité supplémentaire du bien neuf fait plus chuter le prix des services du bien ancien qu'une unité supplémentaire du bien ancien ne fait chuter le prix des services du bien neuf. Les deux biens sont produits avec le même coût unitaire c , que les auteurs normalisent à 0.

En seconde période, le monopole produit $q_{2n} = (\alpha + \Delta - \beta \gamma q_{1o}) / 2\beta$. Le prix de location des unités anciennes du bien en seconde période est égal à $r_{2o} = (\alpha - \beta q_{1o}) / 2 - (\Delta + \beta (1 - \gamma) q_{1o}) / 2$. Les auteurs assimilent le second terme à l'effet d'obsolescence. La production d'unités du nouveau bien en seconde période fait baisser le prix des services rendus par le bien ancien. Δ augmente l'effet d'obsolescence tandis que γ l'atténue. Cet effet d'obsolescence est anticipé par les consommateurs et fait diminuer leur disposition à payer pour le bien initial en période 1. Les auteurs montrent que q_{1o} est une fonction décroissante de Δ . La perspective prochaine d'une amélioration importante de la qualité du bien fait baisser sa demande en période 1 et le monopole choisit donc de réduire sa production de bien initial. Si Δ est suffisamment élevé, le monopole renonce à produire en première période. Produire moins en période 1 réduit les profits de cette période, mais cela réduit aussi l'effet de cannibalisation (égal à γq_{1o}) du bien ancien sur le bien nouveau en seconde période. L'effet d'une variation de γ sur q_{1o} est ambigu. Si Δ est faible [élevé], q_{1o} augmente [diminue] quand γ augmente.

Les auteurs supposent ensuite que le monopole n'est pas capable de s'engager en période 1 à ne pas produire d'unités supplémentaires du bien ancien en seconde période. En seconde période, le monopole est capable de produire simultanément les deux biens (*joint production*). Il peut donc augmenter le stock du bien ancien en produisant de nouvelles unités de ce bien. Les auteurs supposent que le monopole peut aussi réduire ce stock en achetant des unités anciennes sur le marché d'occasion pour les retirer du marché (*buy-backs*). Les auteurs traitent simultanément les deux possibilités. Ils introduisent une seule variable correspondant au nombre de nouvelles unités du bien ancien produites en seconde période. Lorsque cette variable prend une valeur négative, le monopole rachète des unités pour les retirer du marché.

Les auteurs commencent par analyser la seconde période du jeu. Si Δ est faible, le monopole choisit de produire une quantité additionnelle de l'ancien bien en seconde période. A l'opposé, si Δ est élevé, le

monopole rachète une partie de sa production antérieure de bien ancien afin de la retirer du marché et de réduire ainsi la cannibalisation du nouveau bien par l'ancien. Les auteurs se tournent ensuite vers la première période, la quantité produite en période 1 devient indépendante de Δ lorsque le monopole peut modifier le stock du bien ancien en seconde période. La production de première période est une fonction croissante de γ . Le nombre de nouvelles unités du bien ancien vendue en seconde période est une fonction décroissante de Δ et de γ .

Les auteurs comparent ensuite les profits intertemporels obtenus par le monopole avec l'engagement de ne pas modifier le stock de bien ancien en période 2 (*separate production*) et sans cet engagement (*joint production*). Le profit avec engagement est le plus élevé si Δ est inférieur à un certain seuil. Au delà de ce seuil, le profit est plus élevé lorsque le monopole peut racheter des unités du bien en seconde période pour les retirer du marché. La valeur seuil dépend de γ .

Annnonce des innovations futures : Les auteurs soulignent que les consommateurs peuvent n'avoir qu'une information très imparfaite des innovations en cours de développement et des dates auxquelles elles seront introduites. Formellement, les auteurs supposent qu'un nouveau produit peut être introduit au début de la seconde période avec une probabilité μ . Le monopole connaît le résultat de ce tirage aléatoire dès la première période, mais pas les consommateurs³⁰. Les auteurs étudient si le monopole a intérêt à révéler dès la période 1 s'il introduira ou non un nouveau produit en seconde période. Pour répondre à cette question, les auteurs comparent les profits obtenus dans un équilibre séparable et dans un équilibre mélangeant. Ils réalisent cette comparaison pour le cas avec *separate production* puis pour celui avec *joint production*.

Dans le cas avec *separate production*, le monopole joue l'équilibre du jeu précédent si elle a choisi un équilibre séparable et si elle est capable d'innover en seconde période. Elle joue l'équilibre du jeu de Bulow (1982) si elle n'est pas capable d'innover. Si la firme a choisi un équilibre mélangeant, elle doit produire la même quantité en période 1 qu'elle soit ou non en mesure d'innover, sinon son comportement révélerait sa capacité à innover. Un équilibre mélangeant permet de vendre le bien plus cher en période 1 si la firme est capable d'innover et si elle parvient à le dissimuler aux consommateurs, mais il oblige la firme à distordre sa production de première période. Les auteurs trouvent que le profit intertemporel du monopole est plus élevé dans l'équilibre séparable. Le monopole a donc intérêt à s'engager à l'avance à annoncer les dates d'introduction de ses innovations futures.

Dans le cas avec *joint production*, on a vu que la production de première période est indépendante de Δ . Elle dépend cependant toujours de γ et de μ si le monopole choisit un équilibre mélangeant. Les auteurs trouvent que, dans ce cas aussi, le monopole préfère l'équilibre séparable.

³⁰Les auteurs notent qu'il est probable que la firme connaisse mieux la valeur de Δ que les consommateurs. L'incertitude pourrait donc aussi porter sur Δ , mais la formalisation serait un peu plus complexe.

Discrimination entre les consommateurs : Fudenberg et Tirole (1998) analysent la même problématique, mais modifient plusieurs hypothèses. (1) Ils n'introduisent plus directement les fonctions de demande des deux biens. Ils font des hypothèses sur les préférences des consommateurs et dérivent les fonctions de demande de façon endogène. Préciser les préférences des consommateurs permet aux auteurs d'introduire de l'hétérogénéité dans les préférences de consommateurs et d'étudier les possibilités pour la firme de faire de la discrimination. (2) Ils introduisent des coûts de production positifs et différents entre les deux biens. Cela enrichit l'ensemble des équilibres possibles en seconde période lorsque le monopole peut produire simultanément les deux biens. Il existe une zone où le monopole choisit de ne pas produire d'unités supplémentaires du bien ancien et de ne pas non plus racheter d'unités de ce bien sur le marché d'occasion. (3) Les auteurs introduisent la possibilité de *trade-in* : la firme offre une réduction sur l'achat du nouveau bien si le consommateur ramène son unité du ancien bien. (4) Les auteurs comparent les résultats du modèle avec et sans marché d'occasion. La problématique de l'article porte essentiellement sur la politique marketing permettant d'extraire le plus de surplus possible des consommateurs.

Le modèle comprend deux périodes. Durant la période 1, le monopole ne peut produire que la version A du bien, à un coût marginal constant c_A . Un consommateur de type θ utilisant ce bien pendant une période en retire une satisfaction θV_A . θ est distribué sur $[0; 1]$ avec une fonction de densité $f(\cdot)$. Au début de la période 2, le monopole devient capable de produire une version B du bien qui représente une amélioration. Elle procure à ses utilisateurs une utilité θV_B . $V_B > V_A$. Cette version est produite avec un coût marginal constant $c_B \geq c_A$. Les auteurs supposent $V_B - V_A > c_B - c_A$.

Location du bien : Comme point de référence, les auteurs commencent par caractériser la politique de prix d'un monopole pouvant louer le bien au lieu de le vendre. Ils posent $c_A = c_B = 0$. A chaque période, le monopole cherche la valeur de θ qui maximise $[1 - F(\theta)]\theta V_k$ et fixe un loyer $l = \theta V_k$. La valeur optimale de θ est indépendante de V_k . Le monopole loue aux mêmes consommateurs lors des deux périodes. En première période, il leur loue la version A du produit et en seconde période la version B.

Dans certains cas³¹, le monopole peut répliquer le comportement de location en proposant les contrats de vente suivants : (1) $p_1^A = \left(1 + \frac{1}{1+r}\right)\theta V_A$, (2) une clause de *money-back guarantee* : les personnes ayant acheté le bien à la période 1 peuvent demander à se faire rembourser $\theta V_A - p_2^A$ si le prix de la version A en seconde période est inférieur à θV_A et (3) une option d'achat sur la nouvelle version du bien (*coupon for up-grade*) : le contrat contient la possibilité pour les consommateurs d'échanger leur unité de la version A contre une unité de la version B (*trade in*) à un prix $p^U = \lambda p_2^B$ (U pour *up-grade*), où p_2^B est le prix de vente d'une unité du bien B pour un consommateur n'ayant pas acheté la version A en période 1.

Si le contrat comprend les clauses (2) et (3), le monopole se limite en période 2 à vendre le produit

³¹La condition porte sur $F(\cdot)$, V_A et V_B .

amélioré à ceux qui l'ont déjà acheté à un prix $p^U = \theta(V_B - V_A)$. La clause (2) dissuade le monopole de vendre des unités de la version A à un prix réduit. La clause (3) dissuade le monopole de tenter de vendre la version B à de nouveaux consommateurs (si λ est suffisamment faible).

Vente du bien avec marché d'occasion avec transactions anonymes : Les auteurs supposent ensuite que la location n'est pas possible pour des raisons d'aléa moral lié à la maintenance du bien ou que la législation interdit de ne pas vendre le bien. Ils supposent aussi que le monopole n'est pas capable de s'engager en période 1 sur sa stratégie de la période 2. Les auteurs commencent par supposer qu'il existe un marché de seconde main sur lequel les unités de la version A achetées en période 1 peuvent être échangées en période 2.

Le modèle se résout par récurrence amont et les auteurs commencent donc par l'étude de la seconde période du jeu. Le monopole cherche à extraire le maximum de surplus des consommateurs. Il dispose de deux versions du bien correspondant à des niveaux de qualité différents et il doit faire face à un stock de bien A déjà présent sur le marché.

Comme le bien peut être échangé librement et de façon anonyme sur le marché secondaire, il n'est pas possible de faire dépendre les prix de l'historique d'achat des consommateurs. Les consommateurs vont donc se partager en trois groupes. Ceux ayant un θ faible (inférieur à θ_L) ne vont pas consommer le bien en période 2. Ceux ayant un θ élevé (supérieur à θ_H) vont consommer une unité du bien B. Enfin, ceux ayant un θ intermédiaire vont utiliser une unité du bien A. Le consommateur θ_L est indifférent entre consommer le bien A et ne pas acheter le bien. On doit donc avoir $p_2^A = \theta_L V_A$. Le consommateur θ_H doit être indifférent entre les deux versions du bien. On doit donc avoir $p_2^B - p_2^A = \theta_H (V_B - V_A)$. On a donc un prix p^U implicite égal à $\theta_H (V_B - V_A)$.

Les auteurs distinguent trois cas possibles. (1) Le monopole produit et vend de nouvelles unités du bien A en période 2. (2) Le monopole achète des unités de la version A du bien sur le marché secondaire pour le retirer du marché. (3) Le monopole n'intervient pas sur le marché du bien A, ni pour acheter, ni pour vendre.

Le monopole ne choisit de vendre une quantité additionnelle de bien A en période 2 que si l'innovation est mineure (au sens où $(c_B - c_A)/c_A > (V_B - V_A)/V_A$) et si le stock pré-existant de ce bien est faible. Avec une innovation mineure, on se rapproche du cas où il n'y a pas d'innovation. Dans ce cas, le monopole vend une quantité additionnelle en période 2 si le stock initial est faible. Il vend parallèlement des unités de la version B. Si le stock initial de bien A est élevé, le monopole choisit de racheter des unités de A et vend en parallèle des unités de B. Si le stock initial de bien A est intermédiaire, le monopole n'intervient pas sur ce marché et se limite à vendre des unités du bien B. Les seuils séparant ces trois zones sont des fonctions décroissantes de la taille de l'innovation, $V_B - V_A$. Si $c_B \leq c_A$ ou plus généralement si $(c_B - c_A)/c_A \leq (V_B - V_A)/V_A$, le

premier seuil tombe à zéro. Le monopole ne vend pas de nouvelles unités du bien A en période 2.

Les auteurs se tournent ensuite vers l'analyse de la première période du jeu. La prise en compte de la première période n'élimine aucun des trois types d'équilibres possibles à la seconde période. Les auteurs fournissent un exemple pour chacun des trois cas. Si $c_A = c_B = 0$, le monopole rachète des unités du bien A en seconde période. Si l'innovation est mineure, le modèle ressemble au modèle sans innovation. Le monopole vend de nouvelles unités du bien A en seconde période. Si l'innovation est importante et si $c_A = c_B$ et ces coûts sont proches de V_A , alors en seconde période le monopole n'intervient pas sur le marché du bien A.

Vente du bien en l'absence de marché d'occasion : Les auteurs reprennent ensuite la résolution du modèle, mais en supprimant le marché de seconde main. Ils commencent par supposer que le monopole est capable d'identifier qui a acheté le bien en période 1 et peut conditionner les prix proposés en période 2 au fait d'avoir ou non déjà acheté la version A du bien. Pour limiter le nombre de cas, les auteurs posent $V_A > \frac{1}{1+r}(V_B - V_A)$.

Si le monopole rachète des unités de la version A à des consommateurs souhaitant les échanger contre une unité de la version B (*tradein*), le monopole peut revendre les unités rachetées à de nouveaux consommateurs souhaitant obtenir le bien A en période 2.

Le monopole pouvant identifier les consommateurs ayant déjà acheté le bien en période 1, il peut segmenter le marché en période 2. Il propose un prix p^U aux consommateurs ayant déjà acheté le bien pour échanger une unité de A contre une unité de B. Parallèlement, le monopole propose des prix de vente p_2^A et p_2^B aux consommateurs n'ayant encore jamais acheté le bien pour les différentes versions du bien. Les auteurs s'intéressent à la possibilité de *leapfrogging* ce qui signifie que le monopole n'incite pas tous les consommateurs ayant déjà acheté le bien A en période 1 à l'échanger contre la version B en période 2, mais qu'il vend parallèlement des unités du bien B à certains consommateurs n'ayant pas acheté le bien en période 2. En période 2, certains consommateurs n'ayant pas acheté en période 1 se retrouvent avec un bien de meilleure qualité que certains consommateurs ayant acheté le bien en période 1 (et ayant donc un θ plus élevé). Ce cas n'apparaît jamais si $c_A = c_B = 0$. Les auteurs montrent qu'il peut apparaître si $c_A = 0$ et $c_B > 0$.

Les auteurs s'intéressent ensuite au cas où le monopole peut partiellement identifier les consommateurs ayant déjà acheté en période 1. Les consommateurs peuvent prouver au monopole qu'ils ont déjà acheté le bien en présentant leur facture, mais ils ont la possibilité de ne rien montrer et de se faire passer pour des consommateurs n'ayant jamais acheté le bien. Cette structure d'information impose la contrainte additionnelle $p^U \leq p_2^B$ au monopole. Le monopole va vendre au moins autant de bien A en période 2 que dans le cas précédent et parfois plus. Cela lui permet de relever p_2^B et de relâcher la contrainte d'identification des consommateurs achetant le bien B. Si la taille de l'innovation est faible, la contrainte n'est pas saturée et donc la solution est identique à celle du cas précédent. Si la taille de l'innovation est élevée, la contrainte

est saturée et les deux solutions sont différentes. Comme dans le cas précédent, le *leapfrogging* ne se produit jamais lorsque les coûts de production sont nuls, mais peut arriver lorsque les coûts de production sont négatifs.

Comparaison des différents cas : Dans une dernière section, les auteurs comparent les différentes structures d'information lorsque $c_A = c_B = 0$. Ils trouvent que les profits du monopole sont plus élevés lorsqu'il existe un marché secondaire anonyme que lorsque l'historique d'achat des consommateurs peut être observé. La présence d'un marché secondaire réduit les ventes du monopole en période 2 et donc lui permet de s'engager à la période 1 sur une solution plus proche de celle d'un monopole pouvant totalement s'engager sur sa production et sa tarification de période 2.

3.4.2 Design des produits et appartenance sociale

Pesendorfer (1995) présente un modèle où un monopole produit un bien durable dont le design sert aux consommateurs à signaler le groupe auquel ils appartiennent. Chaque génération de biens se diffuse lentement dans la population totale. Lorsqu'une génération de bien s'est largement répandue, les consommateurs sont prêts à payer pour disposer d'un nouveau design, qui sera peu répandu et leur permettra à nouveau de se signaler. La firme lance donc régulièrement de nouveaux designs qui rendent obsolètes les designs précédents.

La population est composée de deux types : n_h personnes de type h (*high type*) et n_l personnes de type l (*low type*). Le modèle est en temps discret avec un horizon infini. A chaque période, les individus sont appariés deux par deux. Un individu i obtient une utilité $u(i, j)$ lorsqu'il est apparié à un individu j . Tous les individus préfèrent être appariés avec un individu de type h : $u(i, h) > u(i, l)$. Les individus de type h retirent une plus grande satisfaction que ceux de type l du fait d'être appariés avec un individu h :

$$v_h \equiv u(h, h) - u(h, l) > u(l, h) - u(l, l) \equiv v_l$$

Les individus ne sont pas totalement réalisés au hasard. Les individus peuvent les baser sur des signes extérieurs. Dans ce modèle, le signe utilisé pour signaler l'appartenance à un groupe est le design d'un bien durable. Il peut s'agir des vêtements de marque, de bijoux (ou de montres) ou de voitures. Les personnes possédant le dernier design du bien sont aléatoirement appariées entre elles. Celles possédant un bien avec un design antérieur sont appariées entre elles. Enfin, les personnes ne possédant pas le bien durable sont automatiquement appariées à des personnes de type l . En dehors de leur design, les différentes générations du bien durable sont identiques. Il n'y a pas d'amélioration de la qualité au cours du temps et les unités de bien durables ne s'usent pas. Si une personne change son unité de bien durable pour une plus récente, c'est uniquement pour des motifs de signalement d'appartenance à un groupe et pour améliorer ses perspectives d'appariement.

Le bien durable est produit par un monopole. Créer et lancer un nouveau design génère un coût fixe F . Ce coût couvre le coût de création du nouveau design, mais aussi les éventuelles dépenses publicitaires pour coordonner les consommateurs intéressés sur ce design comme signe de reconnaissance. Une fois le design mis au point, le coût marginal de production est constant et normalisé à 0. Au début de chaque période, le monopole choisit de créer un nouveau design ou de continuer d'exploiter le design actuel. Il choisit ensuite le prix auquel il propose son design le plus récent au cours de la période. Les designs plus anciens sont par hypothèse vendus à un prix égal au coût marginal, donc à un prix égal à 0.

Comme $v_h > v_l$, les individus de type h sont prêts à payer plus pour le nouveau design que ceux de type l . Le processus d'appariement crée des externalités de consommation entre les individus. La disposition à payer des consommateurs pour le nouveau design commence par augmenter avec le nombre de ses consommateurs. Lorsque le nombre d'utilisateurs du nouveau design est faible, ils sont tous de type h . Posséder le nouveau design garantit d'être apparié à un individu de type h . L'utilité des personnes appartenant à ce groupe ne change pas tant que tous les utilisateurs du nouveau design sont de type h . En revanche, l'utilité des individus utilisant un design ancien diminue lorsque de nouveaux individus adoptent le nouveau design. Au fur et à mesure que les personnes de type h adoptent le nouveau design, la probabilité d'être apparié à un individu de type h lorsqu'on utilise un design ancien diminue augmentant ainsi la disposition à payer pour acquérir une unité du bien durable ayant le nouveau design. La disposition à payer pour le nouveau design augmente avec le nombre de ses utilisateurs jusqu'à ce que tous les individus de type h l'adoptent. Ensuite, la disposition à payer pour le nouveau design diminue avec le nombre d'utilisateurs. Les nouveaux utilisateurs sont de type l . La probabilité d'être appariée à un individu de type h lorsqu'on possède le nouveau design décroît avec l'arrivée des nouveaux utilisateurs, ce qui réduit la disposition à payer pour le nouveau design.

La disposition à payer des consommateurs pour le nouveau design dépend aussi des anticipations (rationnelles) des consommateurs et de la dynamique du modèle. Les individus sont prêts à payer plus pour le nouveau design s'ils pensent qu'il va leur permettre d'appartenir à un petit groupe composé exclusivement de type h pendant plusieurs périodes que s'ils pensent que le design actuellement le plus récent va se répandre rapidement dans une grande partie de la population et être remplacé prochainement par un nouveau design.

Du côté du monopole, on retrouve la dynamique habituelle de la vente de biens durables. Les consommateurs ayant déjà acheté le bien ne l'achèteront plus, à chaque période, le monopole s'efforce donc d'attirer de nouveaux consommateurs en réduisant son prix. L'originalité du modèle est de permettre au monopole de lancer de nouveaux designs lorsqu'il le souhaite. Le monopole peut donc "ré-initialiser" le jeu en payant un coût fixe F . Les équilibres du jeu ont une forme cyclique. Chaque nouveau design est introduit avec un prix élevé et initialement acheté par un très petit nombre de personnes³². A chaque période, le monopole baisse un peu le prix de son design le plus récent et le nombre de ses utilisateurs augmente un peu. Lorsque

³²Notamment tous les individus de type h n'achètent pas le bien immédiatement. La dynamique du prix doit donc vérifier des relations d'indifférence entre acheter le bien à la période t (actuelle) ou à la période $t + 1$ ou $t + 2$.

le design le plus récent devient trop répandu et que la disposition à payer des nouveaux consommateurs potentiels devient faible, le monopole lance un nouveau design et le cycle répat.

L'auteur présente deux exemples où chaque design est exploité pendant trois périodes avant d'être remplacé par un nouveau. Le premier exemple est un exemple d'*elitist fashion cycle*. Ce qui signifie que seuls des individus de type h achètent le nouveau design. Le nouveau design se répand progressivement parmi les individus de type h . Une fois que tous les individus de type h ont acheté le bien durable, le monopole introduit un nouveau design. Le second exemple est un exemple d'*egalitarian fashion cycle*. Dans cet exemple, les consommateurs de type h ont tous acheté le nouveau design après deux périodes. Lors de la troisième période du cycle, le monopole vend le nouveau design aux individus de type l . Le nouveau design a été vendu à la totalité de la population à la fin de la troisième période. Le monopole lance un nouveau design au début de la quatrième. En troisième période, les individus de type l achètent le nouveau design, car s'ils ne le font pas ils sont sur d'être appariés à un individu de type l alors que s'ils l'achètent ils ont une probabilité positive (0,5 dans l'exemple) d'être appariés à un individu de type h . L'équilibre est de type élitiste lorsque v_h/v_l est élevé et égalitaire lorsque ce ratio est plus faible. Les cycles ont tendance à s'allonger lorsque F augmente. Si F est très faible, un nouveau design est lancé au début de chaque période.

L'auteur discute ensuite l'impact de la concurrence sur les résultats du modèle. Le bien durable peut maintenant être produit par plusieurs firmes. En revanche, chaque firme peut développer ses propres designs sans être imitée par ses concurrentes. L'utilisation d'un design particulier comme signal a un aspect auto-réalisateur. Si les individus pensent qu'une seule firme a le pouvoir de créer des designs à la mode alors c'est effectivement ce qui se produit à l'équilibre et on revient au cas du monopole. Si plusieurs firmes peuvent lancer des designs à la mode, capables de servir de signe d'appartenance, l'équilibre prend la forme suivante. Plusieurs firmes lancent simultanément des designs innovants. Tous les individus de type h achètent une unité de l'un de ces designs à un prix $v_l(1 - \delta^{T+1})$. Ce prix est suffisant pour dissuader les individus de type l d'acheter un design à la mode. Pendant T périodes, les firmes ne lancent pas de nouveaux designs et ne vendent rien. Elles réduisent cependant leur prix à $v_l(1 - \delta^{T+1-t})$. A la période $T + 1$ de nouveaux designs sont introduits et un nouveau cycle de $T + 1$ périodes démarre. Les anciens designs sont bradés à un prix $p = 0$. Dans chacun de ces cycles, les firmes ne vendent rien pendant T périodes. Elles ne sont cependant pas incitées à baisser leur prix pour attirer de nouveaux consommateurs. Tous les consommateurs de type h possèdent déjà une unité avec un design à la mode qui leur permet d'être apparié avec probabilité 1 à un individu de type h . Une firme pourrait baisser son prix pour vendre à des consommateurs de type l , mais si elle le fait alors les individus de type h qui utilisent son produit le revendent et achètent une unité d'un autre produit dont le design est à la mode. Or, si une firme perd ses utilisateurs de type h , elle ne présente plus aucun attrait pour les consommateurs de type l . Les équilibres où plusieurs designs à succès coexistent et sont en concurrence sont des équilibres élitistes (les types l ne les achètent pas avant que ces

designs ne soient passés de mode). Les prix peuvent être plus élevés dans ces équilibres avec concurrence que ceux pratiqués par une firme en situation de monopole. La concurrence peut aussi réduire la fréquence des changements de design. La "qualité" d'un design vient de la "qualité moyenne" de sa clientèle.

3.4.3 Efforts de marketing et obsolescence psychologique

Choix des efforts de marketing : Utaka (2000) étudie le niveau des dépenses de marketing d'un monopole vendant un bien durable dans un modèle comprenant deux périodes. Le design du bien est modifié entre les deux périodes. Lors de la première période, le monopole choisit un niveau de production q_1 . La demande inverse pour les services procurés par ce bien est égale à $r_1 = a - bq_1$. En seconde période, le monopole choisit le nombre d'unités additionnelles du bien qu'il souhaite vendre (q_2) et le niveau M des efforts marketing pour stimuler la demande pour ce bien. Les dépenses marketing augmentent la demande pour les services procurés par le bien vendu en seconde période et réduisent celle pour les services rendus par les unités du bien vendues en période 1, qui sont toujours en état de fonctionnement, mais dont le design est plus ancien. Formellement, l'auteur suppose que les demandes inverses pour les services de ces deux générations de bien sont égales à :

$$\begin{aligned} r_2^1 &= a - xM - b(q_1 + q_2) \\ r_2^2 &= a + M - b(q_1 + q_2) \end{aligned}$$

x est un paramètre mesurant l'effet des efforts de promotion de la nouvelle génération du bien sur l'obsolescence de l'ancienne génération du bien ressentie par les consommateurs. Le coût de production du bien est normalisé à 0. Le coût des activités marketing est donné par $C(M) = kM^2$. L'auteur pose $bk > \frac{5}{4}$ pour s'assurer que les conditions de seconde ordre des différents problèmes de maximisation ne posent pas de problème.

L'auteur commence par supposer que M est choisi au début de la seconde période et que le monopole ne peut pas s'engager en période 1 sur la valeur future de M . Dans ce cas, le monopole n'internalise pas l'effet de M sur la valeur des unités vendues en période 1. L'auteur montre que la valeur de M est une fonction croissante de x . Une valeur plus élevée de x déprime la demande pour le bien en période 1. Les consommateurs anticipent une valeur de leur unité de bien usagé en période 2 plus faible, cela réduit leur disposition pour le bien en période 1. Le monopole choisit donc de produire moins en période 1 et plus en période 2 quand le paramètre x augmente. Le monopole produisant plus en période 2, il investit plus dans les activités marketing visant à promouvoir son produit en période 2.

L'auteur suppose ensuite que le monopole est capable de s'engager sur la valeur de M dès le début de la période 1. Par exemple, les efforts pour modifier le design du produit doivent être engagés très tôt. En revanche, le monopole reste incapable de s'engager à l'avance sur la valeur de q_2 . Dans ce cas, le monopole

prend en compte l'impact de M sur le prix de vente des unités du bien vendue en première période. Il choisit un niveau plus faible d'efforts marketing. Notamment, il choisit $M = 0$ pour $x \geq 1/4$. Pour $x < 1/4$, M est une fonction décroissante de x . L'évolution de M en fonction de x va donc dans le sens inverse du cas sans engagement.

L'auteur calcule enfin la valeur de M lorsque le monopole est capable de s'engager à l'avance non seulement sur la valeur de M , mais aussi sur celle de q_2 . Dans ce cas, le monopole choisit $M = 0$. M est donc indépendant de x . Comme le monopole peut s'engager à l'avance sur la valeur de sa production future, on a q_1 égale à la production d'un monopole statique et $q_2 = 0$. Comme $q_2 = 0$, le monopole n'a pas de raison d'engager des efforts de marketing pour promouvoir un bien qui n'est pas vendu.

Impact sur le surplus social : Utaka (2006a) développe le même type d'analyse dans un modèle un peu différent, inspiré de celui de Waldman (1996a). En introduisant les effets des activités de marketing sur l'utilité des consommateurs et non au niveau des fonctions de demande, l'auteur peut étudier les effets du marketing sur le surplus social.

Le modèle comprend deux périodes et deux types de consommateurs. Un consommateur appartenant au groupe $j = 1, 2$ retire une utilité $\theta_j V^k$ de la consommation d'une unité de bien ayant une qualité k pendant une période. $\theta_1 < \theta_2$ et le nombre de membres du premier groupe de consommateurs est plus élevé que celui du second : $n_1 > n_2$. Lors de la première période, le monopole produit des unités de qualité V^L . Lors de la seconde période, le monopole peut augmenter la qualité (perçue) des nouvelles unités produites en réalisant des dépenses de marketing M . La qualité produite en seconde période est égale à $V^H = V^L + \alpha(M)$. Les dépenses de marketing en promouvant la nouvelle version du bien ont aussi pour effet de réduire la qualité perçue des unités usagées du bien produites lors de la première période. La qualité ressentie de ces unités usagées devient égale à $V^{L2} = V^L - x\alpha(M)$ en seconde période. Le coût unitaire de production du bien durable est égal à c .

L'auteur suppose que θ_1 est suffisamment faible pour que les consommateurs du groupe 1 n'achètent pas d'unités du bien neuf en période 1. Le bien est donc vendu uniquement aux consommateurs du groupe 2 en première période. En seconde période, les consommateurs du groupe 2 revendent leur unité usagée sur un marché d'occasion à des consommateurs du groupe 1 (à un prix $\theta_1 (V^L - x\alpha(M))$) et achètent une unité neuve pour la remplacer. Pour inciter les consommateurs du groupe 2 à acheter une unité neuve en seconde période, le monopole doit fixer le prix de la seconde période au maximum à $\theta_2 (1 + x)\alpha(M) + \theta_1 (V^L - x\alpha(M))$. En première période, le monopole fixe le prix $\theta_2 V^L + \frac{1}{1+r}\theta_1 (V^L - x\alpha(M))$.

L'auteur calcule et compare trois valeurs de M : celle qui maximise le surplus social, celle choisie par un monopole incapable de s'engager en période 1 sur la valeur de M choisie en période 2 et, enfin, celle choisie par un monopole capable de s'engager dès la période 1 sur la valeur de M en période 2. La valeur minimale

correspond à celle choisie par un planificateur bienveillant. La valeur maximale est obtenue pour le monopole sans engagement. Un monopole fait trop d'effort de marketing et dégrade trop la qualité perçue des unités usagées.

La valeur socialement optimale de M est une fonction décroissante du paramètre d'obsolescence (x). La valeur choisie par le monopole sans engagement est une fonction croissante de x . La valeur choisie par le monopole avec engagement est une fonction croissante de x si $2\theta_1 < \theta_2$ et une fonction décroissante de x dans le cas contraire. La divergence entre le comportement d'un planificateur et celui du monopole s'accroît lorsque l'effet d'obsolescence (la valeur de x) augmente.

3.5 Incompatibilité entre plusieurs générations de produits

On a commencé, dans la section précédente, à étudier les effets de l'introduction de nouveaux produits au cours du temps. Dans certaines industries, la coexistence de biens appartenant à différentes générations de produits peut poser des problèmes de compatibilité. Ces problèmes peuvent être cruciaux dans des industries où il existe des externalités de réseaux importantes, comme celle des logiciels. Les biens peuvent devenir obsolètes non pas parce qu'ils tombent en panne, mais parce qu'ils ne sont plus compatibles avec des versions plus récentes du même type de biens.

3.5.1 Choix de compatibilité

Waldman (1993) et Choi (1994) proposent des modèles comprenant deux périodes dans lesquels une seconde version du bien devient disponible en seconde période. Les deux auteurs supposent qu'il existe des externalités de réseau. Dans Waldman (1993), le monopole choisit de continuer de produire la première version du bien ou de passer à la production de la seconde version. Les deux versions étant incompatibles. Choi (1994) suppose que le monopole produit la seconde version en période 2 et choisit de la rendre compatible ou non avec la première lorsqu'il existe des .

Choix du bien produit en seconde période : Le modèle Waldman (1993) s'appuie sur celui de Katz et Shapiro (1986). Le modèle comprend deux périodes. Lors de la première période, une firme, en situation de monopole, n'a accès qu'à une technologie A. Le coût unitaire de production du bien est égal à c et le bien produit a une durée de vie infinie. Lors de la seconde période, la firme peut toujours produire le bien utilisant la technologie A, mais elle a aussi accès à une autre technologie permettant de produire un bien B, incompatible avec le bien A, avec le même coût unitaire c . Les consommateurs se partagent en deux groupes. Le groupe 1 est présent dès la première période et est encore là en seconde période. Le groupe 2 n'est présent qu'en période 2. Chacun des groupes comprend N individus. L'utilité générée par la consommation d'une

unité du bien au cours d'une période dépend du nombre de personnes consommant le même bien au cours de cette période. Elle est égale à $V_k + N_k$ où $k = A, B$ et N_k est le nombre de personnes utilisant le même type de bien au cours de la période. Il existe donc une externalité de réseau. L'auteur suppose $V_A + 1 > c$. Cela implique qu'en période 1, tous les consommateurs du groupe 1 achètent ou louent une unité du bien A. A la seconde période, l'externalité de réseau peut donner naissance à des équilibres multiples. Si c'est le cas, l'auteur fait l'hypothèse que les consommateurs sont capables de se coordonner sur leur équilibre préféré. L'auteur pose $r = 0$, il n'y a pas d'actualisation.

L'auteur ne présente pas tous les équilibres possibles du modèle³³. Il se concentre sur l'illustration de la possibilité d'un changement de technologie socialement inefficent.

L'auteur commence par étudier la stratégie du monopole en supposant qu'il est capable de s'engager dès la première période sur son comportement de la période 2. Le monopole pouvant capter l'intégralité du surplus social, sa stratégie correspond à la maximisation du surplus social. Il y a trois possibilités.

(1) Le monopole produit le bien A lors des deux périodes. Le surplus social est égal à $(V_A + N - c)N$ en première période et à $(V_A + 2N)N + (V_A + 2N - c)N$ en seconde période³⁴. Le surplus total est égal à $(3V_A + 5N - 2c)N$.

(2) Le monopole produit le bien B en période 2 et propose aux consommateurs du groupe 1 de leur vendre le bien B à un prix faible s'ils ramènent en échange leur unité du bien A. Le surplus social de la période 1 ne change pas. Celui de la seconde période est égal à $(V_B + 2N - 2c)2N$. Le surplus total est égal à $(V_A + 2V_B + 5N - 3c)N$.

(3) Le monopole produit le bien B en période 2 et le vend uniquement aux nouveaux consommateurs. En période 2, le surplus social est égal à $(V_A + N)N + (V_B + N - c)N$. Le surplus total est égal à $(2V_A + V_B + 3N - 2c)N$.

Le monopole choisit de produire le bien A aux deux périodes si les deux conditions suivantes sont vérifiées :

$$\begin{aligned} (3V_A + 5N - 2c)N &> (V_A + 2V_B + 5N - 3c)N \Leftrightarrow V_A > V_B - \frac{1}{2}c \\ (3V_A + 5N - 2c)N &> (2V_A + V_B + 3N - 2c)N \Leftrightarrow V_A > V_B - 2N \end{aligned}$$

L'auteur suppose ensuite que le monopole n'est pas capable de s'engager à l'avance sur sa stratégie de la seconde période. Au début de la seconde période, le monopole a trois possibilités.

(1) Continuer de produire le bien A. Il obtient alors un profit $(V_A + 2N - c)N$.

³³Il renvoie pour cela à son *working paper*.

³⁴De nouvelles unités du bien sont produites pour les consommateurs du groupe 2 tandis que les consommateurs du groupe 1 continuent d'utiliser l'unité du bien qu'ils ont acheté en période 1.

(2) Produire le bien B et proposer au groupe 1 d'acheter ce bien à un prix faible en ramenant leur unité du bien A. Cette stratégie génère un profit $[V_B + 2N - (V_A + N) - c]N + (V_B + 2N - 2c)N$.

(3) Produire le bien B et le vendre uniquement aux nouveaux consommateurs. Il réalise alors un profit $(V_B + N - c)N$.

Le monopole choisit de produire le bien B en seconde période si l'une ou l'autre des deux conditions suivantes est vérifiée :

$$\begin{aligned} (V_A + 2N - c)N < [V_B + 2N - (V_A + N) - c]N + (V_B + 2N - 2c)N &\Leftrightarrow V_A < V_B + \frac{1}{2}(N - 2c) \\ (V_A + 2N - c)N < (V_B + N - c)N &\Leftrightarrow V_A < V_B - N \end{aligned}$$

Il est possible de construire des exemples où il est socialement efficient que le monopole produise le bien A aux deux périodes, mais il choisit de produire le bien B en seconde période car il est incapable de s'engager en période 1 sur le bien qu'il produira en période 2. On est alors dans un cas d'obsolescence programmée. Le monopole introduit une nouvelle version du bien en période 2 alors que c'est socialement inefficient.

L'auteur distingue une *weaked planned obsolescence* lorsque le monopole adopte la stratégie (3) et une *strong planned obsolescence* lorsque le monopole adopte la stratégie (2).

L'auteur présente l'exemple suivant pour illustrer l'inefficience de la stratégie d'obsolescence planifiée. Il pose $c = 0$ et $V_A - N/2 < V_B < V_A$. Le monopole introduit la technologie B à la période 2 et il parvient à convaincre les consommateurs de la période 1 d'échanger une unité du bien A contre une unité du bien B. En période 2, tous les consommateurs utilisent le bien B alors que le bien A est clairement supérieur.

L'auteur souligne que le problème serait évité si le monopole pouvait louer le bien au lieu de le vendre. En louant le bien, le monopole internaliserait l'impact de son choix de production de la période 2 sur les unités du bien qui ont été produites en période 1.

L'auteur applique ensuite sa théorie au lancement de nouvelles versions d'un manuel scolaire. L'éditeur et l'auteur peuvent le réviser trop souvent et peuvent le modifier plus profondément que nécessaire pour éliminer le marché d'occasion. L'auteur avance aussi que les firmes peuvent avoir trop d'incitations à renouveler le design des biens qu'elles vendent. L'auteur émet des doutes sur la pertinence d'interdire aux firmes de ne faire que louer leurs biens durables et de les obliger à les vendre.

Choix de compatibilité entre les deux biens : Choi (1994) étudie le même type de problématique dans un modèle assez similaire. Le modèle comprend deux périodes. N_1 consommateurs sont présents dès la période 1 et demeurent en période 2. N_2 consommateurs n'apparaissent qu'à la période 2. En période 1, le monopole ne peut produire que la version A du bien. En période 2, une version B devient disponible et elle est supposée supérieure à la version A : $V_B > V_A$ et $V_B - c_B > V_A - c_A$. L'utilité d'un consommateur

utilisant la version k pendant une période est égale à $V_k + v(N)$, où N est le nombre de personnes utilisant la même version ou une version compatible. Pour alléger les notations, l'auteur pose $r = 0$.

A la différence de l'article précédent, l'auteur commence par supposer que la firme ne peut pas faire de la discrimination par les prix entre les deux types de consommateurs. La version B est proposée aux deux types de consommateurs au même prix. Le choix de la firme ne porte pas sur la version qu'elle souhaite produire, mais sur le fait de la rendre compatible ou non avec la version antérieure. En période 2, la firme produit la version B (qui est supérieure) et choisit de la rendre compatible ou non avec la version A. Si la firme se résoud à ne vendre la version B qu'aux consommateurs apparaissant en période 2, elle a intérêt à rendre les deux versions compatibles. La compatibilité augmente la propension à payer des nouveaux consommateurs pour le bien et la firme peut donc le vendre plus cher. Cette stratégie génère un profit $\pi_2^C = N_2 [V_B + v(N_1 + N_2) - c_B]$ en seconde période. Si la firme choisit de vendre la version B à l'ensemble des consommateurs en période 2, elle doit proposer un prix plus faible pour convaincre les consommateurs qui disposent déjà de la version A d'acheter la version B. Convaincre les consommateurs disposant déjà de la version A de changer de version est plus facile si les deux versions sont incompatibles. La firme choisit donc l'incompatibilité des deux versions si elle veut vendre la version B à l'ensemble des consommateurs. Son profit en période 2 est alors égal à $\pi_2^{IC} = (N_1 + N_2) \{V_B + v(N_1 + N_2) - [V_A + v(N_1)] - c_B\}$.

Au début de la seconde période, la firme opte pour l'incompatibilité des deux versions si :

$$\begin{aligned} \pi_2^{IC} &> \pi_2^C \Leftrightarrow (N_1 + N_2) \{V_B + v(N_1 + N_2) - [V_A + v(N_1)] - c_B\} > N_2 [V_B + v(N_1 + N_2) - c_B] \\ &\Leftrightarrow V_B - c_B > V_A - [v(N_1 + N_2) - v(N_1)] + \frac{N_2}{N_1} [V_A + v(N_1)] \end{aligned}$$

Si cette condition est vérifiée, la firme rend les deux versions incompatibles et vend la version B à l'ensemble des consommateurs. Dans le cas contraire, la firme choisit de rendre les deux versions compatibles et elle ne vend la version B qu'aux nouveaux consommateurs.

En période 1, les consommateurs sont prêts à payer une unité du bien A $2V_A + v(N_1) + v(N_1 + N_2)$ s'ils anticipent que la version B sera compatible avec la version A, mais seulement $V_A + v(N_1)$ s'ils anticipent que les deux versions ne seront compatibles et qu'ils devront acheter la version B en période 2.

Le monopole a aussi la possibilité de ne pas vendre le bien en période 1 et de vendre la version B à la totalité des consommateurs en période 2, ce qui lui rapporte $(N_1 + N_2) [V_B + v(N_1 + N_2) - c_B]$. Cette stratégie génère un profit plus élevé que celle consistant à vendre la version A en période 1 puis à vendre une version B incompatible avec la première afin de forcer l'ensemble des consommateurs à acheter la version B en période 2. Si les consommateurs anticipent en période 1 que les deux versions seront incompatibles en période 2, la firme a intérêt à ne pas leur vendre le bien en période 1.

Si les consommateurs anticipent en période 1 que la firme choisira de rendre les deux versions compatibles,

le choix de la firme de vendre ou non en période 1 dépend des valeurs des paramètres du modèle. Si $V_B - c_B$ est faible, elle a intérêt à vendre la version A en période 1 et la version B en période 2 uniquement aux nouveaux consommateurs. Si $V_B - c_B$ est élevé, la firme peut avoir intérêt à ne pas vendre en période 1 et à vendre la version B à l'ensemble des consommateurs en période 2.

Pour certaines valeurs des paramètres du modèle, le monopole pourrait réaliser un profit plus élevé s'il était capable de s'engager en période 1 à rendre les deux versions du bien compatibles. Cela peut se produire lorsque le monopole préfère ne pas vendre en période 1 car les consommateurs anticipent que les deux versions seront incompatibles et ne sont donc prêts à payer qu'un prix faible en période 1. Dans ce cas, l'auteur avance que le monopole pourrait avoir intérêt à distordre la qualité de son produit à la première période pour augmenter V_A . Le monopole a intérêt à rendre les versions incompatibles seulement si V_B dépasse suffisamment V_A . Accepter des coûts de production supplémentaires pour augmenter V_A peut être un moyen pour le monopole de s'engager à rendre la version B compatible avec la version A en période 2.

L'auteur analyse ensuite les équilibres du jeu lorsque la firme peut faire de la discrimination entre les deux types de consommateurs à la période 2. Elle peut comme dans Waldman (1993) proposer aux consommateurs de la première période de payer moins cher une unité de la version B en rapportant leur unité de la version A. Lorsque cette discrimination est possible, la firme n'a plus d'incitations à ne pas vendre le bien en période 1. Si $V_B - c_B$ est faible (inférieur à $V_A - [v(N_1 + N_2) - v(N_1)]$), le monopole ne vend la version B qu'aux nouveaux consommateurs en période 2 et choisit de rendre les deux versions compatibles. Si $V_B - c_B$ est élevé, la firme choisit de rendre la version B incompatible avec la version A et il vend la version B à l'ensemble des consommateurs.

L'auteur compare ensuite les équilibres obtenus avec l'optimum social. Si $V_B - c_B > V_A$, il est socialement optimal de vendre la version B à l'ensemble des consommateurs en période 2. La décision de compatibilité des deux versions est sans importance. Si $V_B - c_B < V_A$, il est socialement optimal de ne vendre la version B qu'aux nouveaux consommateurs et de rendre les deux versions compatibles.

Lorsque la discrimination est possible, on retrouve pour certaines valeurs des paramètres³⁵, la *strong planned obsolescence* de Waldman. Le monopole choisit de rendre les deux versions incompatibles pour pouvoir vendre la version B aux anciens consommateurs. L'optimum social consiste à rendre les deux versions compatibles et à ne vendre la version B qu'aux nouveaux consommateurs. L'inefficience est due à l'incapacité du monopole à pouvoir s'engager à rendre les deux versions compatibles à la période 2. S'il était capable de prendre cet engagement en période 1, son profit intertemporel serait plus élevé.

Lorsque la discrimination n'est pas possible, l'inefficience qui peut apparaître est le choix du monopole de ne pas vendre en période 1. Donner au monopole la possibilité de s'engager en période 1 sur son choix

³⁵Pour $V_A - [v(N_1 + N_2) - v(N_1)] < V_B - c_B < V_A$.

de compatibilité en période 2 ne suffit pas toujours à faire disparaître cette inefficience.

Distorsion sur le niveau de production : Miao (2011) souligne une limite importante des deux modèles précédents. En supposant que les consommateurs étaient tous identiques à l'intérieur de chacun des deux groupes, les modèles conduisent le monopole à vendre le bien à la totalité des consommateurs. Les études précédentes ont donc éliminé la distorsion habituelle sur le niveau de production due au comportement d'un monopole. L'auteur la ré-introduit et montre que les implications du modèle pour les politiques publiques peuvent être différentes. Notamment, l'incompatibilité des deux générations de biens permet parfois d'augmenter le surplus social. L'auteur propose successivement deux modèles différents. Le premier reprend l'architecture des deux études précédentes. Le second s'intéresse à des externalités de réseau indirectes dans un modèle de marché bi-face.

Externalité de réseau "classique" : Le premier modèle est assez similaire aux deux précédents. Il comprend deux périodes. Le monopole propose une version A en première période, puis devient capable de produire une version B supérieure en seconde période. Le coût de production des deux versions est identique et posé égal à 0. Un premier groupe de consommateurs est présent dès la première période tandis qu'un second groupe de consommateurs n'apparaît qu'en seconde période. La principale nouveauté du modèle est d'introduire de l'hétérogénéité au sein de chacun des groupes de consommateurs. Chaque groupe constitue un continuum de masse 1. Un consommateur est caractérisé par la valeur de son θ_i . Les θ_i sont uniformément distribués sur $[0, \bar{\theta}]$. L'utilité obtenue en utilisant le bien pendant une période est égale à :

$$V + \theta_i s_k + eN$$

V représente l'utilité du service de base. s_k est le niveau de qualité de la version k du bien. N est le nombre de personnes utilisant la même version ou une version compatible. e paramètre l'importance des externalités de réseau pour les consommateurs. L'auteur pose $s_A = 0$ et $s_B = 1$. V est supposé très grand par rapport à $\bar{\theta}$, de sorte que tous les consommateurs achètent toujours une unité du bien lors de la période où ils entrent sur le marché. L'auteur suppose qu'en période 2, le monopole peut discriminer entre les deux groupes de consommateurs. Il peut proposer la version B aux consommateurs disposant déjà de la version A à un prix plus faible que celui demandé aux consommateurs du second groupe.

L'auteur se focalise sur la seconde période du jeu. En période 1, la totalité des consommateurs du premier groupe ont acheté la version A. Comme $s_A = 0$, l'hétérogénéité des consommateurs n'a pas d'impact sur le fonctionnement du modèle en période 1. En période 2, si les deux versions du bien sont compatibles, le monopole vend la version B à la totalité des membres du second groupe, mais seulement aux membres du premier groupe vérifiant $\theta_i \geq \bar{\theta}/2$. C'est là que l'hétérogénéité des consommateurs ré-introduit le problème

traditionnel que le monopole produit trop peu. Le coût marginal de la version B étant nul, il est socialement optimal de la fournir à l'ensemble des consommateurs. Si les deux versions sont incompatibles, le monopole vend la version B à la totalité des consommateurs du premier groupe si $e \geq 0, 2\bar{\theta}$ et seulement à ceux pour lesquels $\theta_i \geq \bar{\theta} (5e - \bar{\theta}) / (4e - 2\bar{\theta})$ si $e < 0, 2\bar{\theta}$. Si $e \geq 0, 2\bar{\theta}$, le surplus social est supérieur lorsque les deux versions sont incompatibles. Tous les consommateurs obtiennent la version B et l'externalité de réseau est maximale. Si $e < 0, 2\bar{\theta}$, l'effet du choix de compatibilité sur le surplus social est ambigu. Plus de consommateurs obtiennent la version B lorsque les biens sont incompatibles, mais une partie de l'externalité de réseau est perdue du fait de l'incompatibilité entre les utilisateurs des deux versions. Le surplus social est plus élevé lorsque les deux versions sont incompatibles si et seulement si $e > 0, 14\bar{\theta}$. Lorsque e augmente plus de consommateurs adoptent la version B et donc le nombre de consommateurs "incompatibles" avec la majorité est plus faible.

Si le monopole réalise son choix de compatibilité au début de la seconde période du jeu, il opte toujours pour l'incompatibilité des deux versions. Une intervention des autorités publiques pour imposer la compatibilité risque de réduire le surplus social. Si le monopole peut s'engager dès le début de la première période sur la compatibilité future des deux versions, il s'engage à ce que les deux versions soient compatibles. Cet engagement lui permet de vendre plus cher la version A en période 1, mais cet engagement peut se faire au détriment du surplus social. On retrouve, dans ce choix de compatibilité, un problème d'incohérence temporelle.

Marché bi-face : Les hypothèses de ce second modèle sont très proches de celles du premier. Mais, au lieu que les deux groupes de consommateurs soient différenciés par la date de leur arrivée sur le marché, ils sont différenciés par le côté du marché sur lequel ils se trouvent. L'auteur prend l'exemple du logiciel de gestion de finance Quicken. L'un des groupes est formé par les individus qui utilisent ce logiciel. L'autre groupe rassemble les établissements financiers qui doivent fournir leurs données à leurs clients dans un format compatible avec Quicken. Formellement, les deux groupes de consommateurs, notés A et B, sont présents dès la période 1 du modèle. Ils achètent au monopole des logiciels qui peuvent ou non être compatibles. À la période 1, le monopole propose des versions A1 et B1. À la période 2, il peut introduire des versions A2 et B2. A2 présente une amélioration par rapport à A1 : $s_{A2} = 1 > s_{A1} = 0$. En revanche, B2 ne présente pas d'amélioration par rapport à B1 : $s_{B1} = s_{B2} = 0$. Au début de la période 2, le monopole introduit A2 et décide si oui ou non ce logiciel est compatible avec B1. S'il est compatible, le groupe 2 n'a aucune incitation à acquérir B2. En revanche, si B1 est incompatible avec A2, le monopole peut essayer de vendre la version B2, qui est compatible avec A2. Les utilités des consommateurs de l'un des biens pendant une période sont

égales à :

$$\begin{aligned} V_A + \theta_i s_{Ak} + e_A N_B & \quad \text{pour les consommateurs du bien A} \\ V_B + \theta_i s_{Bk} + e_B N_A & \quad \text{pour les consommateurs du bien B} \end{aligned}$$

Les externalités de réseau sont indirectes. Les consommateurs ne s'intéressent pas au nombre de consommateurs situés du même côté du marché qu'eux, mais au nombre de consommateurs situés sur l'autre côté du marché avec lesquels ils peuvent interagir parce que les versions qu'ils utilisent sont compatibles.

Les résultats sont très similaires à ceux du modèle précédent. Si A2 est compatible avec B1, seuls les consommateurs avec $\theta_i \geq \bar{\theta}/2$ achètent la version améliorée A2. Aucun consommateur situé sur le côté B du marché n'achète la version B2. Si A2 est incompatible avec B1, si $e_A + e_B > \bar{\theta}$, tous les consommateurs A achètent la version A2. Si $e_A + e_B < \bar{\theta}$, seuls les consommateurs $\theta_i \geq (\bar{\theta} - e_A - e_B)/2$ achètent A2. Dans les deux cas, tous les consommateurs B achètent la version B2. L'installation de la version B2 rend B1 inopérante. L'introduction d'une version A2 incompatible avec B1 rend B1 partiellement ou totalement obsolète et permet d'inciter les consommateurs B à acquérir B2, même si B2 ne présente aucune innovation par rapport à B1. Si le monopole choisit de rendre ou non A2 et B1 compatible au début de la seconde période du jeu, il choisit toujours l'incompatibilité. Le surplus social est plus élevé lorsque A2 et B1 sont incompatibles si et seulement si $e_A + e_B > 2\bar{\theta}/3$. L'incompatibilité de A2 et B1 provoque l'obsolescence de B1, mais elle permet parfois d'accroître le surplus social en permettant une diffusion plus large de A2. Comme dans le modèle précédent, si le monopole peut s'engager sur son choix futur de compatibilité en période 1, il s'engage à rendre A2 et B1 compatibles afin de vendre plus cher A1 et B1. On retrouve le problème d'incohérence temporelle.

L'auteur introduit ensuite la possibilité pour les consommateurs B d'utiliser simultanément les versions B1 et B2 (*multi-homing*). Dans ce cas, le monopole continue de choisir l'incompatibilité entre A2 et B1 au début de la période 2 et ce choix est toujours socialement optimal.

3.5.2 Compatibilité ascendante et innovations trop fréquentes

Ellison et Fudenberg (2000) soulignent qu'il est fréquent que les consommateurs de logiciels se plaignent de la fréquence trop élevée avec laquelle de nouvelles versions apparaissent. Chaque changement de version peut les obliger à payer pour obtenir les dernières fonctions, à s'adapter à une nouvelle configuration ou à gérer des problèmes d'incompatibilité entre les fichiers générés avec les différentes versions. Les améliorations semblent parfois faibles par rapport au prix à payer pour les obtenir et/ou au coût d'adaptations à une nouvelle configuration. Mais, certains consommateurs se sentent obligés d'acheter les nouvelles versions pour ne pas avoir à gérer des problèmes de compatibilité avec des fichiers envoyés par des collaborateurs.

Les auteurs développent deux modèles différents dans lesquels un monopole vendant un bien durable peut introduire une innovation alors que ce n'est pas socialement souhaitable. Ces modèles se distinguent des études précédentes en supposant que la compatibilité est ascendante. Les utilisateurs de la nouvelle version peuvent lire les fichiers générés sur l'ancienne version, mais les détenteurs de l'ancienne version ne peuvent pas lire des fichiers générés sur la nouvelle version.

Consommateurs identiques : Les auteurs commencent par un modèle où les consommateurs peuvent différer par la date à laquelle ils apparaissent sur le marché, mais sont autrement identiques. Cette hypothèse que les consommateurs sont identiques permet au monopole de s'approprier la totalité du surplus des consommateurs et écarte donc les aspects liés à une politique de discrimination cherchant à extraire une plus grande partie du surplus des consommateurs.

Lors de la première période, le monopole ne peut produire que la version A du bien, qui a une "utilité de base" égale à V_A . Lors de la seconde période, le monopole peut aussi produire la version B, dont l'utilité de base est V_B . Le monopole produit les deux versions avec des coûts de production nuls. En revanche, les consommateurs subissent des coûts d'installation et d'apprentissage. Ce coût est égal à c lorsque les consommateurs découvrent le logiciel (quelle que soit sa version) pour la première fois. Les consommateurs subissent aussi un coût d'adaptation $c_U < c$ s'ils passent de la version A à la version B. Le bien génère aussi une externalité de réseau égale à αN , où N est le nombre d'autres utilisateurs utilisant une version compatible du bien. Les auteurs supposent que la compatibilité entre les deux versions est ascendante. Les utilisateurs de la version B bénéficie d'une externalité de réseau provenant des consommateurs de la version A, mais pas l'inverse. Le nombre de consommateurs présents dès la période 1 est noté N_1 et le nombre de consommateurs n'apparaissant qu'au début de la période 2 est noté N_2 . Les auteurs normalisent le nombre total de consommateurs à 1 : $N_1 + N_2 = 1$.

Pour limiter le nombre de cas possibles, les auteurs font les deux hypothèses suivantes. (1) $\left(1 + \frac{1}{1+r}\right) V_A > c$. Ce qui implique les consommateurs de la première période n'ont jamais intérêt à ne rien acheter. (2) $V_A + \alpha N_1 > \left(1 - \frac{1}{1+r}\right) c + \frac{1}{1+r} c_U$. Ce qui implique que les individus présents aux deux périodes préfèrent consommer le bien lors des deux périodes à attendre la seconde période pour acheter la version B.

Les auteurs commencent par déterminer l'optimum social. Trois situations sont a priori possibles. (1) Vendre la version A à l'ensemble des consommateurs au cours des deux périodes. (2) Introduire la version B en seconde période et vendre une "mise à jour" (*up-grade*) aux consommateurs de la période 1. (3) Vendre la version B aux nouveaux consommateurs en seconde période et laisser les consommateurs de première période avec la version A.

En fonction des valeurs des paramètres, chacune de ces situations peut être optimale. Si l'externalité de réseau (α) est faible, vendre la version A à l'ensemble des consommateurs est optimal si $V_B - V_A$ est faible.

Vendre la version B aux nouveaux consommateurs, mais ne pas remplacer la version A pour les anciens consommateurs est optimal si $V_B - V_A$ est intermédiaire. Enfin, si $V_B - V_A$ est élevé, il est optimal que tous les consommateurs utilisent la version B en seconde période. Si α est élevé, la zone intermédiaire disparaît. Tous les consommateurs utilisent, en seconde période, la version A si $V_B - V_A$ est faible et la version B si $V_B - V_A$ est élevé.

Si le monopole peut s'engager au début du jeu sur sa stratégie de seconde période, il implémente l'optimum social et extrait la totalité du surplus des consommateurs.

Les auteurs étudient le cas où le monopole ne peut pas s'engager à l'avance sur sa stratégie de la seconde période. Les auteurs supposent qu'il n'existe pas de marché d'occasion en seconde période. Ils supposent aussi que le monopole peut proposer des offres discriminatoires. Il peut proposer la version B à un prix p^U aux consommateurs acceptant de révéler qu'ils ont acheté la version A en période 1 et à prix p_2^B aux nouveaux consommateurs (ou à ceux préférant cacher qu'ils ont déjà acheté la version A). L'identification imparfaite des consommateurs impose $p^U \leq p_2^B$. En période 2, le monopole n'a jamais intérêt à ne pas vendre la version B. En vendant la version B, il réduit l'utilité des consommateurs qui choisiront de rester avec la version A. Mais, le monopole n'a pas d'incitations (au début de la période 2) à prendre cet effet en compte. Proposer la version B permet d'augmenter la disposition à payer des nouveaux consommateurs (qui bénéficient de la compatibilité ascendante) et donc le monopole a toujours intérêt à la proposer. Donc, dans la zone où l'optimum social consiste à ne vendre que la version A aux deux périodes, le monopole introduit trop fréquemment l'innovation. Le monopole choisit la stratégie (3) incompatibilité des deux versions au lieu de l'optimum (2) si α est faible et la stratégie (1) vendre la version B à tous les consommateurs au lieu de l'optimum (2) si α est élevé. Dans les autres zones, la comparaison de la stratégie du monopole et de l'optimum social dépend de la règle de sélection d'un équilibre par les consommateurs lorsque l'externalité de réseau génère des équilibres multiples. Si les consommateurs sont "réticents" à changer de version, le monopole se comporte optimalement dans les zones où l'optimum est (1) ou (3). En revanche, lorsque les consommateurs possédant la version A sont "avidés" de s'adapter, il apparaît une zone où l'optimum est de vendre la version B aux nouveaux consommateurs, mais pas aux anciens, mais la stratégie du monopole est de vendre la version B à l'ensemble des consommateurs. Dans cette zone, on n'a pas trop d'innovation, puisqu'il est socialement optimal d'introduire la version B. Mais, on a une diffusion trop forte de la version B. Elle est adoptée par tous les consommateurs, alors qu'il aurait été socialement préférable que les anciens consommateurs conservent la version A.

Consommateurs hétérogènes : Lorsque les consommateurs sont hétérogènes, le monopole va devoir prendre en compte les incitations des consommateurs à révéler leur type. Le monopole va donc choisir sa stratégie marketing afin d'extraire la plus grande partie possible du surplus des consommateurs. Dans ce

second modèle pour se concentrer sur l'aspect discrimination, les auteurs supposent que le monopole peut s'engager à l'avance sur sa stratégie future. Les auteurs suppriment donc le problème d'engagement, qui était l'élément central du modèle précédent. Une fois cet élément supprimé, il n'y a plus d'intérêt à conserver deux périodes. Les auteurs se ramènent donc à un jeu statique avec une seule période. Le problème est de déterminer la stratégie marketing optimale d'un monopole pouvant vendre deux versions d'un même bien avec une externalité de réseau n'allant que dans un sens. Les auteurs notent que leur modèle est une extension de Fudenberg et Tirole (1998) au cas où il existe une externalité de réseau et une compatibilité n'allant que dans un seul sens. Dans ce modèle, les auteurs ne supposent plus que les coûts de production unitaires du monopole sont nuls.

L'utilité d'un consommateur est égale à $\theta V_k + \alpha f(N, \theta)$, où θ est uniformément distribué sur $[0; 1]$. On peut souligner que l'externalité que les consommateurs retirent du réseau auquel ils appartiennent dépend de leur type θ . Généralement, le monopole va segmenter le marché en trois parties : les consommateurs ayant un θ faible ne vont pas acheter le bien ; ceux ayant un θ intermédiaire vont acheter la version A et ceux ayant un θ élevé vont acheter la version B.

Les auteurs étudient deux cas particuliers correspondant à deux spécifications de $f(N, \theta)$. Ils commencent par une forme multiplicative : $f(N, \theta) = \theta N$. Les auteurs se restreignent à des valeurs de α suffisamment faibles pour ne pas générer d'équilibres multiples³⁶. En comparant la politique d'un monopole et différents concepts d'optimum social, les auteurs font apparaître deux résultats. Pour un niveau de ventes totales fixé au niveau choisit par le monopole, il existe généralement une différence dans la répartition des consommateurs entre les deux versions entre le monopole et un planificateur. Lorsque le monopole vend une unité de plus de la version B (et donc une unité de moins de la version A), il fait subir une externalité négative aux consommateurs achetant la version A dont la taille du réseau diminue. Le monopole ne prend pas en compte cette externalité. En outre, en dégradant légèrement la situation des consommateurs achetant la version A, il peut prélever un peu plus du surplus des consommateurs achetant la version B. Cet effet peut conduire le monopole à vendre plus de versions B qu'il n'est socialement optimal. On peut donc avoir trop d'*up-grading* dans ce modèle. Cependant, pour d'autres valeurs des paramètres, le résultat inverse peut être obtenu. Il est aussi possible de ne pas avoir assez d'*up-grading*. Dans le cas où il y a trop d'*up-grading*, restreindre par la législation les ventes de la version B peut augmenter le surplus social. Les auteurs montrent aussi qu'il est possible de construire des exemples où l'interdiction totale de la version B permet d'augmenter le surplus social par rapport à la situation de laissez-faire.

Les auteurs analysent ensuite une forme additive pour l'externalité de réseau : $f(N, \theta) = N$, indépendant de θ . Ils se limitent de nouveau aux cas où α est suffisamment faible pour ne pas générer d'équilibres multiples. Pour un niveau donné de ventes totales, le monopole ne choisit jamais de vendre plus d'unités de bien 2 que

³⁶Les consommateurs étant hétérogènes, il ne serait plus possible de sélectionner un équilibre en prenant celui préféré par les consommateurs.

le planificateur. Mais, il choisit parfois d'en vendre moins. En revanche, le monopole choisit de vendre moins d'unités au total que le planificateur. Il existe des cas où le monopole vend plus d'unités du bien B que le planificateur et moins d'unités au total. En ce sens, on peut avoir un *up-grading* excessif. Avec cette forme de l'externalité, comme avec la précédente, il est possible de construire des cas où l'interdiction de la version B conduit à une augmentation du surplus social par rapport à une situation sans intervention des autorités publiques.

Les auteurs ont donc identifié deux cas différents (correspondant à deux modèles différents) où l'introduction de la version B par le monopole peut conduire à une baisse du surplus social.

3.5.3 Ventes liées et compatibilité

Miao (2010) étudie les choix de compatibilité par une firme vendant un système A en période 1 et un bien additionnel B en période 2. L'auteur utilise beaucoup l'exemple de Microsoft pour illustrer son modèle. Le système A correspond à Windows. Le bien B est présenté comme un logiciel de lecture de vidéos. La firme peut choisir de rendre B utilisable avec A où peut les rendre incompatibles pour essayer de vendre une nouvelle version, A', de son bien système. Si un nouveau système est introduit, la firme choisit le degré de compatibilité entre les systèmes A et A'. L'auteur commence par supposer que la firme est en situation de monopole sur les deux marchés. Il suppose ensuite qu'une firme indépendante peut proposer une version différenciée du bien B. L'auteur cherche à expliquer pourquoi Microsoft intègre souvent des fonctionnalités (comme la lecture de vidéos) dans le package contenant son système d'exploitation (*tying*) et ne les vend pas indépendamment.

Monopole sur la production des deux biens : L'auteur commence par analyser le cas où la firme est en situation de monopole sur les deux marchés, celui du système et celui du bien additionnel. Il montre que le monopole souffre d'un problème d'incohérence temporelle. Il souhaiterait s'engager à ce que le bien additionnel soit compatible avec le système initial, mais après avoir vendu ce dernier, il choisit finalement de le rendre incompatible. Le monopole pratique donc une forme d'obsolescence, mais ses profits intertemporels seraient plus élevés s'il pouvait s'engager à ne pas le faire.

Le modèle comprend deux périodes. Un période 1, le monopole vend un bien système A. Ce bien est produit avec un coût marginal constant normalisé à 0 et procure à ses utilisateurs une satisfaction de base V_A à laquelle s'ajoute une externalité de réseau $v(n)$ où n est le nombre de personnes utilisant le système. Au début de la période 2, le monopole développe un nouveau logiciel B, qui procure à un utilisateur de type θ une utilité θV_B . Le monopole a deux possibilités, il peut décider de vendre ce logiciel seul en le rendant compatible avec le système A. Le monopole peut aussi choisir de rendre B incompatible avec A et développer un système A' qui permet d'utiliser B. Le monopole choisit alors de ne pas vendre B isolément et vend

le package A'B. A' procure la même utilité de base V_A que A. Il n'y a donc pas de progrès technologique au niveau du système. L'externalité de réseau obtenu par l'utilisateur du système i est égale à $v \left(\sum_j a_{ij} n_j \right)$. $a_{ij} \in [0; 1]$ mesure le degré de compatibilité du système j vers le système i . La demande est composée d'un continuum de consommateurs de masse 1. Tous les consommateurs ont la même évaluation pour le bien système ; en revanche, ils ont des évaluations hétérogènes du bien additionnel B. Formellement, $V_B = 1$ et θ est distribué sur $[\underline{\theta}, \bar{\theta}]$. Le rôle de V_A n'est pas très important dans ce modèle. L'auteur suppose donc que sa valeur est suffisamment grande pour que tous les consommateurs achètent une unité du système en période 1 et il normalise cette valeur à 0 pour alléger les notations.

En seconde période, le monopole a intérêt à vendre un système intégré A'B et à choisir uniquement une compatibilité ascendante : $a_{A'A} = 1$ et $a_{AA'} = 0$. Les utilisateurs du système A' bénéficient d'externalités de réseau maximales de tous les autres utilisateurs de l'un ou de l'autre systèmes, tandis que les utilisateurs du système A ne bénéficient que d'externalités provenant des autres utilisateurs du système A. Le monopole utilise l'incompatibilité entre B et A pour extraire plus de surplus des consommateurs et incités plus de consommateurs à acheter A'B. Les consommateurs ayant un θ élevé souhaite acquérir B, le monopole leur vend aussi A' car les ventes des deux biens sont liées. Dès lors, les consommateurs qui n'achètent pas A'B voient leur satisfaction diminuer car le réseau dont ils tirent des externalités positive voit sa taille diminuer. Pour ne pas "être laissé derrière", certains consommateurs achètent A'B alors qu'ils n'étaient que modérément intéressés par la fonctionnalité offerte par B.

L'auteur fournit un exemple numérique : θ est uniformément distribué sur $[0; 1]$. $v(n) = n/3$. Si B est vendu seul, il est acheté par les consommateurs $\theta_i \geq 1/2$ et le monopole réalise un profit égal à $1/4$ en période 2. Si le monopole vend le package A'B, il est acheté par les consommateurs $\theta_i \geq 1/4$ et le monopole réalise un profit égal à $3/8$.

En première période, le prix de vente du système A est plus élevé si le monopole s'engage à rendre B compatible avec A en seconde période que s'il ne prend pas cet engagement. Le profit intertemporel est plus élevé si le monopole est capable de s'engager sur cette compatibilité future. S'il n'est pas capable de s'engager, il souffre d'un problème d'incohérence temporelle et ses profits diminuent.

Concurrence sur le marché du bien B : L'auteur suppose ensuite qu'une firme indépendante peut produire en période 2 un bien B' qui est un substitut du bien B. Cette firme indépendante doit cependant payer un coût fixe F pour entrer sur le marché. L'auteur modifie sa modélisation de la demande. Il suppose maintenant que les consommateurs sont uniformément répartis sur un segment d'Hotelling de longueur 1 et subissent un coût de transport linéaire td lorsque la version qu'il achète du bien B s'éloigne de leur adresse. Les biens B et B' sont localisées (de façon exogène) aux deux extrémités du segment. Par hypothèse $F < t/2$,

pour que l'entrée de la firme indépendante ne soit pas bloquée. L'externalité de réseau est une fonction linéaire de la taille du réseau : $v(n) = en$. L'auteur suppose $e < t$ pour que la solution de la seconde période du jeu soit une solution intérieure (les deux firmes ont des parts de marché positives). L'auteur suppose que la firme en place vend le système A'B en seconde période et pas le bien B seul. Cependant, il laisse cette firme choisir les valeurs des a_{ij} . Les choisir tous égaux à 1 revient à vendre le bien B seul et à ne pas introduire A'. Le bien B' proposé par la firme indépendante peut fonctionner avec le système A.

La seconde période du jeu fonctionne de façon assez similaire au modèle de Grilo, Shy et Thisse (2001)³⁷. La concurrence en prix entre les deux firmes est plus vive si les deux systèmes A'B et A'B sont totalement incompatibles que s'ils sont totalement compatibles. Lorsque les systèmes sont incompatibles, en baissant un peu son prix, une firme attire de nouveaux consommateurs, ce qui augmente l'externalité de son réseau et réduit celle de l'autre réseau. Il devient alors un peu plus facile d'attirer d'autres consommateurs. Conserver ses consommateurs est donc plus important pour les firmes et elles sont prêtes à baisser leur prix pour cela. Les prix de seconde période sont plus élevés si les systèmes sont compatibles que s'ils sont incompatibles. Au début de la seconde période, le monopole a donc intérêt à choisir de rendre les deux systèmes les plus compatibles possibles. Le nombre de consommateurs qui achètent le système A'B en seconde période est une fonction croissante de $a_{A'A}$ et décroissante de $a_{AA'}$. Choisir $a_{A'A} > a_{AA'}$ permet à la firme en place de se créer un avantage concurrentiel en période 2. Ses consommateurs bénéficient d'un effet réseau plus important que ceux qui rejoignent le système concurrent.

L'auteur se tourne ensuite vers la première période du jeu. Il suppose que la firme en place peut s'engager sur les valeurs futures de $a_{A'A}$ et $a_{AA'}$. On observe de nouveau un problème d'incohérence temporelle de la firme en place dans ce modèle. La firme en place a intérêt en période 1 à s'engager à ce que les deux systèmes soient au moins partiellement incompatibles en seconde période. Une incompatibilité, au moins partielle, des deux systèmes en période 2 renforce la concurrence en prix entre les firmes et réduit les profits de seconde périodes des deux firmes. Cependant, si les consommateurs anticipent des prix plus faibles en seconde période, ils sont prêts à payer plus pour une unité du système A en période 1. En s'engageant à rendre les systèmes en partie incompatible en période 2, le monopole incite la firme indépendante à fixer un prix plus faible en période 2. Le monopole récupère une partie de cette baisse de prix en augmentant le prix de A en période 1. Le monopole ne souhaite cependant pas nécessairement que les deux systèmes soient totalement incompatibles, car les profits de seconde période pourraient être trop faibles pour que la firme indépendante souhaite entrer sur le marché. Or, la firme indépendante en proposant un bien différencié élargit le marché et augmente la disposition à payer de certains consommateurs pour le système A. Le monopole bénéficie donc de la présence de la firme indépendante et ne cherche pas à l'éliminer. En période 1, le monopole va donc s'engager sur $a_{A'A} = 1$ et la valeur de $a_{AA'}$ la plus faible compatible avec l'entrée

³⁷Voir le chapitre sur la différenciation horizontale.

de la firme indépendante. Le monopole en place a donc généralement intérêt à rendre B et A incompatible de façon à pouvoir introduire un nouveau système A' qui lui permet de contrôler le degré de compatibilité entre les deux systèmes présents en seconde période. Le monopole ne vend donc pas le bien B seul. Il vend en seconde période un package A'B. La compatibilité ascendante des systèmes A et A' est parfaite, mais la compatibilité descendante n'est que partielle.

L'optimum social consiste à choisir $a_{A'A} = a_{AA'} = 1$. Le choix de la firme en place de fixer $a_{AA'} < 1$ réduit le surplus social pour deux raisons. Premièrement, cela réduit l'externalité de réseau dont bénéficient certains consommateurs. Deuxièmement, certains consommateurs sont incités à choisir la "mauvaise" version du bien B en seconde période. Le consommateur marginal est situé à droite du milieu du segment. Certains consommateurs achètent donc le système A'B pour bénéficier d'une externalité plus forte alors que B' était plus proche de leur adresse.

Dans la dernière section de son article, l'auteur discute la robustesse des résultats de son modèle dans différentes variantes : les consommateurs n'apprennent la valeur de leur θ_i qu'au début de la seconde période, F est aléatoire et sa véritable valeur n'est connue qu'au début de la période 2, de nouveaux consommateurs apparaissent en début de seconde période, A'B peut être démonté et un consommateur peut utiliser B' avec A', certains consommateurs sont myopes.

3.6 Obsolescence et autres dimensions de la qualité

3.6.1 Sélection adverse sur le marché d'occasion

Grout et Park (2005) présentent un modèle avec une industrie concurrentielle où ce sont les consommateurs qui demandent des produits qui vont devenir obsolètes. Ces consommateurs anticipent de revendre ces produits dans le futur pour en acquérir de plus récents. Ils anticipent aussi qu'il existera un problème de sélection adverse sur le marché d'occasion. Si les produits sont devenus obsolètes, il sera plus simple de convaincre des acheteurs potentiels que le propriétaire initial souhaite vendre le bien parce que des produits plus récents sont devenus disponibles et pas parce que le bien s'est révélé avoir une qualité médiocre.

Le modèle comprend deux périodes. Un bien durable est produit par une industrie concurrentielle. Le bien est produit avec un coût marginal constant c . Il n'y a pas de coût fixe et l'entrée est libre. Le bien est caractérisé par deux attributs. Un attribut de base, qui peut prendre deux valeurs : V_H et V_L . Il s'agit de la qualité de base du bien et sa valeur est déterminée aléatoirement au moment de la production du bien. Elle n'est pas observable avant l'achat. Les deux niveaux de qualité ont la même probabilité. Le second attribut est un service complémentaire S . Les firmes choisissent librement la valeur de S au moment de la production du bien et S est observable avant l'achat. S est choisi dans l'intervalle $[0, \bar{S}_1]$ en période 1 et dans l'intervalle $[0, \bar{S}_2]$ en période 2. Les auteurs supposent $\bar{S}_2 \geq \bar{S}_1$. Du fait du progrès technique (exogène) de

nouveaux services complémentaires deviennent disponibles en seconde période. Les services complémentaires peuvent être produits sans coût. Les auteurs vont cependant montrer qu'en période 1, les firmes choisissent parfois $S < \bar{S}_1$ en première période. Ce que les auteurs assimilent à de l'obsolescence planifiée. Les firmes augmentent volontairement la différence de services complémentaires entre les biens produits lors des deux périodes augmentant ainsi le degré d'obsolescence des biens produits en période 1.

Les consommateurs se partagent en deux groupes. Le groupe A est intéressé par les deux attributs du bien. Les individus appartenant à ce groupe retirent une satisfaction $V_k + S$ de l'utilisation du bien pendant une période. Le groupe B ne s'intéresse qu'à la qualité de base du bien et ne retire aucune satisfaction des services complémentaires. Les membres du groupe B obtiennent une satisfaction V_k de l'utilisation du bien pendant une période. Les unités usagées du bien (celles achetées en période 1) peuvent être échangées sur un marché d'occasion. Sur ce marché, le propriétaire initial connaît la qualité de base, V_k , de l'unité proposée. En revanche, l'acheteur potentiel ne peut pas observer V_k avant l'achat. Les acheteurs potentiels ne peuvent pas non plus observer le groupe auquel le vendeur appartient.

Comme le bien neuf est produit par une industrie concurrentielle avec des rendements d'échelle constants, son prix est égal à son coût unitaire de production : c . Le prix d'une unité neuve ne dépend pas du niveau de services complémentaires (S) offerts avec le bien. Le modèle est paramétré de façon à ce que les consommateurs du groupe B ne souhaitent pas acheter une unité du bien neuf au prix c . Les unités neuves sont donc achetées par des consommateurs de type A. En seconde période, les consommateurs de type A souhaitent parfois revendre leur unité usagée pour la remplacer par une unité neuve. Ils cherchent alors à revendre cette unité sur le marché d'occasion et les acheteurs potentiels sont des consommateurs de type B. Bien que les consommateurs de type B n'attachent aucune importance aux services complémentaires inclus dans le bien, le prix sur le marché d'occasion dépend généralement de S . En effet, la valeur de S peut influencer la décision d'un consommateur de type A de vendre l'unité usagée. La valeur de S est donc utilisée par les acheteurs potentiels pour calculer l'espérance de la qualité du bien.

En seconde période, les consommateurs de type A n'achètent jamais d'unité du bien usagé sur le marché d'occasion. Les consommateurs de type A choisissent soit de conserver leur unité usagée, soit de la vendre pour acheter une nouvelle unité neuve. En seconde période, les consommateurs de type A préfèrent $S = \bar{S}_2$. L'industrie étant concurrentielle, les firmes produisent les biens souhaités par les consommateurs, on a donc $S = \bar{S}_2$. En période 2, les consommateurs de type A doivent choisir entre conserver leur unité de bien usagée dont ils connaissent la qualité et qui inclus des services complémentaires S_1 et acheter une unité d'un bien neuf dont ils ignorent la qualité de base et qui inclus des services complémentaires \bar{S}_2 . Si S_1 est proche de \bar{S}_2 , les consommateurs de type A choisissent de conserver leur unité usagée si elle a une qualité élevée et de la remplacer par une unité neuve si elle a une qualité faible. Si un consommateur B observe sur le marché d'occasion une unité ayant un S_1 est proche de \bar{S}_2 , il anticipe correctement que cette unité est de qualité

faible et il n'accepte de l'acheter qu'à un prix faible. Si S_1 est nettement inférieur à \bar{S}_2 , les consommateurs A souhaitent échanger leur unité usagée contre une unité neuve, même si l'unité usagée est de qualité élevée. Sur le marché d'occasion, une unité usagée avec ce S_1 a donc la même probabilité d'être de qualité faible ou élevée. Les consommateurs de type B sont donc prêts à la payer plus cher. Les unités usagées dont le S_1 est inférieur à un certain seuil \hat{S}_1 peuvent être vendues plus cher sur le marché d'occasion que celles dont le S_1 est supérieur à \hat{S}_1 .

Les auteurs distinguent trois grands cas.

Si la croissance du progrès technique est faible (\bar{S}_1 proche de \bar{S}_2), les firmes offrent le maximum de services complémentaires disponibles aux deux périodes : $S_1 = \bar{S}_1$ et $S_2 = \bar{S}_2$. Si \bar{S}_1 est très proche de \bar{S}_2 , les consommateurs de type A achètent une unité usagée en période 1 et la conservent pendant les deux périodes. Le marché d'occasion disparaît. Si \bar{S}_1 est un peu plus éloigné de \bar{S}_2 , les consommateurs A achètent une unité neuve en période 1. En période 2, ils conservent cette unité si elle est de qualité élevée et ils la revendent si elle est de qualité faible. Les consommateurs B achètent les unités mises en vente sur le marché d'occasion en sachant qu'elles sont de qualité faible.

Si la croissance du progrès technique est intermédiaire, les consommateurs A achètent une unité du bien neuf en période 1, mais uniquement si $S_1 \leq \hat{S}_1$. Si $S_1 > \hat{S}_1$, les consommateurs A préfèrent ne pas acheter en période 1 et attendre la période 2 pour acquérir une unité neuve du bien. Les firmes choisissent donc en période 1 : $S_1 = \hat{S}_1 < \bar{S}_1$. Les consommateurs A achètent une unité neuve en période 1 et la remplace par une autre unité neuve en période 2 quelle que soit la qualité de l'unité achetée en période 1. Les consommateurs de type B peuvent acheter des unités usagées sur le marché d'occasion et assignent la même probabilité aux deux niveaux de qualité. $S_1 = \hat{S}_1 < \bar{S}_1$ permet aux consommateurs A de jouer un équilibre mélangeant sur le marché d'occasion et d'éviter un équilibre séparable. La réduction des services complémentaires en période 1 permet aux consommateurs A de revendre plus cher leur unité usagée en période 2. Les consommateurs A demandent aux firmes d'accentuer l'obsolescence des unités vendues en période 1 pour pouvoir les revendre plus cher sur le marché d'occasion.

Si la croissance du progrès technique est forte, les firmes proposent $S_1 = \bar{S}_1$ et $S_2 = \bar{S}_2$. Si \bar{S}_1 est suffisamment élevée, les consommateurs A achètent une unité neuve en période 1 et la revendent (quelle que soit sa qualité) en période 2 pour la remplacer par une unité neuve. Si \bar{S}_1 est très faible, les consommateurs A n'achètent pas en période 1 et attendent la période 2 pour acquérir une unité neuve du bien.

Les auteurs montrent ensuite qu'il est possible de construire un modèle en temps discret avec un horizon infini générant le même type de résultats. Les individus sont immortels et les unités du bien ont une durée de vie de deux périodes. La borne maximale des services complémentaires \bar{S}_t est une fonction croissante du temps. Si la croissance de \bar{S}_t est intermédiaire, les firmes choisissent lors de chaque période $S_t < \bar{S}_t$. Ce que

les auteurs assimilent à de l'obsolescence programmée.

3.6.2 Réputation de ne pas tricher sur la qualité

Strausz (2009) dissocie la durabilité du bien (combien de temps il fonctionne) et sa qualité (ses performances). Il suppose que la qualité du bien est choisie par la firme et qu'elle n'est pas observable par les consommateurs. La littérature économique a montré que, si les ventes sont répétées, la firme est incitée à ne pas tricher sur la qualité pour ne pas nuire à sa réputation et vendre à nouveau le bien à ses clients antérieurs. Ce mécanisme ne fonctionne que si les ventes sont suffisamment fréquentes. La firme peut donc avoir intérêt à réduire la durabilité du bien qu'elle produit afin de rendre les ventes plus fréquentes et s'engager de façon crédible à fournir une qualité plus élevée.

Le modèle est en temps continu avec un horizon infini. Le bien est produit par un monopole qui le vend à un consommateur représentatif (se comportant de façon concurrentielle)³⁸. Le monopole choisit deux caractéristiques du bien : sa durée de vie d et sa qualité s . L'utilité actualisée à la date d'achat de l'utilisation d'un bien de qualité s pendant une durée d est égale à :

$$v(d, s) = \int_0^d s e^{-rt} dt = \frac{1 - e^{-rd}}{r} s$$

Après un temps d , le bien cesse de fonctionner et le consommateur doit acheter une nouvelle unité s'il souhaite continuer de bénéficier des services rendus par le bien. Le coût de production d'une unité du bien est une fonction convexe de d et de s : $C(d, s)$. L'auteur suppose aussi $\frac{\partial^2 C(d, s)}{\partial d \partial s} \leq 0$. Techniquement la durabilité du bien et sa qualité sont des compléments. Il est moins coûteux d'augmenter la qualité lorsque le bien est plus solide et inversement.

L'auteur commence par supposer que d et s sont observables avant l'achat. Le monopole ayant face à lui un consommateur représentatif, il est capable de calculer sa disposition à payer et peut fixer un prix lui permettant d'extraire la totalité du surplus du consommateur. Le monopole choisit donc les valeurs de d et de s qui maximisent le surplus social. Il n'y a pas de distorsion sur la durabilité du bien par rapport à l'optimum social.

L'auteur suppose ensuite que d reste observable avant l'achat, mais que s ne peut être observé qu'après l'achat (il s'agit donc d'un bien d'expérience). Pour rendre l'intuition plus transparente, l'auteur commence par supposer que la firme peut augmenter d sans coût. En l'absence d'aléa moral, il est optimal de choisir $d = +\infty$. Cependant, le monopole ne peut s'engager à choisir la valeur de s optimale et $d = +\infty$. Si le consommateur accepte de payer le prix demandé, le monopole a intérêt à ne pas respecter la qualité annoncée et à choisir $s = 0$. Pour que le monopole ait intérêt à choisir $s > 0$, il faut mettre en place un système de

³⁸L'hypothèse qu'il n'y a qu'un seul consommateur supprime le problème d'incohérence temporelle de la tarification du monopole.

réputation qui ne peut tenir qu'avec des achats répétés. Le consommateur s'attend à un certain niveau de qualité. Si le monopole respecte ce niveau, le consommateur achète de nouveau le bien lorsque l'unité précédente atteint sa fin de vie. Si le monopole a fourni une qualité inférieure, le consommateur renonce définitivement à acheter de nouvelles unités du bien. Ce système fonctionne si le facteur d'actualisation des deux agents est suffisamment élevé et si la fréquence des achats est suffisamment forte. Le monopole doit donc réduire d pour que le consommateur ait confiance qu'il va obtenir le niveau de qualité promis. Plus le monopole veut s'engager sur une valeur de s élevée et plus il doit réduire d . Malgré leur complémentarité technique, d et s deviennent des substituts à l'équilibre du modèle. Il faut réduire l'un pour pouvoir augmenter l'autre sans détruire les incitations du monopole à respecter les caractéristiques promises du bien. Cette intuition reste vérifiée lorsqu'augmenter d devient coûteux. Le monopole réduit d et s au-dessous des valeurs choisies avec information parfaite. L'information imparfaite introduit un problème d'aléa moral qui incite le monopole à réduire la durabilité du bien. Le problème d'aléa moral génère de l'obsolescence programmée.

L'auteur souligne que le même type de mécanisme apparaîtrait si on remplaçait le monopole par une industrielle concurrentielle. Les firmes devraient de nouveau réduire la durabilité du bien pour s'engager sur un niveau de qualité plus élevé.

L'auteur envisage aussi le cas où d et s ne sont pas observables avant l'achat. Le problème peut de nouveau être résolu avec des ventes répétées. Si le consommateur a obtenu les valeurs de d et de s promises, il renouvelle son achat lorsque le bien cesse de fonctionner. Sinon, il renonce définitivement à acheter. De nouveau réduire d rend ce type de mécanisme plus facile à soutenir.

3.7 Études empiriques

3.7.1 Éditions révisées de manuels scolaires

Iizuka (2007) a étudié les facteurs influençant le choix de réviser un manuel scolaire en imprimant une nouvelle édition.

Il a utilisé des données fournies par les librairies des universités américaines. Les données concernent des manuels de sciences économiques et couvrent les années 1996-2000. Les données ont été recueillies tous les semestres. Les librairies universitaires vendent des livres neufs et des livres d'occasion. L'auteur a donc pu calculer le ratio des livres d'occasion dans les ventes totales d'un manuel, qui va être l'une des variables centrales de l'étude. La base de données comprend 405 titres. En moyenne un titre correspond à 1,7 édition pendant le période couverte par l'étude. 292 nouvelles éditions ont été introduites pendant les années couvertes par l'étude. Le profil typique de ventes d'un manuel de premier cycle (*principles*) est 100% de ventes de manuels neufs au cours du premier semestre d'une nouvelle édition. Le ratio des ventes neuves sur les ventes totales tombent à 60 ou 70% le semestre suivant. Ce ratio continue de décroître jusqu'à 10 ou 20%

trois ans plus tard. Une nouvelle édition est alors introduite et le cycle reprend. La "croyance populaire" est qu'un manuel est révisé tous les 3 ans. Les manuels couvrant des sujets plus avancés (*advanced*) présentent un profil un peu différent. Le ratio ventes neuves sur ventes totales décroît aussi avec le temps, mais la baisse est plus lente. Après 4 semestres, on est encore à 85%. On ne passe en dessous de 50% qu'après 7 semestres et on est encore à environ 25% après 10 ans. Il semble que peu d'étudiants de premier cycle conservent leurs manuels après la fin du cours tandis que les étudiants suivant des cours plus avancés les conserveraient plus longtemps. Bien que la croyance soit qu'un manuel a un cycle de révisions tous les 3 ans, les données montrent une plus grande hétérogénéité. La durée médiane d'une édition est de 7 semestres. Certaines éditions durent nettement plus de 4 ans et une proportion importante de manuels ne sont jamais révisés³⁹.

L'auteur estime un modèle de durée tronqué pour déterminer les facteurs influençant la décision des éditeurs de lancer une nouvelle édition d'un manuel. Une révision peut être nécessaire parce que le domaine a évolué et que le contenu du livre est devenu obsolète. L'auteur introduit donc l'âge de l'édition parmi les variables explicatives. L'auteur s'intéresse surtout à l'effet de l'importance du marché d'occasion sur la décision de lancer une nouvelle édition. La littérature théorique a souvent présenté le lancement d'une nouvelle édition comme un moyen de remettre à zéro le stock de manuels sur le marché d'occasion. L'auteur va utiliser le ratio ventes d'occasion sur ventes totales pour tester cet effet potentiel. L'auteur introduit aussi l'âge des éditions des autres manuels appartenant à la même catégorie (micro, macro, etc) pour essayer de mesurer un potentiel effet de concurrence entre les différents manuels d'un même domaine. Il introduit aussi le volume global des ventes. Un marché potentiel plus important peut justifier des éditions plus fréquentes (chacune générant un coût fixe).

Une révision d'un manuel concurrent a un effet positif sur la probabilité de révision d'un manuel, mais cet effet n'est pas statistiquement significatif. Il semble n'y avoir que peu de concurrence entre les différents manuels. L'auteur avance que les manuels sont achetés par les étudiants, mais prescrits par les enseignants. Lorsqu'un enseignant a adopté un manuel pour son cours, il a tendance à le conserver assez longtemps. Les autres variables ont des effets positifs et significatifs à 1%. L'âge d'un manuel augmente sa probabilité de révision. Le pourcentage de ventes d'occasion a aussi un effet positif. Les éditeurs semblent lancer une nouvelle édition plus rapidement si les ventes de livres d'occasion sont importantes. Il semble donc bien exister un effet d'obsolescence programmée. Enfin, la taille du marché a aussi un effet positif. L'auteur a aussi introduit des effets fixes par domaine et certains domaines semblent avoir des révisions plus fréquentes que d'autres.

L'auteur reprend ensuite ses estimations en distinguant trois grandes catégories de manuels : ceux d'introduction (*principles*), ceux plus avancés (*intermediate*) et les autres, classés comme *applied*. Les vari-

³⁹Bien que l'étude ne porte que sur les années 1996-2000, l'auteur a complété ses données sur les années de parution des différentes éditions à partir de librairies en ligne (notamment Amazon).

ables âge et pourcentage de ventes d'occasion sont remplacées par des variables croisées avec la catégorie du manuel. Tous les effets restent positifs, mais la significativité varie selon la catégorie. Pour l'âge, l'effet reste significatif à 1% pour les manuels d'introduction et avancés. Il n'est plus significatif qu'à 5% pour les manuels "appliqués". L'effet des ventes d'occasion est significatif à 1% pour les manuels appliqués et à seulement 10% pour les manuels d'introduction. L'effet n'est plus significatif pour les manuels intermédiaires (l'effet reste assez fort, mais l'écart type est élevé). Ces résultats font émerger l'image de manuels d'introduction révisés sur une base régulière et de manuels appliqués révisés lorsque les ventes neuves deviennent très faibles par rapport au marché d'occasion.

L'auteur effectue ensuite différents tests de robustesse. Dans la plupart des estimations les effets de l'âge et de l'importance des ventes d'occasion influencent significativement la décision de lancer une nouvelle édition.

3.7.2 Redesign des modèles dans l'industrie automobile américaine

Blonigen, Knittel et Soderbery (2017) ont mené une étude empirique sur la décision des constructeurs de voitures américains de redesigner des modèles existants. Ils ont construit et estimé un modèle permettant de simuler le fonctionnement de l'industrie automobile américaine et l'ont utilisé pour estimer l'impact des redesigns de modèles sur le surplus des consommateurs et pour explorer si un changement de fréquence de ces refontes de modèles pourrait augmenter le surplus social.

Les auteurs se focalisent sur les refontes de modèles existants. Ils les distinguent des introductions de nouveaux modèles et des modifications mineures intervenant chaque année sur les modèles existants. Les redesign portent sur des modèles déjà existant et sont l'occasion d'une remise à place de la conception du modèle et de modifications substantielles. En se basant sur les années 1988 à 2009, les auteurs observent que la moyenne semble être de reconcevoir un modèle après 6 à 8 ans d'existence. Dans 70% des redesign observés, le modèle avait entre 4 et 7 ans. Le coût de ce type d'opérations semble avoisiner le milliard de \$. Avant un redesign, la part de marché du modèle semble souvent en baisse. Juste après l'introduction du nouveau design du modèle, la part de marché du modèle augmente entre 20 et 60% selon le type de voitures. Les opérations de redesign ont donc un coût substantiel, mais elles permettent aussi de relancer fortement les ventes du modèle.

Les auteurs commencent par s'intéresser à l'impact d'une opération de redesign sur la part de marché d'un modèle. En utilisant les MCO, les auteurs trouvent qu'une opération de redesign augmente la part de marché d'un modèle de presque 20%. Ils trouvent cette valeur en contrôlant les caractéristiques du véhicule. L'effet estimé semble donc largement dû au "relooking" des modèles, plus qu'à des améliorations techniques qui auraient été introduites à la faveur de la remise à plat de la conception du modèle. L'effet estimé augmente sensiblement lorsque les auteurs utilisent les double moindres carrés pour tenir compte du fait que

L'opération de redesign est endogène. L'augmentation de la part de marché approche alors les 40%. L'effet bénéfique d'un redesign s'atténue au cours du temps. Le gain de parts de marché est important la première année. Les parts de marché se stabilisent ensuite et commencent à décliner cinq ans après le redesign. Le déclin est alors assez rapide et s'accélère avec l'âge du modèle.

Les auteurs présentent ensuite leurs résultats sur les facteurs influençant la décision de redesigner un modèle. Ils introduisent dans les variables explicatives l'âge du modèle, les ventes cumulées de ce modèle au cours des années antérieures (stock de voitures de ce modèle) et l'ancienneté des autres véhicules présents sur le même segment de marché, notamment sous la forme du pourcentage des autres modèles ayant été redesignés depuis le dernier design du modèle étudié. Les auteurs souhaitent distinguer un *newness effect* dû à l'âge du véhicule, un *obsolescence motive* dû au stock de véhicules de ce modèle déjà vendus et un *competitive motive* lié aux opérations de redesign des modèles concurrents. Les auteurs trouvent des effets positifs et statistiquement significatifs pour les trois effets.

Pour construire et simuler un modèle de l'industrie automobile, les auteurs introduisent aussi la possibilité que la production d'un modèle soit abandonnée. Ils trouvent que la probabilité de "sortie" du modèle augmente avec son âge et avec le stock de véhicules déjà vendus. Le redesign des modèles concurrents augmente aussi la probabilité de sortie du marché d'un modèle (mais cet effet n'est significatif que dans certaines spécifications de l'équation à estimer).

Les différentes estimations précédentes sont utilisées pour construire un modèle dynamique permettant de simuler l'évolution de l'industrie automobile. Les préférences de consommateurs sont de type *nested logit* et les consommateurs n'anticipent pas les évolutions futures de la gamme de voitures proposée. Les auteurs estiment aussi le coût d'une opération de *redesign*. Ils distinguent trois grands types de voitures : les voitures de luxe, les voitures "classiques" et les segments des SUV, mini-van, etc. Sur le segment de luxe, le coût de reconfiguration est estimé à environ 900 millions de \$. Sur le segment classique, ce coût est compris entre 1,1 et 1,7 milliard de \$. Sur le segment des SUV, les redesigns semblent moins fréquents et les estimations de coût vont jusqu'à 3 milliards de \$.

Le modèle peut ensuite être utilisé pour calculer le surplus des consommateurs, les profits des firmes⁴⁰ et le surplus social. La valeur des firmes semble représenter environ les 2/3 du surplus social. Le marché automobile semble donc assez peu concurrentiel, puisque les consommateurs ne captent que le tiers du surplus social généré.

Les auteurs explorent ensuite l'impact des opérations de redesign sur le surplus social. Les opérations de redesign interviennent de façon endogène en suivant la dynamique de l'équation estimée précédemment. La dynamique utilise les coefficients estimés pour les *obsolescence motives* et les *competitive motives*. Les

⁴⁰Plus précisément, les auteurs calculent la valeur des firmes.

surplus calculés avec ces coefficients estimés à partir des données observées constituent le point de référence. Les auteurs reprennent ensuite les simulations du modèle en faisant varier (de façon exogène) les valeurs de ces deux coefficients. Ces simulations permettent d'observer que pour maximiser le surplus social, il faudrait diminuer le coefficient associé aux *competitive motives* d'environ 20% et augmenter le coefficient associé aux *obsolescence motives* d'un montant compris entre 20 et 50% selon les spécifications. Les firmes opèrent trop de redesigns pour gagner des parts de marché au détriment de leurs concurrentes et trop peu de redesigns pour renouveler des modèles déjà très vendus. Ces modifications permettraient d'augmenter le surplus social de 1,5% à 15% selon les spécifications. Le nombre total de redesigns baisserait assez peu, au maximum de 10%. Il ne semble pas y avoir de gains de surplus social à limiter la fréquence des redesigns de modèles. En revanche, des légers gains (environ 3%) pourraient être obtenus en modifiant les modèles faisant l'objet d'opérations de redesigns.

Ces simulations ne prennent pas en compte un effet éventuel du redesign des modèles vendus neufs sur la valeur du stock de voitures usagées. Les auteurs ne se lancent pas dans une tentative d'intégrer le marché des véhicules d'occasion dans leur modèle. En revanche, ils ont recueilli des données sur le prix des voitures d'occasion. Une opération de redesign semble faire baisser les prix d'occasion des voitures de la génération précédente du même modèle d'environ 4%. Ils supposent qu'il n'y a pas d'impact sur les prix des autres voitures d'occasion. La baisse de la valeur du stock de voitures existantes serait donc assez faible et sa prise en compte ne semble pas modifier la conclusion générale des simulations. Une réduction de la fréquence des opérations de redesign serait de nature à réduire le surplus social.

3.8 Aspects juridiques

3.8.1 Textes législatifs

La loi n° 2014-344 du 17 mars 2014 relative à la consommation a commencé à s'intéresser au problème de la durabilité des biens. Le chapitre II est intitulé "*Améliorer l'information et renforcer les droits contractuels des consommateurs et soutenir la durabilité et la réparabilité des produits*". Le problème de la définition de l'obsolescence programmée a cependant été renvoyé à plus tard. L'article 8 de la loi énonce : "*I. [...]. II. - Dans un délai d'un an à compter de la promulgation de la présente loi, le Gouvernement remet au Parlement un rapport sur l'obsolescence programmée, sa définition juridique et ses enjeux économiques. III. - Le Gouvernement remet annuellement au Parlement un rapport sur la situation et les enjeux en matière de protection des consommateurs*".

La définition juridique de l'obsolescence programmée est donnée par la loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

L'article 70 énonce : "*La politique nationale de prévention et de gestion des déchets est un levier essen-*

tiel de la transition vers une économie circulaire. Ses objectifs [...], sont les suivants : [...] Lutter contre l'obsolescence programmée des produits manufacturés grâce à l'information des consommateurs. Des expérimentations peuvent être lancées, sur la base du volontariat, sur l'affichage de la durée de vie des produits afin de favoriser l'allongement de la durée d'usage des produits manufacturés grâce à l'information des consommateurs. Elles contribuent à la mise en place de normes partagées par les acteurs économiques des filières concernées sur la notion de durée de vie. [...]"

L'article 99 énonce : "I. – L'obsolescence programmée se définit par l'ensemble des techniques par lesquelles un metteur sur le marché vise à réduire délibérément la durée de vie d'un produit pour en augmenter le taux de remplacement. II. – L'obsolescence programmée est punie d'une peine de deux ans d'emprisonnement et de 300 000 € d'amende. III. – Le montant de l'amende peut être porté, de manière proportionnée aux avantages tirés du manquement, à 5 % du chiffre d'affaires moyen annuel, calculé sur les trois derniers chiffres d'affaires annuels connus à la date des faits."

3.8.2 Commentaires des juristes

Commentaires sur la législation française : Dupont (2014)⁴¹ discute les moyens juridiques de lutter contre l'obsolescence programmée, dont il affirme - peut-être un peu rapidement - qu'elle constitue "*une pratique généralisée dans certains secteurs, notamment ceux de l'électroménager, de la téléphonie mobile et de l'informatique*". Il commence par analyser les outils juridiques déjà disponibles, puis étudie les dispositions qui pourraient être inscrites dans les lois futures. On peut souligner que l'auteur semble assimiler la pratique à une tromperie des consommateurs. L'introduction laisse peu de doute sur cette interprétation : "*les professionnels utilisent divers stratagèmes*", "*La plupart du temps, l'obsolescence programmée demeure secrète*", "*elle a toujours pour conséquence de fausser le comportement économique et la décision d'achat des consommateurs*", "*D'un autre côté, strictement contractuel, l'obsolescence programmée se concilie mal avec l'obligation de bonne foi, de loyauté, qui pèse sur les contractants, et en particulier sur les professionnels*". On peut remarquer que cet élément de tromperie n'est pas nécessairement présent dans les modèles économiques précédents, où le phénomène peut intervenir dans des contextes avec information complète. L'auteur choisit aussi de se concentrer sur l'aspect droit de la consommation et d'écarter les enjeux environnementaux.

L'auteur assimilant l'obsolescence programmée à une tromperie, il commence par explorer les outils juridiques permettant de lutter contre un vice-caché ou un défaut de conformité. Il commence par le droit civil, puis se tourne vers le droit de la consommation. Les deux premières années, les biens sont couverts par une garantie légale. Au delà de cette période, les outils juridiques semblent difficilement utilisables. L'obligation d'information et les pratiques déloyales présentent dans le droit de la consommation peuvent

⁴¹L'étude est donc publiée après le rejet de proposition de loi de J. V. Placé et avant l'inscription de l'obsolescence programmée dans la loi de 2015 sur la transition énergétique.

ponctuellement être mobilisées, mais elles n'offrent pas une réponse "*satisfaisante, catégorique et d'envergure à l'obsolescence programmée*". L'auteur conclut donc cette première partie par une insuffisance du droit actuel : "*En définitive, aucune réponse satisfaisante ne semble fournie par le Droit privé pour endiguer l'obsolescence programmée de façon cohérente*". Le droit pénal semble aussi difficile à mettre en œuvre car il oblige à prouver l'intentionnalité de la tromperie. Ce qui semble souvent difficile.

La seconde partie de l'article réfléchit aux modifications possibles de la législation. L'obsolescence programmée pourrait être ajoutée à la liste des pratiques déloyales. Cette liste dépend cependant de l'échelon européen et pas de la compétence nationale. Au niveau national, l'obsolescence planifiée ne peut pas être interdite si cette interdiction vise uniquement la protection des consommateurs. En revanche, elle pourrait l'être si l'objectif poursuivi est la protection de l'environnement. Pour contourner le problème de la compétence européenne, des solutions alternatives sont proposées par l'auteur. Il semble possible de légiférer directement sur la durée de vie des produits en mettant en avant des objectifs de sécurité. Il semble aussi possible d'inscrire la durée de vie des produits dans les informations que les vendeurs ont l'obligation de fournir. L'auteur reprend aussi une proposition régulièrement avancée : l'extension du délai de garantie de 2 à 5 ans. L'auteur termine son article en souhaitant un élargissement des possibilités d'actions collectives et un remplacement du principe d'*opt in* par celui d'*opt out*.

La loi de 2015 a introduit l'obsolescence programmée parmi les fraudes devant être réprimées. Les commentateurs semblent cependant douter de son caractère opératoire. Par exemple, Bazin-Beust (2017) écrit à propos de ce délit (page 71) : "*Compte tenu de la difficulté probatoire tenant à l'intention délibérée du fabricant, il ne devrait qu'être très rarement retenu en justice*".

Comparaisons européennes : Maitre-Ekern et Dalhammar (2016) analysent eux aussi les réponses législatives apportées à l'obsolescence programmée. Après avoir décrit les différentes formes d'obsolescence, les auteurs se penchent sur les réponses apportées au niveau européen. Ils analysent ensuite la législation française, puis la législation norvégienne.

La directive *Ecodesign*, adoptée en décembre 2015 dans le cadre d'un plan de promotion de l'économie circulaire s'efforce, parmi d'autres objectifs, d'allonger la durée de vie espérée des produits. Elle a fixé des standards directs pour deux groupes de produits. La directive s'est intéressée aux aspirateurs. Le législateur européen s'est intéressé à ce groupe de produits, car son efficacité énergétique avait tendance à se détériorer au cours du temps. Les fabricants utilisaient la puissance des aspirateurs comme un argument de vente, alors qu'il ne semble pas que des appareils plus puissants nettoient mieux les sols. La directive a donc réglementé la puissance des appareils. La directive a aussi introduit des niveaux de durabilité minimaux pour deux composantes des appareils : le moteur (qui doit pouvoir fonctionner au moins 500 heures) et le tuyau (qui doit résister à au moins 40.000 oscillations). Ces deux composants étaient considérés comme

les composants les plus fragiles. La nouvelle réglementation devait entrer en vigueur en deux temps. La priorité était donnée à l'amélioration des performances énergétiques des appareils. Une fois que les appareils les moins efficaces auraient cessé d'être vendus, les normes sur la durabilité des produits devaient entrer en vigueur. La directive a aussi réglementé la qualité des ampoules électriques. La réglementation est beaucoup plus complexe que pour les aspirateurs. Il existe plusieurs types d'ampoules. La réglementation porte sur le taux de survie des ampoules, le temps nécessaire pour que l'ampoule éclaire normalement (notamment, pour le système LED), la façon dont l'éclairage modifie la couleur des objets éclairés, etc. Les auteurs notent que la réglementation des aspirateurs était relativement simple, car il s'agit d'un produit mature pour lequel on attend peu d'innovations dans les prochaines années. En revanche, après l'interdiction des ampoules à incandescence, de nouveaux procédés sont en cours de développement et des innovations sont encore à venir. Réglementer un secteur où des innovations émergent est une tâche complexe.

La directive *Energy Labelling*, datant de 2010, pourrait être étendue pour incorporer la durabilité du produit et la disponibilité de pièces détachées pour réparer les pannes pouvant survenir. Sur beaucoup de produits, le niveau d'efficacité énergétique, représenté par une lettre entre A et E, doit être affiché. L'affichage d'un indicateur de durabilité pourrait être rendu obligatoire de la même façon. Les auteurs soulignent cependant que la durabilité d'un produit peut parfois recouvrir plusieurs dimensions et peut parfois être difficile à mesurer ou à vérifier.

Après avoir analysé les réponses européennes, les auteurs se tournent vers la législation française qui s'est intéressée à la réparabilité des produits et a introduit un délit d'obsolescence programmée. Les auteurs soulignent que la France est, à ce jour, le seul pays à avoir introduit une définition juridique de l'obsolescence programmée. Les auteurs rappellent que l'Assemblée nationale avait initialement proposée une définition plus explicite et l'avait complétée d'une liste non exhaustive de pratiques assimilées à de l'obsolescence programmée. Le texte a ensuite été modifié par le Sénat et les deux chambres ont recherché un compromis pendant plusieurs mois. Les auteurs soulignent eux aussi qu'il sera probablement difficile en pratique de prouver que l'action incriminée a été prise "*délibérément*". Les constructeurs pourront toujours avancer de bonnes raisons d'avoir utilisé telle matière ou telle configuration pour leurs produits, autres que de réduire sa durée de vie. L'application du texte se heurtera aussi probablement à la difficulté de définir la durée de vie "normale" des biens. La législation française a aussi introduit l'obligation d'informer les consommateurs sur la disponibilité (ou non) des pièces détachées pouvant être nécessaires pour réparer un bien durable. L'obligation ne s'applique cependant que si le vendeur a reçu cette information du fabricant ou de l'importateur. Seules les pièces indispensables au fonctionnement du produit sont concernées. Les produits doivent pouvoir être réparés par des agents "non agréés". Le recours à un réparateur non agréé est cependant parfois une cause d'annulation de la garantie. Les auteurs soulignent qu'une faiblesse de la loi est de ne pas avoir plafonné le prix des pièces détachées.

Les auteurs présentent ensuite les dispositions introduites dans la législation norvégienne. La Norvège a voté une loi en 2002 visant à encourager les fabricants à allonger la durée de vie des produits. Sa principale disposition est l’allongement de la garantie légale des produits. Elle reste à 2 ans par défaut, mais a été portée à 5 ans pour les produits dont la durée de vie peut raisonnablement supposée être plus longue. Pendant cette période, le constructeur doit réparer le produit ou le remplacer en cas de panne. La loi ne donne pas de liste de produits dont la durée de vie est supposée dépasser deux ans. Mais, en 2007, la Cour suprême norvégienne a déclaré que les téléphones portables avaient une durée de vie de 3 à 4 ans donc supérieure à 2 ans et donc ils étaient couverts par l’extension de garantie à 5 ans. L’extension de la garantie a été choisie par d’autres pays de l’espace économique européen.

4 R&D et innovation

4.1 Réduction de coût

4.1.1 Monopole :

Bond et Samuelson (1987a) comparent les dépenses de R&D d’un monopole produisant un bien durable aux niveaux socialement optimaux.

Les auteurs reprennent le modèle à deux périodes de Bulow (1982) en rendant les coûts unitaires de production de la firme endogènes. Lors de la première période, le coût marginal de production de la firme est égal à $c_1(k_1)$ où k_1 représente les dépenses de R&D de la firme au début de la période 1. Lors de la seconde période, la firme produit avec un coût marginal constant égal à $c_2(k_1, k_2)$ où k_2 est le niveau de dépenses de R&D de la firme au début de la période 2. Les auteurs imposent $c_2(k_1, 0) = c_1(k_1)$. Il n’y a pas d’oubli entre les deux périodes et la firme repart au début de la période 2 du niveau de coût atteint à la période 1.

Les auteurs commencent par comparer les niveaux de R&D choisis par un planificateur bienveillant et ceux choisis par un monopole louant le bien. Le monopole choisit de produire moins qu’un planificateur bienveillant au cours des deux périodes. Comme les niveaux de production choisis par le monopole sont plus faibles, le monopole a moins d’incitations à réduire ses coûts. Il choisit donc des valeurs de k_1 et de k_2 inférieures à celles choisies par le planificateur. Cette différence vient uniquement de la différence de niveaux de production. Si le monopole était obligé de produire les mêmes niveaux que le planificateur, il ferait les mêmes choix de R&D.

Les auteurs s’intéressent ensuite aux choix de R&D d’un monopole obligé de vendre le bien (et ne pouvant pas le louer). Le monopole produit moins que le planificateur social en première période ; en revanche, il peut produire plus en seconde période. Le monopole choisit une valeur de k_1 plus faible que celle du

planificateur, mais une valeur plus élevée de k_2 . Le monopole produit une quantité totale plus faible que le planificateur. En conséquence, on obtient souvent que $k_1 + \frac{k_2}{1+r}$ est plus faible pour le monopole que pour le planificateur. Il est cependant possible de construire des exemples donnant le résultat inverse. Le monopole a une répartition plus équilibrée de sa production entre les deux périodes que le planificateur. Or, les rendements des dépenses de la R&D pour chacune des périodes sont concaves. L'augmentation de k_2 en seconde période peut donc dominer la réduction de k_1 en première période et le monopole peut avoir des dépenses de R&D totales $k_1 + \frac{k_2}{1+r}$ plus élevées que celles du planificateur tout en ayant une production totale plus faible. Dans certains cas, le monopole investit plus en R&D qu'un planificateur et termine le jeu avec un coût de production plus faible.

4.1.2 Interactions avec les choix de durabilité dans un oligopole

Goering (1992b) introduit des dépenses de R&D pour réduire les coûts de production dans le modèle de choix de durabilité des biens de Bulow (1986).

Le modèle comprend deux périodes. En première période, chacune des n firmes d'un oligopole choisit un niveau de dépenses de R&D k_i , un degré de durabilité du bien ρ_i et une quantité q_{1i} . ρ_i représente la proportion de la production de la firme i qui sera encore en état de fonctionner en seconde période. En seconde période, chacune des firmes choisit uniquement un niveau de production q_{2i} . En seconde période, les firmes choisissent automatiquement $\rho_i = 0$ puisque le jeu ne comprend que deux périodes et que produire des biens plus durables augmente les coûts de production. A chaque période, les firmes produisent avec un coût marginal constant. Le coût unitaire de production de première période de la firme i est égal à $c_1(k_i, \rho_i)$. $c_1(\cdot)$ est une fonction croissante de ρ_i et décroissante de k_i . Le coût de production unitaire de seconde période de la firme i est égal à $c_2(k_i)$. $c_2(\cdot)$ est une fonction décroissante de k_i . La demande inverse pour les services rendus par le bien durable au cours d'une période est linéaire : $p = \alpha - \beta Q$.

L'auteur commence par calculer l'optimum social. Le coût marginal étant constant, un planificateur social choisit de concentrer tous les efforts de R&D dans une seule firme. Si les résultats de la R&D sont transférables sans coût, la production peut être répartie arbitrairement entre les n firmes. Si les résultats de la R&D ne sont pas transférables sans coût, le planificateur concentre toute la production dans une seule firme.

L'auteur détermine ensuite l'équilibre dans un oligopole. Il distingue le cas où le bien est loué de celui où il est vendu et distingue les équilibres *open loop* de ceux de *closed loop*.

Il commence par s'intéresser au cas où les firmes louent le bien et utilisent des stratégies *open loop*. k_i est une fonction décroissante de n . Ce qui est assez intuitif puisque la production de chaque firme diminue lorsque n augmente. Un monopole choisit un niveau de dépenses de R&D plus faible que celui

d'un planificateur (comme dans l'étude précédente). Un monopole produit moins qu'un planificateur. Il a donc moins d'incitations à réduire son coût de production. La différence entre le choix de k_i des firmes et l'optimum social (de premier rang, i.e. où une seule firme fait de la R&D) s'accroît lorsque n augmente. L'effet de n sur ρ dépend du signe de $\delta c'_2(k) - \frac{\partial c_1^2}{\partial \rho \partial k}$. Chacune des firmes cherche à minimiser son coût de production total. Les firmes comparent donc le coût marginal d'augmenter la durabilité du bien pour qu'une unité supplémentaire "survive" à la période 1 ($\frac{\partial c_1^2}{\partial \rho \partial k}$) et le coût marginal actualisé de produire une unité supplémentaire en période 2 ($\delta c'_2(k)$). Quand $\delta c'_2(k) - \frac{\partial c_1^2}{\partial \rho \partial k} < 0$, k et ρ varient en sens opposés. Une augmentation de n diminue k et accroît ρ . Quand $\delta c'_2(k) - \frac{\partial c_1^2}{\partial \rho \partial k} > 0$, k et ρ varient dans le même sens. Une augmentation de n diminue k et ρ . La structure de marché (n) n'a pas d'impact sur le niveau de durabilité des biens uniquement si $\delta c'_2(k) - \frac{\partial c_1^2}{\partial \rho \partial k} = 0$. Si les coûts de production des firmes sont endogènes, un coût de marginal constant n'est plus une condition suffisante pour avoir le résultat d'indépendance de Swan entre la structure de marché et la durabilité des biens.

L'auteur considère ensuite que les firmes continuent de louer le bien, mais qu'elles utilisent des stratégies *closed loop*. Les quantités produites lors de la seconde période sont maintenant influencées par les choix effectués par les firmes concurrentes en première période. L'auteur pose (par hypothèse) que la solution du jeu de seconde période est intérieure. Il suppose donc $q_{2i} > 0$ pour toutes les firmes. Avec cette hypothèse, les quantités produites en seconde période sont indépendantes des q_{1j} et ρ_j des firmes concurrentes. Seuls les k_i ont donc une valeur stratégique. Les firmes augmentent leurs dépenses de R&D par rapport aux équilibres d'*open loop* car une augmentation de k_i permet de s'engager à produire plus en période 2 et incite donc les autres firmes à produire moins. L'auteur s'intéresse surtout à l'évolution de k_i en fonction de n . Lorsqu'on passe de $n = 1$ à $n = 2$, les firmes produisent moins chacune ce qui les incite à réduire k , mais parallèlement les dépenses de R&D acquièrent une valeur stratégique, ce qui incite les firmes à augmenter k . Lorsque (de façon exogène) $\rho = 0$, le premier effet domine et k est une fonction décroissante de n . Avec $\rho > 0$, les résultats sont différents. Le second effet peut dominer lorsque n est faible. La valeur de k à l'équilibre peut être plus élevée pour $n = 2$ et $n = 3$ que pour $n = 1$. Pour $n > 3$, le premier effet domine et k est une fonction décroissante de n . L'introduction de la durabilité du bien peut donc modifier la relation entre k et n . On peut passer d'une relation décroissante pour $\rho = 0$ à une relation en U inversé pour $\rho > 0$. L'impact d'une modification de k sur le choix de ρ dépend du signe de $\delta c'_2(k) - \frac{\partial c_1^2}{\partial \rho \partial k}$ comme dans les équilibres en *open loop*.

Le troisième cas étudié est celui où les firmes vendent le bien. Pour ce cas, l'auteur se limite à l'étude de stratégies *closed loop*. Les stratégies d'*open loop* ne semblent pas un concept très adapté pour ce jeu en deux périodes. Lorsque les firmes vendent le bien, le problème devient plus complexe et les effets sont beaucoup plus nombreux. Si $n = 1$, la firme en situation de monopole peut avoir intérêt à réduire ρ en dessous de la valeur qui minimise les coûts totaux de production parce que cette réduction vient en partie contre-balancer

le problème d'incohérence temporelle du monopole. Lorsque $n \geq 2$, les variables de première période ont un impact sur les quantités choisies par les firmes concurrentes en période 2. k a un impact stratégique comme dans le cas précédent, mais maintenant les q_{1i} et les ρ_i ont aussi un impact stratégique sur les q_{2j} . Les firmes ont deux motifs pour distordre ρ . Elles peuvent souhaiter le réduire pour atténuer leur problème d'engagement vis-à-vis des consommateurs, mais elles peuvent aussi souhaiter l'augmenter pour influencer la production future de leurs concurrentes. Généralement, ρ va dépendre de n même si $\delta c'_2(k) - \frac{\partial c_1^2}{\partial \rho \partial k} = 0$. Le résultat d'indépendance de Swan ne s'applique pas dans ce modèle. Comme dans le cas précédent, lorsque $\rho > 0$, k peut être plus élevé pour des valeurs faibles de n supérieures à 1 que pour $n = 1$. On peut donc de nouveau avoir une relation en U inversé entre k et n si $\rho > 0$. Pour $\rho = 0$, la relation est décroissante.

L'auteur présente ensuite différents exemples pour illustrer ses résultats précédents. Dans l'un des exemples, il montre qu'un monopole qui vend le bien peut choisir une valeur de k plus élevée qu'un monopole qui loue le bien. Si ρ est exogène, un monopole vendant le bien choisit k plus faible, car un coût marginal plus élevé l'aide à atténuer son problème d'incohérence temporelle. Rendre ρ endogène peut inverser la comparaison dans certains cas. Réduire ρ peut servir à atténuer le problème d'engagement temporel. Dès lors si ρ est faible, le monopole qui vend le bien va produire plus et donc il a intérêt à accroître k .

4.2 Amélioration de la qualité

4.2.1 Incohérence temporelle des choix de R&D

Waldman (1996a) avance qu'un monopole vendant un bien durable peut aussi présenter un problème d'incohérence temporelle dans ses décisions de R&D. Une fois qu'un produit a été vendu, le monopole a intérêt à essayer d'améliorer la qualité du produit afin de vendre une version améliorée aux consommateurs ayant déjà acheté le bien. Le lancement d'une version améliorée réduit la valeur du bien sur le marché de "seconde main" et donc pour ses détenteurs. Les consommateurs ont donc une disposition à payer plus faible s'ils anticipent qu'une version améliorée sera bientôt disponible. Le monopole présente donc un problème d'incohérence temporelle dans ses choix de R&D. *Ex ante*, il souhaite s'engager à ne pas faire de R&D ; mais, *ex post*, il souhaite en faire.

L'auteur illustre sa théorie par un exemple avant de présenter une généralisation.

Le modèle comprend deux périodes. Le monopole peut produire le bien avec un coût marginal constant $c = 17$. En première période, il produit un bien dont la qualité est égale à $V^L = 1$. En seconde période, la qualité augmente à $V^H = 3/2$ si le monopole réussit à innover. Elle reste égale à $V^L = 1$ si le monopole ne fait pas de R&D ou si le programme de R&D est un échec. Les consommateurs se partagent en deux groupes. Le groupe 1 comprend $n_1 = 110$ individus. L'utilité qu'ils retirent de l'utilisation du bien de qualité k pendant une période est égale à $\theta_1 V^k$, avec $\theta_1 = 10$. Le groupe 2 comprend $n_2 = 100$ individus. S'ils

consomment une unité du bien pendant une période, ils en retirent une satisfaction $\theta_2 V^k$, avec $\theta_2 = 18$. L'auteur pose $\frac{1}{1+r} = \frac{1}{2}$.

La chronologie du jeu est la suivante. A la période 1, le monopole choisit le prix de vente d'une unité de son bien. Il ne peut pas faire de discrimination entre les deux types de consommateurs. La durée du vie du bien vendu est de deux périodes. Après avoir observé le prix proposé, chacun des consommateurs choisit d'acheter ou non une unité du bien. La période 2 se décompose en 4 étapes. Lors de la première, le monopole choisit le niveau R de ses dépenses de R&D. Le monopole réussit à mettre au point la qualité V^H avec la probabilité $\mu(R)$ avec la probabilité complémentaire le programme de recherche échoue et le monopole continue de produire la qualité V^L . Lors de la deuxième étape, le monopole choisit son prix de vente. Lors de la troisième, chacun des consommateurs choisit d'acheter ou non une unité du bien. Lors de la quatrième étape, les consommateurs peuvent réaliser des échanges entre-eux sur un marché secondaire. Notamment si les consommateurs de type 2 ont acheté une unité du bien de qualité élevée, ils peuvent revendre l'unité du bien de qualité faible qu'ils possèdent éventuellement à un consommateur de type 1. Dans son exemple, l'auteur simplifie le mécanisme de R&D. Il suppose que le monopole peut innover s'il dépense 100.

L'auteur commence par analyser l'équilibre lorsque le monopole est capable de s'engager sur son choix de R&D dès le début du jeu, donc avant que les consommateurs ne prennent leur décision d'achat lors de la première période. Le monopole n'a jamais intérêt à produire des unités pour les vendre directement aux consommateurs du premier groupe. Leur évaluation du bien est trop faible par rapport à c . Le monopole choisit donc de vendre uniquement aux consommateurs de type 2. S'il s'engage à ne pas faire de R&D, il peut fixer un prix égal à $18 + \frac{1}{2}18 = 27$. Le profit total du monopole est égal à $(27 - 17) \times 100 = 1000$. Le monopole ne produit rien en seconde période. S'il s'engage à innover en période 2, les consommateurs de type 2 anticipent qu'ils achèteront une unité du bien de qualité V^H en période 2 à un prix $\frac{3}{2}18 - 18 + 10 = 19$ et qu'ils revendront l'unité de qualité V^L qu'ils ont achetée en première période sur le marché secondaire à un prix égal à $\theta_1 = 10$ à un consommateur de type 1. A la période 1, ils acceptent de payer $18 + \frac{1}{2}10 = 23$ pour acheter une unité du bien. Le profit intertemporel du monopole est égal à $(23 - 17) \times 100 + \frac{1}{2}[(19 - 17) \times 100 - 100] = 650$. Le monopole a donc intérêt à s'engager au début du jeu à ne pas faire de R&D en seconde période.

Si cet engagement n'est pas contraignant, il n'est pas crédible. Au début de la période 2, le monopole a intérêt à développer l'innovation. S'il ne le fait pas, il ne vend rien au cours de la période et gagne 0. S'il développe l'innovation, il obtient un profit additionnel de 100. Le problème du monopole est que ce comportement est anticipé par les consommateurs en période 1 et ces derniers réduisent le prix qu'ils sont disposés à payer pour une unité du bien. Le monopole souffre d'un problème d'incohérence temporelle qui réduit fortement son profit intertemporel.

L'auteur souligne que, dans cet exemple, il est socialement optimal que le monopole développe l'innovation à la seconde période. Le problème d'engagement réduit le profit du monopole, mais augmente le surplus

social.

L'auteur présente ensuite une analyse plus générale. Il conserve l'hypothèse $n_1 > n_2$ pour que l'équilibre sur le marché secondaire soit simple à résoudre et l'hypothèse que le monopole n'a jamais intérêt à vendre directement aux consommateurs de type 1. La probabilité de succès du projet de R&D est $\mu(R)$ et R est une variable continue. L'auteur montre que, lorsque le monopole peut s'engager dès le début du jeu sur la valeur de R , il choisit une valeur inférieure à la valeur socialement optimale. En revanche, si le monopole ne peut pas s'engager à l'avance sur la valeur de R , il réalise plus de dépenses de R&D et le niveau de ces dépenses de R&D correspond au niveau socialement optimal⁴².

L'auteur discute ensuite les équilibres du jeu lorsque le monopole peut louer le bien. Lorsque $\theta_1 > \theta_2/2$, le monopole se comporte comme un monopole pouvant s'engager à l'avance sur R . Il choisit le même niveau de R&D que dans le cas avec engagement. Si le projet de R&D est un succès, le monopole loue en période 2 des unités de qualité V^H aux consommateurs de type 2 et louent les unités de qualité V^L qui ont été produites à la période 1 à des consommateurs de type 1. Si $\theta_1 < \theta_2/2$, le comportement d'un monopole louant le bien est différent. En cas d'innovation, il loue en période 2 des unités de qualité V^H aux consommateurs de type 2 ; en revanche, les unités de qualité V^L produites en période 1 ne sont pas louées à des consommateurs de type 1. Elles sont retirées du marché. Cela permet de louer plus cher les unités de qualité élevée aux consommateurs de type 2. Le monopole ne peut pas discriminer les consommateurs autrement qu'en les incitant à s'auto-sélectionner. Retirer les unités de qualité faible du marché permet de supprimer la rente informationnelle des consommateurs de type 2. Lorsque le monopole peut louer le bien, il réalise un profit intertemporel plus élevé que lorsqu'il le vend, y compris s'il peut s'engager à l'avance sur R .

Continuum de types : Nahm (2004) reprend l'étude du modèle de Waldman (1996a), mais avec un continuum de types. θ_i est uniformément distribué sur $[0; 1]$. L'utilité d'un consommateur i utilisant une unité de qualité k pendant une période est égale à $\theta_i V_k$. Les autres hypothèses sont identiques à celles du modèle précédent. Passer à un continuum de consommateurs réintroduit la dynamique de prix d'un monopole vendant un bien durable même en l'absence d'innovation. Après avoir vendu à une partie des consommateurs en période 1, le monopole a intérêt à réduire son prix en période 2 pour vendre à de nouveaux consommateurs. Cet effet avait été éliminé du modèle précédent par l'hypothèse que θ_1 était suffisamment faible pour que le monopole ne souhaite jamais vendre des unités neuves à ce groupe de consommateurs. Avec un continuum de types de consommateurs, le monopole peut parfois avoir intérêt à produire simultanément les deux niveaux de qualité en période 2. Augmenter le nombre de types peut donc modifier la dynamique du modèle.

En l'absence d'innovation, on se retrouve dans la situation classique. Le monopole a intérêt, en période

⁴²L'auteur souligne cependant que les dépenses ne correspondent plus au niveau socialement optimal si le nombre de groupes distincts de consommateurs est supérieur à deux.

2, à vendre des unités du bien à certains des consommateurs qui n'ont pas acheté le bien en période 1. Si le programme de R&D de la firme a été couronné de succès et que le monopole est capable de produire une qualité plus élevée, on retrouve la situation étudiée par Fudenberg et Tirole (1998). Si la quantité vendue en période 1, q_1 , est inférieure à $\frac{c_H - c_L}{V_H - V_L} - \frac{c_L}{V_L}$, le monopole choisit de vendre des quantités positives des deux niveaux de qualité en période 2. Dans ce cas, le monopole continue de vendre la qualité faible et le prix d'équilibre de ce bien est identique à ce qu'il aurait été sans innovation. Si $q_1 > \frac{c_H}{V_H - V_L}$, le monopole intervient sur le marché d'occasion pour racheter des unités de qualité faible et les retirer du marché. Pour les valeurs intermédiaires de q_1 , le monopole ne produit plus de biens de qualité faible en seconde période, mais il n'intervient pas non plus sur le marché d'occasion pour en racheter. Dans ces deux derniers cas (rachat et pas d'intervention), le prix d'équilibre des unités de qualité faible est plus faible avec innovation que sans innovation. L'auteur se tourne ensuite vers le choix de R&D effectué par la firme au début de la seconde période. Si en cas d'innovation, le monopole continue de vendre la qualité faible alors le montant de R&D de la firme est indépendant de q_1 . En revanche, dans les deux autres cas, les dépenses de R&D choisies par la firme sont une fonction décroissante de q_1 . Après avoir complété la caractérisation des équilibres de la seconde période, l'auteur analyse les choix de la firme en période 1. Si, en période 2, on est dans le cas où le monopole continuera de vendre une quantité strictement positive d'unités de qualité faible même en cas d'innovation, le prix de seconde période de ce bien est indépendant des choix de R&D de la firme. La firme choisit le même niveau de R&D qu'elle puisse s'engager sur ce niveau en période 1 ou pas. La valeur de q_1 choisit en période 1 est indépendante du niveau de R&D. Les deux choix sont totalement déconnectés. Dans ce cas, la firme ne présente pas de problème d'incohérence temporelle en ce qui concerne ses choix de R&D. Mais, elle souffre toujours d'incohérence temporelle en ce qui concerne la production du bien en période 2. En revanche, dans les deux autres cas (rachat et pas d'intervention), on retrouve le problème d'incohérence temporelle des choix de R&D mis en évidence par Waldman. Au début de la période 1, la firme aimerait pouvoir s'engager sur un niveau de R&D plus faible que celui qu'elle choisira effectivement au début de la période 2 afin de vendre plus cher sa production de période 1. L'auteur fournit deux exemples numériques pour illustrer ses résultats. Dans le premier, le monopole continue de vendre le bien de qualité faible en cas d'innovation ; dans le second, le monopole rachète des unités de ce bien sur le marché d'occasion.

Dans la dernière section de son article, l'auteur revient sur le cas avec uniquement deux types de consommateurs. Si $c_L > \theta_L V_L$, on retrouve le cas traité par Waldman. Le monopole ne vend jamais d'unités neuves aux consommateurs de type θ_L . La dynamique de prix de Coase a été éliminée. Si $c_L < \theta_L V_L$, le monopole choisit de vendre le bien de qualité faible aux consommateurs de type θ_L en seconde période en l'absence d'innovation. La dynamique de Coase a été réintroduite. On retrouve alors une analyse similaire à celle du continuum de types. Pour certaines valeurs des paramètres, le monopole vend la qualité faible en seconde période même en cas d'innovation et pour d'autres valeurs le monopole rachète des unités de qualité faible sur le marché d'occasion en cas d'innovation. Le problème d'incohérence temporelle des choix de R&D

de la firme apparaît dans certains cas. Mais, pour d'autres cas, ce problème est absent.

4.2.2 Tendances à sous-investir

Lee et Lee (1998) étudient la politique de prix et les incitations à innover d'un monopole vendant un bien durable. Les auteurs étudient d'abord la politique de prix du monopole en considérant que l'innovation intervient de façon exogène. Ils étudient ensuite les incitations du monopole à investir pour améliorer le produit qu'il vend.

Le modèle comprend deux périodes. Lors de la première, le monopole ne peut produire que la version A du bien. Ce bien dure deux périodes et est produit avec un coût marginal constant $c = 0$. Les consommateurs sont de deux types. Le type H [L] retire une utilité V_A^H [V_A^L] de la consommation du bien A pendant une période. $V_A^H > V_A^L$. Chacun des groupes constitue un continuum, de mesure 1 pour le groupe H et de mesure μ pour le groupe L. A la seconde période, une version améliorée du bien (version B) devient disponible : $V_B^H > V_A^H$ et $V_B^L > V_A^L$. Si un consommateur a acheté une unité du bien à la première période, il peut continuer de l'utiliser en seconde période. En revanche, si ce consommateur achète une unité du bien B en seconde période, il ne peut pas revendre l'unité du bien A qu'il a achetée en période 1. Il n'y a pas de marché de seconde main dans ce modèle. La version B est produite avec le même coût unitaire $c = 0$ que la version A. Le monopole peut vendre simultanément les deux versions du bien en seconde période s'il le souhaite. Les auteurs posent $r = 0$ pour alléger les notations.

Lorsque l'innovation est exogène, le problème du monopole est de choisir la tarification et la gamme de produits proposée en seconde période qui lui permettent d'extraire le maximum de surplus des consommateurs. Le monopole peut faire de la discrimination par les prix. Il ne peut pas distinguer les deux types de consommateurs, mais il peut faire des offres qui incitent les deux types de consommateurs à s'auto-sélectionner. Le monopole peut aussi, en période 2, faire dépendre le prix d'achat de la version B de l'historique d'achat du consommateur. Concrètement, il peut proposer une réduction sur l'achat du bien B à un consommateur pouvant prouver qu'il a acheté le bien A en période 1 (en présentant sa facture ou le ticket de caisse). Le monopole doit donc choisir quatre prix : le prix de vente d'une unité du bien A en période 1 : p_1^A , le prix de vente du bien A en période 2 : p_2^A , le prix de vente du bien B en période 2 à un nouveau client : p_2^B , et le prix de vente du bien B en période 2 à un client ayant acheté le bien A en période 1 : p_2^U (U pour *Up-grade*).

Pour limiter le nombre de cas et se concentrer sur les cas les plus intéressants, les auteurs posent $V_A^H > (1 + \mu) V_A^L$ et $V_B^H - V_A^H > (1 + \mu) (V_B^L + V_A^L)$. La première hypothèse implique qu'en l'absence d'innovation, le monopole préfère ne vendre le bien qu'aux consommateurs de type H en première période. La seconde implique que si les deux groupes de consommateurs ont acheté le bien en période 1, le monopole ne vend la nouvelle version qu'aux consommateurs de type H en période 2. La firme a donc bien tendance à se comporter comme un monopole en restreignant les quantités vendues.

En l'absence d'innovation, le monopole vend le bien aux consommateurs de type H en période 1 et aux consommateurs de type L en période 2. $p_2^A = V_A^L$ et p_1^A doit inciter les consommateurs de type H à acheter dès la période 1 : $2V_A^H - p_1^A \geq V_A^H - p_2^A$. On en déduit : $p_1^A = V_A^H + V_A^L$. Les consommateurs de type L obtiennent un surplus nul et les consommateurs de type H obtiennent un surplus égal à $V_A^H - V_A^L$.

Si le monopole pouvait louer le bien, il le louerait uniquement aux consommateurs de type H à un prix V_A^H en période 1 et un prix V_B^H en période 2.

La résolution du jeu lorsque l'innovation est exogène fait apparaître 3 types d'équilibres.

(1) Si $V_B^H - V_A^H \leq V_B^L$, le monopole vend le bien A aux consommateurs de type H en période 1 et le bien B à l'ensemble des consommateurs en période 2. Il choisit $p_2^B = V_B^L$, $p_2^U = V_B^H - V_A^H$ et $p_1^A = 2V_A^H - (V_B^H - V_B^L)$.

(2) Si $(1 + \mu) V_B^L - \mu V_A^L > V_B^H - V_A^H > V_B^L$, le monopole vend le bien A aux consommateurs H en période 1, puis le bien B à l'ensemble des consommateurs en période 2. Il fixe les prix $p_2^B = p_2^U = V_B^L$ et $p_1^A = V_A^H$.

(3) Si $V_B^H - V_A^H > (1 + \mu) V_B^L - \mu V_A^L$, le monopole vend aux consommateurs de type H le bien A en période 1, puis le bien B en période 2. Aux consommateurs de type L, la firme vend une unité du bien A en période 2. Les prix sont $p_2^A = V_A^L$, $p_2^U = V_B^H - V_A^H$ et $p_1^A = V_A^H + V_A^L$.

Les auteurs rendent ensuite l'innovation endogène. Au début du jeu (donc avant le début de la période 1), le monopole choisit de payer F pour pouvoir produire la version B en période 2 ou de ne pas réaliser cet investissement et de produire uniquement la version A pendant les deux périodes. L'auteur compare la valeur de F au-dessous de laquelle le monopole choisit d'investir et celle au-dessous de laquelle un planificateur cherchant à maximiser le surplus social investirait.

La comparaison dépend de la nature de l'équilibre obtenu en cas d'innovation.

Dans le cas (1), il existe une zone où le monopole n'investit pas alors qu'il serait socialement optimal de développer l'innovation.

Dans le cas (2), il existe aussi une zone où le monopole n'investit pas alors qu'un planificateur innoverait.

Dans le cas (3), le monopole et le planificateur font toujours les mêmes choix.

Le monopole n'investit donc jamais plus qu'il n'est socialement optimal⁴³. En revanche, il existe des cas où le monopole investit trop peu.

⁴³Le titre de l'article est donc un peu trompeur. Le résultat est l'inverse de ce que le titre laissait présager. On peut aussi noter que dans leur revue de la littérature, les auteurs attribuent à Waldman (1993) et Choi (1994) une problématique portant sur la durabilité du bien qui ne me semble pas celle qu'ils traitent.

4.3 Obsolescence des biens et vitesse de l'innovation

4.3.1 La durabilité des biens peut bloquer le progrès technique

Fishman, Gandal et Shy (1993) présentent un modèle avec générations imbriquées dans lequel la production de biens durables peut bloquer l'innovation. L'obsolescence programmée apparaît comme un moteur du progrès technique.

Le modèle est un modèle avec générations imbriquées. Les consommateurs vivent deux périodes. A chaque période, le modèle comprend donc deux cohortes. Une cohorte de "vieux", qui étaient déjà présents à la période précédente et qui vont disparaître à la fin de la période, et une cohorte de "jeunes", qui viennent d'apparaître et qui seront encore là à la période suivante. Chaque consommateur retire une utilité $\lambda^i v$ de l'utilisation pendant une période d'une unité d'un bien de génération i . $\lambda > 1$ représente la vitesse du progrès technique. Le marché comprend un grand nombre de firmes qui sont capables de produire le bien correspondant à la technologie actuelle. Ces firmes peuvent choisir de produire des biens durant une seule période, à un coût unitaire c^{ND} , ou des biens durant deux périodes, à un coût unitaire c^D . Les auteurs supposent que $c^D < 2c^{ND}$. Il y a donc des "économies d'échelle" dans la durabilité des biens. A chaque période, une firme choisie au hasard a l'opportunité d'innover. En payant un coût fixe F , cette firme accède à la génération suivante du bien ($i+1$) et elle obtient un monopole sur la production de ce bien pendant cette période. Dès la période suivante, la technologie de production de cette génération du bien tombe dans le domaine public (si elle a été développée) et toutes les firmes deviennent capables de produire cette génération du bien. Si la firme développe l'innovation, elle peut elle-aussi produire un bien durant une période ou un bien durant deux périodes (mais pas les deux à la fois) aux mêmes coûts que les autres firmes. Si des consommateurs "vieux" achètent un bien durant deux périodes, ils n'ont pas la possibilité de le léguer. Ce bien ne sera donc utilisé qu'une seule période. Les auteurs font l'hypothèse que $(\lambda - 1)v > 2c^{ND} - c^D$. Les gains du progrès technique sont plus importants que les économies pouvant être réalisées en produisant des biens durant plus longtemps.

Le modèle admet deux types d'équilibres. Si $F \leq 2(\lambda - 1)v$, il existe un équilibre stationnaire où les firmes produisent des biens ne durant qu'une seule période et une nouvelle génération du bien est développée à chaque période. A chaque période, la firme qui a l'opportunité de développer une nouvelle génération du bien le fait et elle vend un bien non durable aux deux cohortes existantes. Si $F \geq \max\{(\lambda - 1)v + 2c^{ND} - c^D, 2(\lambda - 1)v - 2c^{ND}\}$, il existe un équilibre avec stagnation. La firme qui a l'opportunité de développer une nouvelle génération du bien choisit de ne pas le faire. Les autres firmes produisent des biens de la génération disponible et durant deux périodes. Le progrès technique est totalement bloqué.

Pour les valeurs intermédiaires de F , les deux équilibres peuvent coexister. Si les firmes ont produit

des biens non durables à la période précédente, la firme qui a l'opportunité d'innover développe la nouvelle génération du bien et la vend aux deux cohortes de consommateurs à un prix $\lambda^i v - (\lambda^{i-1} v - c^{ND})$. Le premier terme représente l'utilité retirée du bien. Le second terme correspond à l'utilité obtenue en achetant une unité du bien de la génération précédente au prix concurrentiel. Si les firmes ont vendu des biens durables à la période précédente, la situation est moins favorable pour la firme susceptible d'innover. Les "vieux" disposent encore d'une unité du bien de la génération précédente en état de marche. La firme doit leur proposer un prix faible si elle veut les convaincre d'acheter une unité du bien de nouvelle génération. Le développement de l'innovation est moins rentable s'il existe un stock de bien de l'ancienne génération. La firme va donc renoncer à développer l'innovation si F est intermédiaire et s'il persiste des biens de l'ancienne génération en état de marche. Les consommateurs ont un comportement autoréalisateur. Si les jeunes pensent qu'aucune innovation ne sera réalisée à la période suivante, ils préfèrent acheter des unités du bien durant deux périodes (bloquant ainsi la possibilité d'innovation à la période suivante). À l'opposé, s'ils pensent qu'une innovation va être développée à la période suivante, ils préfèrent acheter une unité d'un bien ne durant qu'une seule période (permettant à l'innovation d'être rentable à la période suivante).

Dans ce modèle, pour les valeurs intermédiaires de F , la production de bien non durable est une condition nécessaire pour que le progrès technique soit régulier. La production de bien durable permet une réduction des coûts de production, mais entraîne un blocage du progrès technique. L'obsolescence programmée est une condition nécessaire du progrès technique pour les valeurs intermédiaires de F .

4.3.2 Vitesse de l'innovation et obsolescence programmée

Fishman et Rob (2000) étudient une problématique assez similaire, mais avec une structure de marché différente. Le bien est produit par une firme en situation de monopole. Les consommateurs ont un horizon de vie infini.

Un bien de qualité v génère une satisfaction v par période au consommateur qui l'utilise. Le monopole peut améliorer la qualité du bien qu'il produit en investissant de l'argent et du temps. Si le monopole dépense un flux x en R&D pendant un temps t , il est capable d'augmenter la qualité du bien de v à $v + g(x, t)$. $g(\cdot)$ est une fonction concave de ses deux arguments. Pour produire effectivement la nouvelle qualité, le monopole doit transformer ses sites de production. Cette transformation occasionne un coût fixe F . La production se fait ensuite avec un coût marginal constant $c = 0$. Une fois l'innovation incorporée dans les unités produites, la firme peut se lancer dans un nouveau projet d'innovation. Elle choisit de nouveau les valeurs de x et de t . Les différentes innovations sont cumulatives : après deux innovations, la qualité du bien est égale à $v + g(x_1, t_1) + g(x_2, t_2)$. Le monopole peut innover aussi souvent qu'il le souhaite. Les unités produites ont une durée de vie infinie, sauf si la firme choisit de délibérément la raccourcir.

Les auteurs commencent par calculer l'optimum social. Les hypothèses du modèle ont été choisies pour

que les efforts d'innovation soient stationnaires. Les valeurs de x et de t sont constantes au cours du temps et les innovations sont implémentées de façon régulière. Les auteurs supposent que les facteurs x et t sont des substituts ou ne sont que faiblement complémentaires. La valeur optimale de x est donc une fonction décroissante de t et la valeur optimale de t est une fonction décroissante de x .

Les auteurs étudient ensuite les choix effectués par un monopole cherchant à maximiser ses profits. Ils commencent par analyser le cas où le monopole loue les unités du bien durable. Le monopole loue le bien à un prix v à chaque période. Le monopole est capable d'extraire la totalité du surplus des consommateurs. Le monopole étant capable de s'approprier la totalité du surplus social, il a intérêt à maximiser le surplus social. Le rythme d'innovation d'un monopole louant le bien durable est socialement optimal. Les auteurs analysent ensuite le cas où le monopole vend le bien. Ils commencent par supposer que les unités du bien durable ont une durée de vie infinie et que le monopole ne peut pas proposer des prix différents en fonction de l'historique d'achat des consommateurs. Notamment, le monopole ne peut pas proposer des prix différents selon que le consommateur possède ou non une unité de la génération précédente du bien. La disposition à payer des consommateurs pour une unité de la nouvelle génération du bien est égal au flux actualisé de $g(x, t)$ entre la date d'achat de l'unité et la date anticipée d'achat d'une unité de la génération suivante. Les consommateurs ne sont prêts à payer que pour l'amélioration $g(x, t)$ du bien et pas pour v , puisqu'ils peuvent obtenir v en conservant leur unité actuelle du bien. Le monopole fait donc face à la concurrence des unités des générations antérieures déjà vendues et il ne peut obtenir des consommateurs qu'une somme correspondant à l'augmentation de la qualité du bien. Le monopole est incapable d'obtenir la totalité du surplus social générée par chacune de ses innovations. Notamment lorsqu'il lancera l'innovation suivante, il pourra faire payer l'amélioration de la qualité incorporée dans cette nouvelle génération du bien, mais il perdra la possibilité de faire payer pour l'amélioration de la qualité incorporée dans les générations précédentes. Les consommateurs paient pour chaque amélioration le temps séparant deux innovations, alors qu'ils bénéficient de ces améliorations indéfiniment. Le monopole lorsqu'il est contraint de vendre le bien ne parvient pas à capter l'intégralité du surplus social généré par ses innovations. Le monopole choisit donc de réduire x et d'augmenter t par rapport à l'optimum social. Les dépenses de R&D du monopole sont inférieures à celles socialement optimales et la fréquence des innovations est plus faible que celle socialement optimale.

Si le monopole peut faire dépendre le prix d'achat des nouvelles générations du bien de l'historique d'achat des consommateurs, il peut de nouveau capter l'intégralité du surplus social. La nouvelle génération du bien est vendue à un prix égal au surplus social qu'elle génère entre la date d'achat et l'infini et le monopole déduit de cette somme le surplus social qui serait généré par le bien déjà en la possession du consommateur s'il le conservait. On obtient la même chose si le bien déjà en la possession d'un consommateur est repris (*buy back*) par le monopole lors de l'achat d'une unité plus récente. Le monopole pouvant capter l'intégralité la totalité du surplus social, il choisit de nouveau les valeurs socialement optimales de x et t .

Le monopole peut aussi répliquer le comportement d'un monopole louant le bien en réduisant la durée de vie des unités du bien. Le monopole choisit une durée de vie exactement égale au temps s'écoulant entre deux innovations. Lorsqu'une innovation est introduite, le monopole peut vendre de nouvelles unités du bien à un prix égal au surplus social qu'elles génèrent car les consommateurs ne possèdent plus le bien, puisque l'unité qu'ils possédaient vient de "rendre l'âme". L'obsolescence planifiée permet de restaurer les incitations optimales à innover du monopole. Une intervention des pouvoirs publics visant à augmenter la durée de vie des unités du bien aurait, dans ce modèle, pour effet de ralentir le rythme du progrès technologique et de réduire le surplus social.

4.4 Timing d'introduction des nouveaux produits

Kristiansen (2006) étudie les incitations d'un acheteur potentiel à retarder l'achat d'une unité d'un bien durable en attendant l'introduction de nouveaux biens en phase de développement et les incitations des firmes à accélérer le développement de leurs produits pour tenter de devancer leurs concurrentes.

Le modèle comprend deux firmes produisant un bien durable et deux acheteurs. La chronologie du jeu se décompose en 3 périodes. Lors de la première chacune des firmes choisit la date d'introduction du produit qu'elle est en train de développer. Le coût d'introduction du produit à la période 3 est normalisé à 0. Une firme peut choisir d'accélérer le développement de son produit et de l'introduire dès la période 2. L'accélération du développement du produit engendre une augmentation des coûts de R&D égale à K . Le premier acheteur entre sur le marché au début de la période 2. Il peut acheter une unité du bien durable si au moins l'une des firmes a déjà lancé son produit ou il peut attendre la période 3 si au moins un bien est encore en cours de développement. Le second acheteur n'entre sur le marché qu'au début de la période 3. Les firmes se livrent alors une concurrence en prix pour attirer cet acheteur et le premier si ce dernier n'a pas acheté le bien en période 2. Un acheteur retire une satisfaction V_k de l'utilisation en période 3 d'une unité du bien durable produit par la firme k . V_k est une variable aléatoire tirée aléatoire dans l'intervalle $[\underline{V}, \overline{V}]$. Les acheteurs ne peuvent observer la valeur de V_k qu'après que la firme k a introduit son produit. Si le premier acheteur a acheté une unité du bien durable dès la période 2 sa satisfaction augmente à λV_k avec $\lambda > 1$ du fait de pouvoir utiliser le bien plus longtemps. Les tirages des deux V_k sont indépendants et ils ne sont pas influencés par le timing d'introduction des produits. Le coût de production d'une unité du bien, c , est identique pour les deux firmes et indépendant de V_k . L'auteur suppose $c < \underline{V}$. Les deux acheteurs potentiels achètent donc toujours une unité du bien à l'équilibre.

Si les deux firmes entrent à la même date, elles se livrent une concurrence en prix et celle ayant le V_k le plus élevé vend une unité du bien à chacun des deux acheteurs. La firme réalise une marge égale à la satisfaction supplémentaire obtenu par les consommateurs lorsqu'ils achètent son bien plutôt que celui de sa concurrente. Si les firmes entrent à des dates différentes, l'auteur montre que l'acheteur 1 achète toujours

le bien dès la période 2. Cet acheteur prend en compte l'utilité supplémentaire qu'il obtient en achetant le bien plus tôt, la qualité du bien proposé, la qualité espérée du bien qui sera introduit à la date 3, l'espérance de prix à la date 3 et le prix actuellement proposé par la firme déjà présente sur le marché. La firme déjà présente sur le marché a toujours intérêt à proposer un prix suffisamment faible pour que l'acheteur potentiel déjà présent préfère acheter immédiatement à attendre. L'auteur souligne que la concurrence en prix entre les deux firmes devient asymétrique si elles entrent à des dates différentes. La firme déjà présente peut proposer une réduction de prix immédiate tandis que la firme qui n'entrera qu'à la période suivante est incapable de s'engager sur une réduction de prix lors de la période suivante. Une firme obtient donc un avantage stratégique si elle entre plus tôt que sa concurrente sur le marché. Si K est faible, les deux firmes lancent leur produit dès la période 2.

Si K est élevé, les deux firmes attendent la période 3 pour lancer leur produit. Pour les valeurs de K intermédiaires, on peut avoir des équilibres asymétriques où l'une des firmes entrent avant l'autre ou la coexistence de deux équilibres où les deux firmes entrent simultanément à la période 2 ou à la période 3.

L'auteur détermine ensuite le timing d'introduction des produits socialement efficient. En comparant ces timings et les équilibres du jeu, il observe que s'il existe une différence entre les deux, alors le timing d'équilibre est plus précoce que le timing efficient. Le désir des firmes de pré-empter leur concurrente peut conduire à une introduction trop précoce de l'un ou des deux produits. Une introduction plus rapide des biens permet d'augmenter la satisfaction (brute) du premier acheteur qui obtient le bien plus tôt, mais cette introduction génère des coûts additionnels de R&D. En outre, si les deux biens ne sont pas introduits à la même date, le premier acheteur peut acheter un bien avec une qualité V_k plus faible que celle du bien introduit ultérieurement. La source de l'inefficience du timing d'équilibre est que le premier acheteur et la première firme à entrer sur le marché ne prennent pas en compte le fait qu'en négociant la vente du bien dès la période 2, ils infligent une externalité négative à la firme qui va entrer sur le marché plus tard⁴⁴.

Si le coût d'introduction du produit à la période 3 est positif (et plus normalisé à 0), l'entrée précoce d'une firme à la période 2 peut dissuader l'entrée de sa concurrente à la période 3.

5 Gamme de produits

Quelques études ont introduit la possibilité pour une firme de proposer simultanément plusieurs produits ou plusieurs niveaux de qualité. Cette possibilité supplémentaire accroît la capacité des firmes à discriminer entre les différents types de consommateurs.

⁴⁴Le mécanisme du modèle est assez similaire à celui des modèles de négociation d'un contrat d'exclusivité avant l'arrivée d'une entrant potentiel.

5.1 Ligne de produits

Kühn et Padilla (1996) explorent la situation où le monopole vend non seulement un bien durable (x), mais aussi un bien non-durable (y), qui peut être un substitut ou un complément du premier.

Le modèle est en temps continu avec un horizon infini. Le côté demande est un consommateur représentatif avec une fonction d'utilité quadratique. Le bien x a une durée de vie infinie. Le bien y disparaît dès qu'il est consommé. La production de bien x vient augmenter le stock existant de ce bien tandis que la production de bien y correspond à un flux de services rendus aux consommateurs. Les auteurs ont supposé que les deux biens avaient le même coût de production pour le flux de services qu'ils rendent. Ils posent donc $rc_x = c_y$ où r est le taux d'actualisation. La fonction d'utilité étant quadratique, les fonctions de demande inverse pour les services rendus par les deux types de bien sont linéaires. Le temps est divisé en intervalle de durée Δ . Au début de chacun de ces intervalles, la firme choisit la quantité de bien x qu'elle souhaite vendre pendant cet intervalle ainsi que le flux de bien y qu'elle va proposer (durant cet intervalle). Le monopole n'est pas capable de s'engager sur ses flux de production futurs.

Les auteurs prennent comme point de référence la solution obtenue lorsque le bien durable est fourni par un monopole et le bien non durable est produit par une industrie concurrentielle. Le bien non durable est alors vendu à un prix égal à son coût marginal. La conjecture de Coase s'impose au monopole vendant le bien durable. Lorsque Δ tend vers 0, le prix du bien durable tend vers son coût marginal de production. Le pouvoir de monopole est éliminé par la concurrence intertemporelle que le monopole vendant le bien durable se livre à lui même. La conjecture de Coase s'applique encore lorsque les deux biens sont vendus par des monopoles indépendants. Celui vendant le bien durable, le vend à un prix égal à son coût unitaire de production lorsque Δ tend vers 0. Celui vendant le bien non durable peut, en revanche, utiliser son pouvoir de monopole pour réduire la quantité de bien y offerte et augmenter son prix de vente.

En revanche, la conjecture de Coase ne s'applique plus lorsqu'une même firme détient le monopole de la production des deux biens. Lorsque les biens sont substituables, une augmentation du stock du bien durable réduit la demande future pour le bien non durable. Le monopole internalise cette externalité et réduit le stock de bien durable pour pouvoir vendre plus cher le bien non durable. Le consommateur anticipe ce comportement du monopole et il ne s'attend plus à ce que le stock de bien durable converge rapidement vers le stock obtenu avec une industrie concurrentielle. Le monopole est capable d'étendre en partie son pouvoir de marché du bien non durable vers le bien durable. Si les deux biens sont des substituts parfaits, la firme arrive à répliquer la solution choisie par un monopole pouvant s'engager à l'avance sur sa politique de production future.

Lorsque les deux biens sont complémentaires, la dynamique du modèle est différente. Augmenter le stock de bien durable permet d'augmenter la demande pour le bien non durable. L'intuition derrière la conjecture

de Coase continue de s'appliquer. Le monopole ne peut pas convaincre d'acheter le bien durable à un prix supérieur à son coût marginal, car le consommateur s'attend à ce que le monopole propose rapidement le bien durable à un prix plus faible. En fait, le monopole a intérêt à aller plus loin. Il ne propose pas le bien durable à un prix égal à son coût marginal, mais à un prix inférieur à son coût marginal. Augmenter le stock de bien durable au delà du stock concurrentiel permet au monopole de vendre plus cher le bien non durable. Il a donc intérêt à le faire lorsque Δ devient faible.

Les auteurs s'intéressent ensuite aux incitations qu'a un monopole produisant initialement un seul des deux biens à étendre sa ligne de produits en introduisant le second bien. Ils commencent par supposer qu'initialement le monopole produit uniquement le bien non durable. Les auteurs comparent les incitations à produire le bien durable lorsqu'il doit être vendu (et donc il n'est pas possible de s'engager sur les niveaux de production futurs) et lorsqu'il peut être loué. Les auteurs trouvent que les incitations à introduire le bien durable sont toujours plus fortes lorsqu'il peut être loué que lorsqu'il peut être vendu. Donc, même si la présence du bien non durable permet d'éviter la convergence du prix du bien durable vers son coût marginal, elle n'empêche pas qu'une partie du surplus additionnel généré soit transféré vers les consommateurs. Lorsque Δ tend vers 0, les incitations à introduire le bien durable tendent vers 0. Ce qui signifie que même si le monopole arrive à vendre le bien durable à un prix supérieur à son coût marginal, les profits réalisés sur ce marché ne sont pas de nouveaux profits, mais des profits transférés de l'autre bien vers le bien durable. Lorsque les biens sont des compléments, les profits additionnels générés sur le marché du bien non durables sont dilapidés sur le marché du bien durable, qui est vendu à un prix inférieur à son coût marginal, lorsque Δ tend vers 0.

Les auteurs supposent ensuite qu'initialement le monopole ne produit que le bien durable. Lorsque les biens sont des substituts, le monopole a plus d'incitations à développer le bien non durable que si initialement il ne produisant aucun des deux biens. En revanche, il en a moins si les biens sont des compléments. Dans ce dernier cas, l'introduction du bien non durable va faire baisser le prix du bien durable. Il est possible de construire des exemples où lorsque les biens sont substituables, le bien non durable est introduit lorsque le bien durable est vendu, mais pas lorsqu'il est loué. Avec des biens complémentaires, on peut avoir l'inverse.

Les auteurs s'intéressent ensuite aux situations où une firme est en position de monopole sur le marché du bien durable et n firmes se font concurrence sur le marché du bien non durable. Si initialement aucune firme n'est présente sur le marché du bien durable, une firme peut avoir intérêt à entrer sur ce segment si les biens sont substituables. Entrer sur le marché du bien durable est équivalent à prendre le rôle de leader de Stackelberg. La durabilité du bien permet de s'engager sur une production élevée et réduit la production de biens non durables par les autres firmes dans le futur. L'entrée du producteur de biens durables sur le marché du bien non durable augmente la concurrence sur ce dernier. Le prix plus faible sur le marché non durable peut précipiter la baisse du prix sur le marché du bien durable lorsque les biens sont des substituts.

5.2 Plusieurs qualités

5.2.1 Réduire les ventes futures pour résoudre le problème d'engagement

Takeyama (2002) introduit la possibilité pour le monopole vendant le bien durable de proposer simultanément deux niveaux de qualité.

Le modèle comprend deux périodes et deux types de consommateurs. Les deux types de consommateurs sont présents dès le début du jeu. Un consommateur de type i retire une utilité :

$$U(\theta_i, s_j) = \begin{cases} \theta_i s_j - \frac{1}{2} s_j^2 & \text{si } s_j \leq \theta_i \\ \frac{1}{2} \theta_i^2 & \text{si } s_j > \theta_i \end{cases}$$

de l'utilisation d'une unité d'un bien de qualité s_j pendant une période. $i = H, L$ avec $\theta_H > \theta_L$. γ indique la proportion de consommateurs de type H. Le nombre total de consommateurs est normalisé à 1. En période 1, le monopole peut produire deux niveaux de qualité différents : $s_H > s_L$. Les valeurs de ces deux niveaux sont choisies par le monopole. Les deux niveaux de qualité sont produits avec un coût marginal $c = 0$ et un coût fixe f . Le coût fixe f n'est payé qu'une fois, même si le monopole produit deux versions du bien avec des qualités différentes. En seconde période, le monopole ne vend pas de nouvelles unités du bien, mais peut proposer de réhausser la qualité d'une unité de qualité s_L pour lui faire atteindre une qualité s_H (*up-grading*). Ces *kits* permettant d'améliorer la qualité du bien sont produits à un coût marginal nul, mais génèrent un coût fixe $u \leq f$.

L'auteur commence par supposer que le monopole est capable de s'engager à ne pas proposer la possibilité d'améliorer la qualité du bien en seconde période. Le modèle ressemble alors au problème étudié par Mussa et Rosen (1978). La firme propose le niveau de qualité s_H optimal et une qualité s_L trop faible. Le monopole introduit une distorsion sur la valeur de s_L pour réduire la rente informationnelle qu'il doit abandonner aux consommateurs de type H pour les inciter à révéler leur type. Si $\lambda > \theta_L/\theta_H$, le monopole choisit de ne pas vendre aux consommateurs de type L et propose uniquement la qualité s_H aux consommateurs de type H dont elle extrait tout le surplus.

L'auteur suppose ensuite que le monopole n'est pas capable de s'engager à ne pas proposer la possibilité d'améliorer la qualité du bien en seconde période. Il ne peut pas non plus s'engager à ne pas améliorer la qualité de 0 à s_H . Ce qui signifie qu'il ne peut pas s'engager à vendre des unités de qualité s_H en période 2 à des consommateurs qui n'ont pas acheté en période 1.

L'auteur commence par traiter le cas où $\lambda > \theta_L/\theta_H$. Dans ce cas, la qualité faible n'est pas offerte dans le jeu statique. En dynamique, on retrouve le problème traditionnel d'engagement du monopole. Il ne peut pas s'engager à ne pas vendre en période 2 des unités du bien aux consommateurs n'ayant pas acheté en période 1. Les consommateurs en période 1 demandent donc une réduction du prix pour les inciter à ne pas reporter leur décision d'achat jusqu'à la période 2. L'auteur montre que le monopole peut parfois éliminer

ce problème en proposant aussi la qualité faible en période 1. Si le monopole vend aussi la qualité faible en période 1, il augmente les ventes totales du bien. En période 2, il y a maintenant des consommateurs qui sont prêts à payer pour augmenter la qualité du bien de s_L à s_H ; en revanche, il y a moins de consommateurs qui n'ont pas acheté le bien et qui sont prêts à payer (plus cher) pour passer d'une qualité 0 (pas d'achat) à une qualité s_H . En vendant la qualité faible en première période, la firme réduit la disposition à payer des consommateurs pour obtenir s_H en période 2. Dans certains cas, elle peut la réduire suffisamment pour que son profit potentiel passe en dessous du coût fixe u . Dans ce cas, vendre la qualité faible en période 1 permet à la firme de s'engager de façon crédible à ne pas être active en période 2. Le monopole a donc le choix entre introduire la qualité faible en période 1 et où vendre la qualité élevée en période 2. Les deux stratégies érodent sa possibilité de capter une part importante du surplus des consommateurs de type H en période 1. Pour certaines valeurs des paramètres, la firme choisit d'introduire la qualité faible en période 1 pour s'engager à ne pas être présente en période 2 et éliminer ainsi son problème d'engagement temporel.

L'auteur traite ensuite le cas où $\lambda < \theta_L/\theta_H$. Dans ce cas, le monopole propose déjà la qualité faible dans le cas où il peut s'engager à ne pas vendre d'amélioration en seconde période. Si les ventes de période 1 sont suffisantes pour que le marché potentiel de la seconde période ne permette pas de couvrir le coût fixe u , le monopole sans possibilité d'engagement suit la même stratégie que le monopole avec engagement. Etre présent en seconde période n'est pas rentable, le monopole n'a donc pas besoin de s'y engager. Si le monopole a intérêt à être présent en seconde période avec la stratégie précédente, les consommateurs sont capables de l'anticiper. Cette anticipation réduit leur disposition à payer en période 1. Le monopole a cependant la possibilité de rendre sa présence en période 2 non rentable en modifiant sa stratégie de période 1. Notamment, il peut augmenter s_L pour réduire la disposition à payer des consommateurs pour une amélioration du bien en seconde période. L'absence de possibilité d'engagement du monopole sur sa stratégie de période 2 peut le pousser à produire une qualité faible plus élevée en période 1.

Dans les deux cas, la qualité faible cannibalise une partie des ventes potentielles de la qualité élevée en période 1 ce qui réduit le profit du monopole, mais parallèlement, les ventes de la qualité faibles cannibalisent aussi les ventes potentielles de la qualité élevée en période 2 et cela peut augmenter le profit du monopole, si cet effet est suffisamment important pour supprimer le problème d'incohérence temporelle du monopole.

L'auteur avance qu'il est possible d'imaginer des exemples où en période 1 la qualité faible est vendue à un prix inférieur à son coût unitaire de production afin d'accroître sa demande et de réduire la demande future de bien de qualité élevée. De même, une firme pourrait avoir intérêt à laisser circuler des versions pirates (de qualité s_L) du bien qu'elle produit pour réduire la demande future de biens et augmenter le prix de période 1 de la version originale du bien (de qualité s_H).

5.2.2 Biens dégradés (*damaged goods*)

Hahn (2006) considère la possibilité pour un monopole vendant un bien durable d'introduire une version dégradée du bien comme dans le modèle (statique) de Deneckere et McAfee (1996)⁴⁵.

Le monopole produit donc un bien dont la qualité est s_H à un coût unitaire c_H . Le monopole peut aussi produire une version dégradée du même bien, dont la qualité est plus faible : $s_L < s_H$, à un coût unitaire $c_L = c_H \equiv c$. Les deux niveaux de qualité sont exogènes. Le modèle comprend deux types de consommateurs. Les consommateurs de type H retirent une utilité actualisée v_H de l'achat d'une unité du bien de qualité s_H et une utilité u_H de l'achat d'une unité de la version dégradée du bien. Le bien a une durée de vie infinie ; une fois achetée l'unité est utilisée à chaque période jusqu'à l'infini. Il n'y a pas de marché d'occasion. Il n'y a pas non plus de possibilité d'*up-grade* du bien. Si un consommateur achète une unité dégradée, il ne peut plus acquérir une unité de bonne qualité. Les consommateurs de type L retirent une utilité v_L et une utilité u_L des achats respectifs d'une unité de bonne qualité et d'une unité dégradée. L'auteur suppose $v_H - u_H > v_L - u_L > 0$ et $u_L > c$. Le nombre total de consommateurs est égal à 1 et la proportion de consommateurs de type H est égale à μ . L'auteur suppose $\mu > v_L/v_H$. Le modèle est en temps discret avec un horizon infini.

L'auteur commence par supposer que le monopole peut s'engager sur sa tarification future. Le modèle est alors équivalent au modèle statique de Deneckere et McAfee. Si $\frac{u_L - c}{u_H - c} < \mu$, le monopole choisit de ne vendre que le bien de qualité élevée. Il ne le vend qu'aux consommateurs de type H, dont il extrait la totalité du surplus. Si $\frac{u_L - c}{u_H - c} > \mu$, le monopole propose simultanément les deux niveaux de qualité. La qualité faible est vendue aux consommateurs de type L à un prix $p_L = u_L$ tandis que la qualité élevée est vendue aux consommateurs de type H à un prix $p_H = v_H - (u_H - u_L)$. Les consommateurs de type H obtiennent une rente informationnelle égale à $u_H - u_L$. Comme dans Deneckere et McAfee, l'introduction de la qualité dégradée permet une amélioration au sens de Pareto.

L'auteur étudie ensuite le cas où le monopole est incapable de s'engager sur sa tarification future. L'auteur identifie trois types d'équilibres différents.

Si $\frac{u_L - c}{u_H - c} \geq \mu > \frac{v_L}{v_H}$, l'équilibre a la même forme que dans le jeu statique. Le monopole offre les deux niveaux de qualité dès la période 1 et les deux types de consommateurs s'auto-sélectionnent sur l'offre prévue pour eux. Les consommateurs de type L s'attendent à ne jamais recevoir d'offre qui leur laisserait un surplus positif. Ils sont donc prêts à accepter l'offre initiale (qui leur laisse un surplus nul), car ils n'attendent pas mieux. Les consommateurs de type L achetant dès la première période, ils ne sont plus présents aux périodes suivantes. Le monopole n'est donc pas incité à baisser son prix lors des périodes suivantes. Les consommateurs de type H n'ont donc pas d'incitations à attendre. L'offre ne s'améliorera pas et au contraire

⁴⁵Voir chapitre sur la différenciation verticale.

les consommateurs de type L ayant disparu le monopole risque d'augmenter son prix pour la qualité élevée s'il reste des consommateurs n'ayant pas acheté au delà de la période 1. Tous les consommateurs achètent dès la période 1. La qualité faible permet de "retirer" les consommateurs L de la demande future et d'éliminer la dynamique habituelle de baisse du prix au cours du temps.

Si $\mu > \frac{v_L}{v_H} \geq \frac{u_L - c}{u_H - c}$, le monopole n'introduit jamais la qualité faible. Il ne propose que la qualité élevée à chaque période. Le prix décroît au cours du temps. A la période n , le prix est égal à $v_H - \delta^n (v_H - v_L)$. Les consommateurs achètent le bien progressivement.

Enfin, si $\mu > \frac{u_L - c}{u_H - c} > \frac{v_L}{v_H}$, le monopole commence par ne proposer que la qualité élevée avec un prix qui décroît dans le temps et donné par $v_H - \delta^{n-1} (u_H - u_L)$. Certains consommateurs de type H achètent le bien. Après quelques périodes, la proportion de consommateurs de type H a suffisamment diminué pour qu'on se retrouve dans le cas du premier type d'équilibre. Le monopole introduit la qualité faible au prix u_L tout en continuant de proposer la qualité élevée au prix $v_H - (u_H - u_L)$. Lors de cette période, on a un équilibre séparateur. Chaque groupe de consommateurs s'auto-sélectionne sur l'offre prévue pour lui.

En l'absence d'engagement sur la tarification future, la version dégradée du bien est introduite si $\frac{u_L - c}{u_H - c} > \frac{v_L}{v_H}$. Cette condition est moins restrictive que celle obtenue dans le jeu statique. L'auteur souligne donc que la probabilité d'observer des versions dégradées d'un même bien est plus forte lorsque le bien est bien durable que lorsqu'il s'agit d'un bien non durable. Il souligne d'ailleurs que beaucoup d'exemples donnés par Deneckere et McAfee concernent des biens durables.

L'auteur compare ensuite les équilibres obtenus et l'équilibre du jeu si la production d'une version dégradée du bien est interdite par les autorités publiques. Sans version dégradée, les achats sont progressifs. Ils interviennent donc plus tard que lorsque le monopole propose la version dégradée. Ce délai est de nature à réduire le surplus social. En revanche, plus de consommateurs achètent la version ayant une qualité élevée lorsque la qualité dégradée est prohibée. Cette substitution réduit le surplus social. L'auteur conclut que lorsque δ est élevé, l'introduction de la qualité faible réduit le surplus social. L'interdiction de la version dégradée permet donc d'augmenter le surplus social.

5.2.3 La qualité faible ne peut être introduite qu'en seconde période

Chih-yi Chi et Wu (2006) étudient eux-aussi un modèle mélangeant différenciation intertemporelle et différenciation par la qualité. Ils se distinguent des études précédentes en supposant que, pour des raisons techniques, la qualité faible ne peut être vendue qu'en seconde période.

Le modèle comprend deux périodes. En période 1, une firme, en situation de monopole, choisit un niveau de qualité s_H ainsi que le prix auquel ce bien est proposé. En période 2, la firme peut continuer de vendre la qualité élevée, s_H . Elle a aussi la possibilité d'introduire une qualité plus faible, s_L . Les auteurs étudient le

cas où la firme peut s'engager sur les prix de la seconde période dès la première période ainsi que le cas où cet engagement n'est pas possible. Les deux niveaux de qualité sont produits avec un coût marginal constant égal à $c(s_k) = bs_k^2/2$. La demande est composée d'un continuum de consommateurs, chacun est caractérisé par son goût θ_i pour la qualité. θ est uniformément distribué sur $[0; 1]$. La consommation d'une unité du bien durable pendant une période génère une utilité égale à $\theta_i s_k$. Une unité du bien dure deux périodes et il n'y a pas de marché d'occasion. Les consommateurs et le monopole ont le même facteur d'actualisation δ .

Les auteurs commencent par déterminer l'optimum social de ce jeu. Un planificateur bienveillant vend chacune des deux qualités à un prix égal à son coût marginal de production. La qualité s_H n'est donc vendue qu'en première période. Les consommateurs prêts à payer $c(s_H)$ pour obtenir une unité de qualité élevée préfèrent l'acheter dès la première période.

Les auteurs analysent ensuite le cas où le monopole peut s'engager dès le début du jeu sur l'ensemble de ses choix de seconde période. Le monopole s'engage à ne pas vendre la qualité élevée en seconde période. Les auteurs montrent que le monopole choisit les mêmes niveaux de qualité que le planificateur. En revanche, le monopole les vend à des prix plus élevés et les quantités vendues des deux versions du bien sont plus faibles qu'à l'optimum social. Le monopole distord les quantités, mais pas les qualités.

Enfin, les auteurs étudient les choix du monopole lorsqu'il est incapable de s'engager en période 1 sur ses choix de période 2. Si $\delta < 2/7$, le monopole vend des quantités positives des deux niveaux de qualité en seconde période. Si $\delta > 2/7$, le monopole ne vend que la qualité faible en seconde période. Le principal résultat des auteurs est que le monopole distord les deux niveaux de qualité vers le haut. Les qualités choisies sont supérieures aux qualités socialement optimales. Ces qualités sont des fonctions croissantes de δ .

6 Marchés d'occasion

Certaines études se sont concentrées sur le marché de l'occasion.

6.1 Sélection adverse

Hendel et Lizzeri (1999b) s'efforcent d'intégrer le problème de sélection adverse mis en lumière par Akerlof (1970) dans la littérature sur les biens durables. Akerlof a souligné que la qualité des biens sur un marché d'occasion était souvent imparfaitement observable par les acheteurs potentiels. Il existe donc souvent un problème d'asymétrie d'information entre les acheteurs et les vendeurs potentiels. Cette asymétrie d'information réduit généralement le volume des transactions et peut conduire à une disparition du marché d'occasion. Dans le modèle d'Akerlof, les rôles d'acheteurs ou de vendeurs potentiels sont exogènes. La distribution de la propriété des biens est exogène. Ce n'est plus le cas si on intègre le marché d'occasion dans

un modèle dynamique de biens durables. Les propriétaires d'une unité usagée de biens durables, susceptible d'être vendue sur le marché d'occasion, sont les individus ayant choisi d'acheter une unité neuve du bien auparavant. Il y a donc des interactions entre le marché du bien neuf et le marché d'occasion. La seconde grande différence entre Akerlof et Hendel et Lizzeri est que : dans Akerlof, les individus qui vendent une unité du bien usagé ne consomment plus le bien, tandis que, dans Hendel et Lizzeri, les individus qui vendent une unité usagée du bien achètent parallèlement une unité neuve du bien. Le classement des dispositions à payer pour la qualité va être inversé entre les deux modèles. Dans Akerlof, les personnes ayant une faible disposition à payer vendent le bien à des personnes ayant une disposition à payer plus forte. Dans Hendel et Lizzeri, les personnes ayant une disposition à payer élevée pour la qualité souhaitent disposer d'un bien neuf à chaque période. Elles vendent donc régulièrement des unités usagées sur le marché d'occasion à des personnes ayant une disposition à payer plus faible pour la qualité. La dynamique des deux modèles va donc être très différente.

Le modèle est un modèle en temps discret à horizon infini. Un continuum de consommateurs, de masse 1, est présent dès le début du jeu et vit éternellement. Les consommateurs sont hétérogènes. Un consommateur de type θ retire une utilité θV de l'utilisation d'une unité d'un bien de qualité V pendant une période. θ est distribué sur $[\underline{\theta}, \bar{\theta}]$ selon la fonction de répartition $F(\cdot)$. Les firmes produisant le bien neuf ne sont pas intégrées dans le modèle. Les auteurs se limitent à supposer que $q < 1/2$ nouvelles unités du bien sont mises sur le marché à chaque période. La valeur de q est exogène. Chaque unité du bien a une durée de vie de deux périodes. Lors de la première période de son existence, le bien est neuf et sa qualité est égale à V_N . Lors de la seconde période de son existence, le bien est usagé et sa qualité tombe à V_U . Les auteurs vont surtout s'intéresser à des cas où V_U est aléatoire et est observée par le propriétaire du bien, mais pas par un acheteur potentiel. V_U est distribuée sur $[V_U^L, V_U^H]$ selon la fonction de répartition $G(\cdot)$. Les auteurs supposent $V_U^H < V_N$. Une unité de bien usagée (même en très bon état) est toujours d'une qualité inférieure à une unité de bien neuf.

Avant d'attaquer le problème de sélection adverse, les auteurs commencent par résoudre le modèle sans sélection adverse afin de construire des situations de références.

Ils commencent par supposer que V_U n'est pas aléatoire. Toutes les unités usagées ont la même qualité (connue). Les consommateurs se partagent en trois groupes. Ceux ayant un θ élevé achètent une unité neuve du bien à chaque période et vendent parallèlement leur unité usagée sur le marché d'occasion. Les consommateurs ayant un θ intermédiaire achètent une unité usagée à chaque période sur le marché d'occasion. Les consommateurs ayant un θ faible n'achètent jamais le bien. Lorsque V_U n'est pas aléatoire, 100% des unités usagées changent de main à chaque période sur le marché d'occasion.

Les auteurs supposent ensuite que V_U est aléatoire, mais observable avant un achat éventuel. On retrouve la même segmentation des consommateurs en trois groupes. 100% des unités usagées continuent d'être

échangées sur le marché d'occasion. En revanche, le prix sur le marché d'occasion n'est plus unique. Le prix est une fonction croissante de V_U et un consommateur ayant un θ plus élevé achète une unité usagée avec un V_U plus élevé.

Après avoir présenté ces deux cas préliminaires, les auteurs passent à la problématique centrale de leur article en supposant que V_U est aléatoire et que sa valeur est observée par le propriétaire du bien, mais pas par les acheteurs potentiels. Comme la qualité du bien n'est pas observable par les acheteurs, toutes les unités usagées échangées sur le marché d'occasion le sont au même prix. Ce prix correspond à l'évaluation du bien par le consommateur indifférent entre acheter une unité usagée et ne pas consommer le bien lorsque ce consommateur anticipe que la qualité du bien est égale à l'espérance de la qualité des unités usagées vendues. Les acheteurs potentiels ont des anticipations rationnelles. Ils sont capables de résoudre le modèle et de calculer les probabilités que les différentes qualités d'unités usagées soient mises en vente sur le marché. Les consommateurs possédant initialement une unité usagée comparent le gain obtenu en conservant cette unité et celui obtenu en vendant cette unité et en achetant une unité neuve. Il existe une valeur seuil $V_U(\theta)$, qui est une fonction croissante de θ , au-dessus de laquelle le consommateur conserve son unité usagée et en-dessous de laquelle il vend cette unité pour la remplacer par une neuve. Les échanges sur le marché d'occasion se contractent par rapport aux deux cas précédents. Toutes les unités usagées ne sont plus vendues sur le marché d'occasion. Les auteurs montrent que le consommateur qui, dans les cas précédents, était indifférent entre acheter une unité neuve et conserver son unité usagée, préfère maintenant conserver son unité usagée lorsque cette unité a une qualité proche de la valeur maximale de V_U . Le prix qui lui est proposé pour cette unité est plus faible que lorsque la qualité est observable. Il préfère donc conserver son unité usagée lorsque la qualité est inobservable par les acheteurs potentiels. Les auteurs montrent aussi que la sélection adverse ne conduit jamais à une disparition totale du marché d'occasion. Les consommateurs ayant un θ proche de $\bar{\theta}$ souhaitent toujours vendre leur unité usagée lorsque cette dernière a une qualité proche du minimum possible. Il y a donc moins de transactions sur le marché d'occasion, mais ce marché ne disparaît pas. Comme certains consommateurs ayant un θ élevé conservent leur unité usagée et que le nombre d'unités neuves mises en vente reste le même, les consommateurs ayant un θ dans le haut du segment des valeurs intermédiaires n'achètent plus une unité usagée mais achètent une unité neuve (s'ils n'ont plus d'unités usagées). Les auteurs montrent que, du fait de la sélection adverse, le prix moyen des transactions baisse sur le marché d'occasion. Le prix sur le marché d'occasion est plus faible que l'espérance du prix sur ce marché lorsque V_U était aléatoire, mais pas observable. L'évolution du prix des unités neuves est moins immédiate à déterminer. Quatre effets s'entremêlent. (1) Le prix de revente d'une unité usagée est plus faible, ce qui a tendance à faire baisser le prix des unités neuves. (2) Il existe cependant une valeur d'option. Un acheteur d'une unité neuve pourra la conserver si V_U se révèle élevée et pourra la vendre si V_U est faible. Cette possibilité d'exploiter au mieux l'information sur V_U accroît la valeur des voitures neuves. (3) Il existe aussi un effet de substitution. La qualité moyenne des unités usagées proposées sur le marché d'occasion est

plus faible, ce qui rend plus attractif l'achat d'une unité neuve. (4) Enfin, le consommateur marginal sur le marché des unités neuves a un θ plus faible qu'en l'absence de sélection adverse, ce qui pousse le prix vers le bas. Selon les cas, le prix d'une unité neuve peut augmenter ou baisser du fait de la sélection adverse.

Pour obtenir d'autres résultats, les auteurs spécifient plus précisément certains éléments du modèle. Ils passent donc à des cas particuliers. Ils commencent par supposer que θ est distribué uniformément $[0; \bar{\theta}]$ et V_U est distribué uniformément sur $[1 - s; 1 + s]$. Ils fixent tous les paramètres et font varier la valeur de s . Le prix d'une unité neuve est maximal pour $s = 0$ (pour $q = 0, 3$). Il commence par diminuer lorsqu'on augmente s ; puis, augmente lorsqu'on continue d'augmenter s . Le niveau d'incertitude sur la valeur de V_U a donc un effet non monotone sur le prix de vente des unités neuves. Le volume des transactions sur le marché d'occasion baisse de 100% lorsque $s = 0$ à 40% lorsque $s = 1$ (pour $q = 0, 3$). Le marché d'occasion peut donc se contracter fortement, mais les échanges restent importants. Les auteurs font ensuite varier la valeur de q et ré-étudient comment les résultats varient lorsque s varie. Pour le prix d'une unité neuve, on retrouve le même type de non monotonie. Lorsque s augmente, le prix commence par diminuer, puis augmente. Le prix maximal n'est plus atteint pour $s = 0$, mais pour $s = 1$. La sélection adverse peut donc provoquer une hausse du prix du bien neuf.

Les auteurs s'intéressent ensuite à l'impact de la sélection adverse. Généralement, la sélection adverse réduit le surplus social car les niveaux de qualité ne sont plus systématiquement classés dans le même ordre que les θ de leurs propriétaires après échanges. Les auteurs montrent, dans un exemple avec seulement deux types de consommateurs, qu'il est possible de revenir à l'optimum social en taxant les personnes qui conservent leur unité plus d'une période. Ce type de mesures incite les θ élevés à acheter des unités neuves et à ne pas les conserver plus d'une période. Dans un autre exemple, toujours avec seulement deux types de consommateurs, les auteurs montrent que l'optimum social peut être atteint à l'équilibre sans intervention de l'Etat malgré la sélection adverse. L'exemple est calibré de façon à ce que q (le nombre d'unités neuves) soit juste égal aux consommateurs ayant un θ élevé et souhaitant vendre leur unité usagée du fait d'un V_U faible.

Les auteurs présentent ensuite des extensions avec deux types de biens neufs présentant une incertitude différente sur la dégradation de la qualité en seconde période. Dans le premier exemple, la valeur de V_U n'est pas aléatoire pour la première marque du bien. Toutes les unités se dégradent de la même façon au cours du temps. Pour la seconde marque, V_U est aléatoire et l'espérance de V_U est égale à la valeur du V_U (déterministe) de la première marque. L'espérance de qualité est la même, mais la variance est différente. A l'équilibre, les consommateurs se partagent en cinq catégories. Les θ les plus élevés achètent une unité neuve de la marque fiable et la vendent sur le marché d'occasion à la période suivante. Les θ suivants achètent une unité neuve de la marque à la dégradation incertaine. Ils la conservent à la période suivante si V_U est suffisamment élevé et la vendent si V_U est plus faible. Les θ suivants achètent une unité usagée de

la marque fiable. Les θ suivants achètent une unité usagée de la marque à la qualité incertaine. Enfin, les consommateurs ayant un θ faible n'achètent pas. Toutes les unités usagées de la marque fiable sont échangées sur le marché d'occasion. Pour la marque à la qualité incertaine, une partie seulement des unités usagées est échangée sur le marché d'occasion et ces échanges se font à un prix plus faible que celui des unités usagées de la marque fiable. Les auteurs présentent d'autres cas en faisant varier d'autres paramètres. Ils supposent que l'une des marques a une valeur qualité plus élevée neuve, mais plus faible usagée. Il y a alors plus d'échanges sur cette marque que pour l'autre⁴⁶ et la chute de prix entre les deux périodes est plus grande pour cette marque.

6.2 Location du bien pour supprimer l'asymétrie d'information

6.2.1 Deux types de consommateurs

Le coeur du problème des "lemons" est que le vendeur a plus d'informations sur la qualité du bien que les acheteurs potentiels. Johnson et Waldman (2003) avancent que le problème peut être contourné si le bien est initialement loué au lieu d'être vendu. Les firmes produisant le bien neuf le louent. Lorsque le bien est usagé, les firmes le récupèrent et le vendent sur le marché d'occasion. Elles ne disposent alors pas d'une meilleure information sur la qualité du bien que les acheteurs potentiels puisque bien qu'elles en soient les propriétaires, elles n'en ont pas été les utilisatrices.

Le modèle est un modèle en temps discret avec horizon infini. Les unités du bien ont une durée de vie de deux périodes. Des unités neuves sont produites par des firmes avec un coût de production unitaire c . Ces firmes peuvent vendre le bien ou le louer. Elles opèrent sur des marchés concurrentiels. Un bien neuf à une qualité V_N . A la fin de la première période d'utilisation, la qualité du bien se dégrade et devient égale à V_U . V_U est une variable aléatoire distribuée sur $[V_U^L, V_U^H]$ avec une fonction de répartition $F(\cdot)$. La valeur de V_U est observable par la personne qui a utilisé le bien pendant la période, mais pas par les autres joueurs. Le propriétaire du bien peut le vendre ou le conserver pour une seconde période. La demande est constituée de deux groupes de consommateurs potentiels. Les consommateurs retirent une utilité $\theta_i V_k$ de l'utilisation d'une unité du bien ayant une qualité V_k pendant une période. θ_i peut prendre deux valeurs : $\theta_1 > \theta_2$. Le groupe θ_1 comprend N_1 individus et le groupe θ_2 rassemble N_2 personnes. Comme dans les modèles du même type, le modèle est paramétré de façon à ce que les individus de type θ_2 n'achètent jamais d'utilités neuves et du bien et $N_2 > N_1$ pour que le prix sur le marché d'occasion soit positif. L'élément nouveau du modèle est de permettre aux firmes de louer le bien neuf au lieu de le vendre pour supprimer le problème de sélection adverse sur le marché d'occasion. Les auteurs introduisent aussi un coût à la location. Un contrat de *leasing* comprend des obligations d'entretien du bien et des restrictions à son utilisation (par exemple, un kilométrage maximal pour une voiture). Formellement, un consommateur qui loue une unité du bien subit

⁴⁶Les auteurs introduisent un coût de transaction T pour réduire les échanges en dessous de 100%.

un coût lié à ces restrictions égal à z_{it} . z_{it} est une variable aléatoire tirée sur le support $[0, \bar{z}]$. Les tirages sont indépendants entre les individus et entre les périodes. Chaque consommateur observe son z_{it} au début de chaque période. Les contrats de location comprennent une clause permettant au locataire d'acheter le bien à l'issue de la période (*buyback*) à un prix spécifié par le contrat.

Information parfaite : Les auteurs commencent par traiter le cas où la valeur de V_U est observable par tous les joueurs. En l'absence d'asymétrie d'information sur la qualité des biens usagés, la vente est préférée à la location. Un consommateur de type θ_1 qui ne possède pas d'unité du bien au début d'une période choisit d'en acquérir une neuve. Si un consommateur de type θ_1 dispose d'une unité usagée au début d'une période, il choisit de la conserver si V_U est supérieure à une valeur seuil \widehat{V}_U . Il choisit de la vendre sur le marché d'occasion et d'acheter si une unité neuve si $V_U < \widehat{V}_U$. Les unités vendues sur le marché d'occasion sont achetées par des consommateurs de type θ_2 .

Cet équilibre est socialement efficace. Les auteurs paramètrent le modèle pour que $V_U^L < \widehat{V}_U < V_U^H$. Certaines unités usagées sont vendues sur le marché d'occasion et certaines unités usagées sont conservées par leur propriétaire initial, même sans problème de sélection adverse.

Asymétrie d'information sans possibilité de location : Le second cas étudié par les auteurs est celui où V_U n'est observable que par l'utilisateur du bien et le bien ne peut pas être loué. L'équilibre a la même forme générale que celui du cas précédent, mais le seuil \widehat{V}_U est remplacé par un seuil \widetilde{V}_U plus faible. Les propriétaires d'un bien usagé ayant une qualité $V_U \in [\widetilde{V}_U, \widehat{V}_U]$ le vendent sur le marché d'occasion en l'absence de sélection adverse, mais le conservent s'il y a un problème d'asymétrie d'information sur le marché d'occasion. L'asymétrie d'information sur la qualité des biens usagés réduit le volume des transactions sur le marché d'occasion. Certaines unités ne sont plus échangées, alors qu'il serait socialement souhaitable qu'elles le soient. Le seuil \widetilde{V}_U dépend du prix d'équilibre sur le marché d'occasion et ce prix dépend de \widetilde{V}_U . Dans certains cas, le modèle génère des équilibres multiples.

Asymétrie d'information avec possibilité de location : Pour essayer de contourner le problème de sélection adverse et d'améliorer l'efficacité des marchés, les firmes peuvent choisir de louer les unités neuves au lieu de les vendre.

Les auteurs commencent par déterminer l'équilibre lorsqu'il n'y a pas de coûts à la location ($z_{it} = 0$). Dans ce cas, les firmes préfèrent toujours louer les unités neuves à les vendre. L'équilibre a alors la forme suivante. Si un consommateur de type θ_1 n'a pas loué une unité neuve à la période précédente, il loue une unité neuve. S'il a loué une unité neuve à la période précédente, il la conserve en l'achetant à la firme propriétaire si $V_U > \widehat{V}_U$. Il la rend à la firme propriétaire et loue une nouvelle unité neuve si $V_U < \widehat{V}_U$. Le

prix de rachat spécifié par les contrats de location est supérieur au prix d'équilibre sur le marché d'occasion. L'allocation des biens est la même qu'avec information parfaite. Le *leasing* permet de résoudre le problème de sélection adverse.

Les auteurs introduisent ensuite les coûts liés à la location ($z_{it} > 0$) pour faire coexister ventes et locations sur le marché des unités neuves. Les acheteurs sur le marché d'occasion ne peuvent pas observer la valeur de V_U , mais ils sont capable de savoir si l'unité mise en vente a été louée au cours de la période précédente ou utilisée par son propriétaire actuel. L'équilibre a la forme suivante. Un consommateur de type θ_1 qui ne possède plus d'unité du bien choisit d'en acheter une neuve si son z_{it} est élevé et d'en louer une neuve s'il est faible. Un consommateur de type θ_1 qui a acheté une unité neuve à la période précédente choisit de la conserver si elle a un V_U élevé. Il la remplace par une unité neuve, si elle a un V_U faible. Cette unité neuve est achetée si z_{it} est élevé et louée si z_{it} est faible. Un consommateur de type θ_1 qui a loué une unité neuve à la période précédente choisit de la conserver en l'achetant à la firme propriétaire si elle a un V_U élevé. Il la rend à la firme si elle a un V_U faible. Il achète une unité neuve si z_{it} est élevé et loue une unité neuve si z_{it} est faible. Les valeurs seuil de V_U sont des fonctions de z_{it} et la valeur seuil est plus élevée lorsque l'unité neuve est louée que lorsqu'elle a été achetée. Le prix de rachat spécifiée par les contrats de *leasing* est supérieur aux deux prix d'équilibre sur les marchés d'occasion. Sur le marché d'occasion, les unités précédemment louées (donc qui ne présentent pas de problème d'asymétrie d'information) ont un prix plus élevée que celles qui ont été précédemment achetées (qui présentent un problème de sélection adverse). Sur le marché d'occasion, les unités précédemment louées ont une qualité moyenne supérieure à celles précédemment utilisées par leur propriétaire. De nouveau, la complémentarité entre les valeurs seuils des V_U et les prix d'équilibre sur le marché d'occasion peut donner naissance à des équilibres multiples.

6.2.2 Continuum de consommateurs

Hendel et Lizzeri (2002) analysent la même problématique dans un modèle dont la structure générale est similaire à celle de l'article précédent. Ils s'en écartent cependant sur quelques hypothèse. θ_i n'est plus limité à deux valeurs. Les θ_i sont distribués sur $[\underline{\theta}, \bar{\theta}]$ avec la fonction de répartition $G(\cdot)$. Les auteurs n'introduisent pas de coûts liés à la location ($z_{it} = 0$).

Information parfaite : Les auteurs commencent par calculer l'équilibre obtenu lorsque les réalisations des V_U sont observables par l'ensemble des agents. A ce stade, ils ne précisent pas la structure de marché de la production d'unités neuves. Ils font juste l'hypothèse que y unités neuves sont produites et vendues chaque période. A chaque période, l'ensemble des consommateurs se partage en trois sous-groupes. Les individus ayant un θ_i élevé achètent une unité neuve du bien et vendent leur unité usagée sur le marché d'occasion. Les individus ayant un θ_i intermédiaire achètent une unité usagée du bien sur le marché d'occasion. Les

individus ayant un θ_i faible ne consomment pas le bien. À la différence du modèle précédent, la totalité des unités usagées change de main sur le marché d'occasion à chaque période. Introduire la possibilité de louer les unités neuves au lieu de les vendre ne modifie pas l'allocation des biens. L'équilibre avec location reproduit les résultats de l'équilibre avec vente, qui est socialement optimal.

Asymétrie d'information : Les auteurs supposent que V_U peut être observé par l'utilisateur de l'unité usagée, mais pas par les autres agents. Ils commencent par caractériser le comportement optimal des consommateurs. Un consommateur qui loue une unité neuve choisit de la racheter en fin de période et de la conserver si $V_U > \tilde{V}_U(\theta_i)$. Il la rend et loue une nouvelle unité neuve si $V_U < \tilde{V}_U(\theta_i)$. La valeur seuil $\tilde{V}_U(\theta_i)$ est une fonction croissante de θ_i . Les consommateurs ayant un θ_i élevé attribue une plus forte valeur à la qualité et préfèrent plus souvent que les autres rendre l'unité usagée pour utiliser une unité neuve. Cet effet est renforcé par les faits que ces consommateurs choisissent des contrats de location avec des prix de rachat plus élevés. Les auteurs ne se limitent pas à un seul contrat de location offert. Ils permettent une multiplication de ces contrats. Les consommateurs ayant des θ_i élevés choisissent des contrats avec des prix de rachat plus élevés. Le coût d'accepter un prix de rachat plus élevé est plus faible pour eux que pour d'autres consommateurs car ils conservent l'unité usagée avec une probabilité plus faible que les autres consommateurs. Un prix de rachat plus élevé permet d'accroître la qualité moyenne des unités usagées vendues sur le marché d'occasion et d'en obtenir un prix plus élevé. Les unités usagées dont le contrat de location stipulé un prix de rachat plus élevé sont de meilleure qualité en moyenne que les autres unités usagées lorsqu'elles sont mises en vente sur le marché d'occasion. La multiplicité des contrats de location permet de segmenter les consommateurs. Les θ_i élevés louent des unités neuves et les conservent avec une probabilité décroissante de θ_i . Les θ_i plus faibles achètent des unités usagées sur le marché d'occasion. Ils sont capables d'observer les termes du contrat de location passé de ces unités et ils achètent des unités dont la qualité moyenne est une fonction croissante de leur θ_i . Les θ_i faibles ne consomment pas le bien. Comme dans le modèle précédent, lorsque $z_{it} = 0$, personne n'achète d'unités neuves. À l'équilibre, tous les consommateurs qui louent des unités neuves les conservent avec une probabilité strictement positive, mais inférieure à un. L'asymétrie d'information réduit donc les échanges sur les marchés d'occasion et aboutit généralement à une allocation des biens sous-optimale. La location des unités neuves permet d'atteindre l'allocation optimale uniquement dans le cas où θ_i ne peut prendre que deux valeurs. Dès que le nombre de types de consommateurs dépasse deux, l'allocation des biens à l'équilibre est sous-optimale. Lorsqu'il n'y a que deux types de consommateurs, un seul type achète des unités usagées. Il n'y a alors pas de problème d'allocation des biens entre eux. Dès que plusieurs types achètent des unités sur les marchés d'occasion, l'allocation des biens est inefficace *ex post*. Un planificateur social pourrait implémenter l'optimum social avec un mécanisme prévoyant que toutes les personnes ayant loué une unité neuve doivent la rendre (mettre un prix de rachat dissuasif permet d'atteindre ce résultat). Le planificateur demande à chaque personne rendant son unité usagée d'annoncer son V_U . Les personnes

rendant le bien n'auraient pas d'incitations à mentir. Le planificateur pourrait ensuite afficher les V_U de chaque unité lors de leurs ventes sur le marché d'occasion. Il n'y aurait plus d'asymétrie d'information et l'allocation serait efficace. En l'absence de ce mécanisme de révélation des V_U , le planificateur ne peut pas atteindre l'optimum social en utilisant uniquement des contrats de *leasing*. Si le planificateur est restreint à utiliser des contrats de *leasing*, il ne choisit jamais des prix de rachat incitant tous les consommateurs ayant loué une unité neuve à la rendre. L'asymétrie d'information réduit donc les échanges d'unités usagées, même si l'offre de bien est gérée par un planificateur bienveillant.

Monopole : Dans tout le début de leur article, les auteurs ne précisent pas la structure de marché de la production d'unités neuves. Dans la section 7 de leur article, ils présentent un exemple où une firme est en situation de monopole pour la production des unités neuves et les consommateurs sont uniquement de deux types. Le monopole préfère louer les unités neuves du bien à les vendre. Cela lui permet de fixer un prix de rachat des unités louées à un niveau supérieur au prix d'équilibre sur le marché d'occasion. La firme peut ainsi segmenter le marché d'occasion et obtenir un prix plus élevé en espérance des unités usagées ayant une qualité élevée. Le monopole produit une quantité (faiblement) plus élevée lorsqu'il loue le bien que lorsqu'il le vend.

6.3 Escompte hyperbolique

Nocke et Peitz (2003) étudient les interactions entre le marché du bien neuf et le marché d'occasion en fonction de la forme de l'escompte des consommateurs.

Le modèle est en temps discret avec un horizon infini. A chaque période, un continuum de consommateurs de masse 1 décide de consommer ou non une unité d'un bien durable. L'utilisation d'une unité du bien durable pendant une période procure une satisfaction v_i au consommateur i . Les v_i sont uniformément distribués sur $[0; 1]$. Ils ne changent pas d'une période à l'autre. A chaque période, chaque consommateur dispose d'un budget m . L'argent qui n'est pas dépensé pour acquérir une unité du bien durable est alloué à l'achat d'un bien composite non durable dont l'utilité marginale est constante. Les consommateurs ne peuvent ni épargner, ni emprunter. Le bien durable ne se déprécie pas au cours du temps. Il procure une utilité v_i à chaque période quelle que soit son ancienneté. Le bien durable peut être échangé sur un marché secondaire. Un consommateur peut donc revendre son unité du bien durable pour augmenter sa consommation courante du bien non durable ou il peut acheter une unité du bien durable sur le marché d'occasion s'il n'en possède pas. Les unités neuves sont mises sur le marché à la date 0. Le marché d'occasion fonctionne ensuite pendant T périodes. Les auteurs développent peu la partie "offre initiale" du modèle. Ils se concentrent surtout sur la partie demande. L'article est essentiellement centré sur la différence de résultats selon que les consommateurs actualisent leur utilité de façon exponentielle ou de façon hyperbolique. Les auteurs notent

δ le facteur d'actualisation "normal" et β le facteur d'actualisation représentant l'incohérence temporelle des consommateurs. $\beta \in]0; 1]$. Les consommateurs sont supposés "sophistiqués". Ils sont conscients de leur incohérence temporelle : $\hat{\beta} = \beta$.

Les auteurs commencent par présenter le fonctionnement du modèle avec des consommateurs actualisant de façon exponentielle : $\beta = 1$. A la période t , un consommateur choisit d'utiliser le bien durable si et seulement si $v_i - p_t + \delta p_{t+1} \geq 0$. Si cette condition n'est pas vérifiée, le consommateur préfère ne pas acheter le bien durable ou préfère le revendre s'il possède déjà une unité du bien. Les consommateurs vérifiant $v_i \geq p_t - \delta p_{t+1}$ achètent le bien durable ou le conservent. Avec $\beta = 1$, les consommateurs ayant un v_i élevé achètent le bien neuf dès la date 0. Il n'y a ensuite aucun échange sur les marchés d'occasion. A chaque période, le prix sur le marché secondaire équilibre l'offre et la demande. Comme les consommateurs possédant déjà le bien sont ceux qui ont les v_i les plus élevés, il n'y a pas d'échange sur le marché secondaire. Le prix sur le marché secondaire est tel que les consommateurs possédant déjà le bien durable ne souhaitent pas le vendre et ceux ne le possédant pas ne souhaitent pas l'acheter. Les auteurs obtiennent que pour les firmes vendant le bien neuf à la date 0, l'existence d'un marché secondaire est neutre. Le prix d'équilibre à la date 0 sur le marché du bien neuf est indépendant de T . A chaque période où le marché d'occasion existe, le prix d'équilibre est indentique à celui de la date 0 et aucun échange n'a lieu.

Les résultats sont très différents si $\beta < 1$. Si les consommateurs souffrent d'incohérence temporelle, ils peuvent être tentés de repousser l'achat d'une unité du bien durable. Ils sous-estiment la valeur future de la consommation du bien durable. Un consommateur peut alors simultanément ne pas avoir envie de consommer le bien durable à la date présente et souhaiter l'acheter dans le futur sur le marché d'occasion. S'il existe un marché d'occasion, la disposition à payer pour une unité du bien durable est plus faible que sans marché d'occasion. Sans marché d'occasion, un consommateur doit choisir entre acheter le bien maintenant et ne jamais l'acheter. S'il ne l'achète pas, il ne peut pas espérer que l'un de "ses moi" futurs le fera. En revanche, s'il existe un marché d'occasion, un consommateur peut repousser l'achat du bien durable et le faire financer par un "moi" futur. La disposition à payer pour le bien durable est plus faible lorsqu'il existe un marché d'occasion. A la date 0, cette disposition à payer est une fonction décroissante de T . En revanche, la disposition à payer augmente lorsque t se rapproche de T . Lorsque $t = T$, le consommateur est de devant un choix binaire : acheter maintenant ou jamais. Il n'est plus possible de repousser l'achat. Le prix du bien est donc une fonction croissante du temps sur $t \in \{0; 1; \dots; T\}$. Comme dans le cas précédent, ce sont de nouveau les consommateurs ayant les v_i les plus élevés qui achètent le bien et le conservent. Si la même quantité q est mise sur le marché à la date 0, ce sont les mêmes consommateurs qui achètent le bien que dans le cas $\beta = 1$. Mais, leurs dispositions à payer sont plus faibles et donc le prix d'équilibre est plus faible. Comme dans le cas précédent, il n'y a pas d'échange sur le marché d'occasion. Mais, l'existence de marchés d'occasion dans les périodes suivantes pèse sur le prix de la période courante car le prix doit

être suffisamment faible pour dissuader les consommateurs de reporter l'achat d'une unité du bien durable. L'existence du marché d'occasion dans le futur n'est plus neutre pour les firmes qui vendent le bien neuf à la date 0. Elles préfèrent que T soit le plus faible possible et idéalement que le marché d'occasion n'existe pas dans le futur ($T = 0$). Si le bien neuf est vendu par un monopole à la date 0. La quantité mise sur le marché par le monopole est une fonction décroissante de T . Les marchés d'occasion futurs dépriment la disposition à payer des consommateurs et incitent le monopole à vendre moins.

Les auteurs s'intéressent ensuite aux équilibres non markoviens du jeu lorsque $T = \infty$. Dans le paragraphe précédent, un consommateur prenait sa décision de consommation de la date t uniquement en fonction du fait qu'il disposait ou non d'une unité du bien durable au début de la période. Dans les équilibres non markoviens, les consommateurs peuvent prendre en compte l'ensemble de l'histoire du jeu. Un consommateur peut alors passer un "accord de collusion" avec ses autres "moi". Les auteurs étudient des accords prévoyant que, si un consommateur achète une unité du bien durable, ses "moi" futurs s'engagent à la conserver (donc à ne pas la revendre sur les marchés d'occasion) ; en revanche, s'il n'achète pas le bien durable, ses "moi" futurs ne le feront pas non plus. Le prix à la date 0 revient alors au niveau de celui du jeu sans marché d'occasion.

Les auteurs construisent aussi des équilibres collusifs avec des stratégies mixtes. Un consommateur achète ou conserve le bien durable avec une probabilité α_i . S'il s'écarte de cette règle, il déclenche une punition de ses "moi" futurs, qui utilisent des α_i plus faibles pendant un certain nombre de périodes. Ce type de stratégies permet de construire des équilibres où les prix sur les marchés d'occasion sont compris entre le prix de l'équilibre markovien (le plus faible possible) et le prix collusif du paragraphe précédent. Avec ce type de stratégies mixtes, des échanges ont lieu sur les marchés d'occasion et l'allocation des biens entre les différents consommateurs est inefficente.

6.4 Marché d'occasion et possibilités de collusion

Schiraldi et Nava (2012) se sont penchés sur l'impact du fonctionnement des marchés d'occasion sur les possibilités de collusion de firmes produisant un bien durable.

Le modèle est un modèle en temps discret avec horizon infini. n firmes produisent un bien durable avec un coût marginal constant c . Les unités du bien durable ont une durée de vie de deux périodes. En première période, leur qualité est égale à $V_N = 1$. En seconde période, la qualité est plus faible du fait de l'usure du bien : $V_U < V_N$. Au début de chaque période, les firmes choisissent simultanément le prix auquel elles proposent des unités neuves du bien. Parallèlement, les unités usagées peuvent être échangées sur un marché d'occasion, qui fonctionne de façon concurrentielle. Chaque consommateur utilise au plus une unité du bien durable par période. Cette utilisation procure une utilité $\theta_i V_k$. $\theta_i \in \{\theta_l, \theta_h\}$. Le groupe des consommateurs de type θ_h forme un continuum de masse 1. Le continuum des consommateurs de type θ_l a une masse $\lambda > 1$.

Les taux d'actualisation des firmes (δ_f) et des consommateurs (δ_c) peuvent être différents. Le modèle est paramétré de façon à ce qu'un monopole n'ait pas intérêt à vendre des unités neuves aux consommateurs de type θ_l et qu'il ne soit pas socialement optimal de vendre des unités neuves à ces consommateurs.

Si une seule firme vend le bien durable, elle ne le vend qu'aux consommateurs de type θ_h . Elle leur vend une unité neuve à chaque période à un prix : $\theta_h (V_N - V_U) + \theta_l V_U + \delta_c \theta_l V_U$. $\theta_h (V_N - V_U)$ correspond à l'augmentation d'utilité obtenue en consommant une unité neuve au lieu d'une unité usagée. $\theta_l V_U$ correspond à la somme récupérée en vendant une unité usagée sur le marché d'occasion. $\delta_c \theta_l V_U$ correspond à la somme actualisée qui sera obtenue en revendant l'unité, que le consommateur vient d'acheter, sur le marché d'occasion une période plus tard. Chaque période, les consommateurs de type θ_h revendent une unité usagée aux consommateurs de type θ_l sur le marché d'occasion à un prix $\theta_l V_U$.

Si $n \geq 2$, il existe un équilibre non coopératif où les firmes vendent des unités neuves à un prix $p = c$ à chaque période.

Si δ_f est suffisamment élevé, les n firmes peuvent répliquer le comportement d'un monopole avec des stratégies à seuil. Elles fixent un prix $\theta_h (V_N - V_U) + (1 + \delta_c) \theta_l V_U$ à chaque période si l'accord est respecté et reviennent à l'équilibre non coopératif $p = c$ en cas de violation de l'accord. Le modèle ne fonctionne pas exactement comme les modèles de collusion traditionnels avec stratégies à seuil. Si les consommateurs observent que l'une des firmes a dévié de l'accord en réduisant son prix, ils anticipent que le prix des unités neuves sera égal à c lors de la prochaine période. Cet afflux d'unités neuves va faire chuter le prix des unités usagées sur le marché d'occasion à la période suivante. Cette anticipation de la baisse du prix de revente futur réduit la disposition à payer actuelle des consommateurs pour une unité neuve. La demande pour des unités neuves peut donc baisser si une firme baisse très légèrement son prix. Si la demande pour des unités neuves augmente car l'une des firmes a sensiblement baissé son prix, les consommateurs anticipent aussi que le prix sur le marché d'occasion au cours de la période va être plus faible que sans déviation. Les incitations à dévier de l'accord de collusion sont donc plus faibles que dans les modèles avec des biens non durables.

Les auteurs montrent que l'adoption de stratégies à seuil n'est pas la façon la plus efficace de soutenir la collusion. Ils proposent une stratégie qu'ils appellent *sharp trigger strategy*. Elle consiste à choisir un prix pour les unités neuves à la période suivante suffisamment faible (et nécessairement en dessous de c) pour faire chuter le prix sur le marché d'occasion à zéro. Cette stratégie permet de minimiser le gain de déviation de la firme qui triche, car les consommateurs anticipent que le prix de revente de l'unité neuve qu'ils achètent sera nul. Pendant la période suivant une déviation, les firmes réalisent donc des profits négatifs. Pour rendre ces prix inférieurs à c soutenables, il faut intégrer une partie "récompense" pour les firmes qui appliquent la punition. Après une période de punition, les firmes reviennent au prix de monopole avec la probabilité μ et appliquent $p = c$ avec la probabilité $1 - \mu$.

Les auteurs étudient ensuite l'impact de l'existence même du marché d'occasion sur les possibilités de collusion. Ils recherchent les équilibres possibles dans un modèle sans marché d'occasion et les comparent à leurs résultats précédents. Les possibilités de collusion augmentent lorsque le marché d'occasion existe lorsque V_U est faible ou fort. Pour les valeurs intermédiaires de V_U , la collusion est plus facile à soutenir lorsque le marché d'occasion n'existe pas. Les auteurs comparent aussi les profits de monopole avec et sans marché d'occasion. Pour certaines valeurs des paramètres, les profits du monopole sont plus élevés sans marché d'occasion. Les frontières des résultats des deux exercices ne correspondent pas. Un cartel peut donc faire face à un arbitrage entre le niveau des profits du cartel et sa soutenabilité.

Les auteurs s'intéressent aussi à deux politiques commerciales pouvant être suivies par les firmes pour limiter les échanges sur le marché d'occasion. La première consiste à louer le bien au lieu de le vendre. Les profits d'un monopole sont toujours supérieurs s'il peut louer le bien au lieu de le vendre. En revanche, le classement des possibilités de collusion en louant le bien ou en le vendant dépend des valeurs des paramètres du modèle. Il existe donc une zone où un cartel peut faire face à un arbitrage entre les gains de la collusion et sa soutenabilité. La seconde politique consiste pour les firmes à racheter certaines unités usagées sur le marché d'occasion. Dans certains cas, un monopole peut augmenter ses profits en retirant certaines unités usagées du marché d'occasion en les rachetant. Cette politique peut aussi affecter les possibilités de collusion. Pour certaines valeurs des paramètres, cette politique de rachat permet d'accroître les possibilités de collusion. Là encore les incitations à racheter des unités usagées pour augmenter les profits et pour accroître les possibilités de collusion peuvent ne pas coïncider.

6.5 Études empiriques

De nombreux travaux empiriques ont tenté de tester l'existence de problèmes de sélection adverse sur certains marchés d'occasion, notamment sur le marché d'occasion des automobiles.

Bond (1982, 1984), Pratt et Hoffer (1984), Genesove (1993), Gilligan (2004), Engers, Hartmann et Stern (2009), Lewis (2011), Peterson et Schneider (2014).

7 Impact environnemental des biens durables

Les biens durables ne disparaissent souvent pas lorsqu'ils deviennent inutilisables. Les ordinateurs, les téléphones portables, les voitures, etc constituent des déchets importants à la fin de leur vie. Ces déchets peuvent être recyclés ou abandonnés dans la nature. La possibilité de recycler ou non les biens durables dépend des matériaux utilisés pour leur production et des investissements consentis dans les technologies et les usines de recyclage. L'impact environnemental des biens durables dépend aussi de leur durée de vie et de la possibilité de les réparer ou non. Cet aspect est un aspect important du débat autour de

l'obsolescence programmée. Quelques articles ont abordé l'étude des biens durables sous son aspect impact environnemental.

7.1 Location vs vente

Agrawal, Ferguson, Toktay et Thomas (2012) étudient l'idée que la location des biens durables serait plus "verte" que sa vente. Une firme qui loue des biens durables serait incitée à allonger leur durée de vie et à réfléchir plus profondément à leur devenir à l'issue de leur période d'utilisation. Ils développent un modèle dans lequel un monopole choisit de façon endogène entre louer et vendre le bien durable qu'il produit. Ils recherchent les conditions sous lesquelles le monopole choisit de louer le bien et ce choix permet de réduire l'impact environnemental par rapport à la vente du bien.

Le modèle est un modèle en temps discret avec horizon infini. Le bien durable est produit par une firme en situation de monopole avec un coût marginal constant c . Chaque unité a une durée de vie de deux périodes. En première période, le bien est neuf et a une qualité $V_N = 1$. En seconde période, le bien est usagée et sa qualité diminue. Cette qualité du bien usagée dépend du fait que le bien a été vendu au début de la période précédente ou loué. S'il a été vendu, sa qualité est égale à V_U^s . S'il a été loué, elle est égale à V_U^l . Les auteurs ne font pas d'hypothèse sur le classement de V_U^s et de V_U^l . Un bien loué peut avoir été traité avec moins de soin par son utilisateur, ce qui a pu dégradé plus vite son état. Mais, les biens loués sont aussi récupérés par la firme avant d'être éventuellement remis sur le marché et la firme peut disposer d'un avantage important pour remettre le bien en état. Si le bien usagé appartient encore à la firme, parce qu'elle l'a loué précédemment, elle peut le louer à nouveau ou le retirer du marché. Si le bien a été vendu, le consommateur qui le possède peut le céder sur un marché d'occasion, fonctionnant de façon concurrentielle. Les consommateurs forment un continuum de masse 1. Chaque consommateur est caractérisé par son type θ_i . Les θ_i sont distribués uniformément sur $[0; 1]$. Un consommateur θ_i retire une utilité $\theta_i V_k$ de l'utilisation d'une unité de qualité V_k . Les auteurs introduisent des coûts de mise au rebut (*disposal cost*) pour les unités en fin de vie. Lorsque la firme envoie une unité à la casse, elle doit payer un coût s_f . Si c'est un consommateur qui envoie une unité à la casse, il subit un coût s_c . Ces coûts peuvent être négatifs. Certains biens, comme les voitures, sont rachetés à des prix positifs par des entreprises de recyclage. Dans d'autres cas, les firmes ou les consommateurs doivent payer pour qu'on les débarrasse de leurs déchets. Les auteurs ne font pas d'hypothèse sur le classement de s_f et de s_c . Le monopole peut avoir accès à un meilleur circuit de recyclage, mais les consommateurs ont parfois moins de contraintes pour se débarrasser de leurs déchets. Outre, les coûts de mise au rebut, l'originalité de l'article consiste essentiellement à introduire l'impact environnemental des biens durables. La production d'une unité neuve du bien a un impact i_p . L'utilisation d'une unité du bien a un impact i_n lorsque le bien est neuf et i_u lorsqu'il est usagé. La mise au rebut d'une unité du bien a un impact i_d . Les auteurs supposent $i_u \geq i_n$. L'utilisation d'une unité usagée occasionne

plus de pollution que l'utilisation d'une unité neuve.

Les auteurs commencent par calculer l'équilibre du jeu si la firme loue le bien. Un bien loué neuf ne peut pas être ensuite vendu sur le marché d'occasion. La firme doit soit le louer à nouveau lorsqu'il est usagé sans l'envoyer à la casse. On a vu, dans certains des modèles précédent, qu'un monopole avait parfois intérêt à retirer des unités usagées du marché pour réduire la concurrence entre unités neuves et unités usagées. Dans ce modèle, le monopole retire du marché une partie des unités usagées si et seulement si $s_f < (1 - V_U^l)/2 - c$. La location peut conduire le monopole à envoyer au rebut des unités qui ne sont pas encore hors d'usage. Ce point avait été avancé par les personnes doutant que la location permette de réduire fortement l'impact environnemental des biens. Ce point a souvent été leur principal argument. La firme peut avoir intérêt à la faire lorsque le coût de production (c) et le coût de mise au rebut (s_f) sont faibles et lorsque la qualité du bien se détériore fortement entre les deux périodes (V_U^l faible). Les auteurs calculent ensuite le profit et l'impact environnemental du monopole par période à l'équilibre stationnaire.

Les auteurs se livrent ensuite au même exercice de détermination de l'équilibre stationnaire lorsque le monopole vend le bien. Dans ce cas, toutes les unités usagées sont utilisées jusqu'à ce qu'elles deviennent inutilisables.

La problématique principale de l'article est de comparer l'impact environnemental de la location et de la vente du bien durable. La location ne pouvant pas être imposée au monopole, les auteurs commencent par rechercher pour quelles valeurs des paramètres le monopole a intérêt à choisir cette solution. Ils tracent ensuite la frontière de la zone où la location a un impact environnemental plus faible que la vente du bien. Les auteurs présentent leurs résultats graphiquement en représentant les deux frontières dans l'espace (s_f, s_c) . Dans leur discussion, les auteurs distinguent le cas où le monopole retire des unités usagées du marché lorsqu'elles sont louées et le cas où il choisit de ne pas le faire. Lorsque le monopole décide de ne pas retirer d'unités usagées du marché lorsqu'il choisit la location, la location est plus profitable que la vente si s_f est suffisamment faible par rapport à s_c . Parallèlement, l'impact environnemental de la location est plus faible que celui de la vente seulement si s_f est suffisamment élevé par rapport à s_c . L'impact environnemental par unité produite est le même ($i_p + i_1 + i_2 + i_d$) que le bien soit vendu ou loué. Pour que l'impact environnemental de la location soit plus faible, il faut que la firme réduise son volume total de production. Elle ne doit donc pas avoir un avantage trop fort en coût lorsque le bien est loué. Mais, elle doit tout de même avoir un avantage suffisant pour que le monopole préfère la location. Lorsqu'une partie des unités usagées sont retirées du marché par la firme lorsqu'elle loue le bien, la comparaison fait intervenir un plus grand nombre d'effets. Notamment, retirer des unités usagées est bon pour l'environnement si i_2 est élevé par rapport à $i_p + i_1 + i_d$ mais plutôt mauvais dans le cas opposé. Louer le bien réduit le nombre d'unités usagées utilisées, ce qui améliore l'environnement si l'utilisation de ces unités s'avèrent très polluantes. En revanche, louer le bien a tendance à accroître la production du bien et le stock de déchets puisqu'une partie de la production

part à la casse avant d'être totalement inutilisable. L'impact environnemental de la location serait donc favorable pour les biens dont l'essentiel de la pollution est générée pendant leur utilisation (imprimantes, photocopieurs, voitures), mais défavorable pour les biens dont l'essentiel de l'impact environnemental est lié à la gestion des déchets (ordinateurs, téléphones portables, etc). Dans les deux cas que les auteurs ont distingué, il existe une zone des paramètres dans laquelle la location est plus rentable et plus verte. Mais, dans les deux cas, il existe aussi une zone où elle est plus rentable et moins verte. Le débat sur la possibilité que la location soit plus verte que la vente du bien s'est beaucoup focalisé sur le fait de savoir si la location encourageait les firmes à remettre les biens loués en l'état pour les conserver plus longtemps sur le marché ou à les retirer prématurément. Le message principal des auteurs est que répondre à cette question n'est pas suffisant pour savoir si la location du bien est une stratégie plus verte. Les résultats de leur modèle montrent que d'autres aspects doivent être pris en compte.

Les auteurs discutent ensuite de l'impact potentiel d'un certain nombre de mesures que les lobbies écologistes cherchent souvent à faire adopter. Augmenter s_f inciterait les firmes à prolonger la durée de vie de leurs produits. Dans le modèle, si le monopole loue le bien et qu'il retire une partie des unités usagées du marché, une augmentation de s_f l'incite à laisser plus d'unités usagées sur le marché. L'impact environnemental de cette mesure dépend du rapport entre i_2 et $i_p + i_1 + i_d$. Si i_2 est élevé, ce type de mesure peut se révéler contre-productif. Une augmentation de s_f peut aussi inciter le monopole à renoncer à louer le produit et à choisir de le vendre, ce qui peut augmenter l'impact environnemental. Les auteurs discutent aussi de la possibilité de rendre la durabilité du bien endogène. Le modèle devient difficile à résoudre analytiquement. Numériquement, les auteurs ont trouvé que la firme choisissait une durée de vie (faiblement) supérieure lorsque le bien était loué. Cette augmentation de la durée de vie des produits peut réduire i_2 car une unité usagée pollue moins si elle est moins dégradée. En revanche, les unités usagées sont utilisées plus longtemps. i_2 est donc plus faible, mais il s'applique pendant une période plus longue. L'effet total est donc ambigu.

7.2 Taxation de la pollution et durabilité du bien

Goering et Boyce (1999) étudient l'impact d'une taxe à la Pigou sur les émissions de pollution des firmes dans un oligopole produisant un bien durable et choisissant la durabilité de ce bien.

Le modèle comprend n firmes produisant un bien durable. A chaque instant t , chacune des firmes choisit une quantité $q_i(t)$ et un degré de durabilité du bien $\rho_i(t)$. $\phi(t-s, \rho_i(t))$ est la fraction des biens produits à la date s qui sont encore en état de fonctionnement à la date t . Pour un niveau de solidité du bien donné, le coût marginal de production des firmes est constant. Les coûts de production de la firme i à l'instant t sont donc égaux à $c(\rho_i(t))q_i(t)$. $c(\cdot)$ est une fonction strictement croissante. $c(\cdot)$ peut être convexe ou concave. La production des firmes génère des émissions polluantes. Les émissions de la firme i à l'instant t sont données par $e(\rho_i(t), q_i(t))$. $e(\cdot)$ est une fonction croissante de ses deux arguments. Les autorités publiques

taxent ces émissions. La taxe unitaire est notée τ . Les auteurs supposent que les firmes maximisent leur profit intertemporel en étant capables de s'engager dès le début du jeu sur l'intégralité de leurs choix futurs. Le jeu correspond donc à des firmes louant le bien durable ou à des firmes qui vendent le bien, mais qui sont capables de s'engager à l'avance sur leur production future. Les stratégies jouées par les firmes sont des stratégies en boucle ouverte (*open loop strategies*), au sens où une firme ne modifie pas sa production si une autre firme agit différemment de ce qui était anticipé.

Propriétés de statiques comparatives : Les auteurs déterminent l'équilibre stationnaire de ce modèle et étudient ses propriétés de statiques comparatives.

$\rho_i(t)$ est indépendant de n si $\tau = 0$, mais pas si $\tau > 0$. Si les émissions dépendent uniquement du niveau de production (et pas du choix de durabilité du bien), $\rho_i(t)$ est une fonction décroissante [croissante] de n si on a des rendements d'échelle décroissants [croissants] au niveau des émissions de polluants. $\rho_i(t)$ est une fonction décroissante de n si les émissions de pollution dépendent uniquement de $\rho_i(t)$ (et pas de la quantité produite).

$\rho_i(t)$ est une fonction croissante de τ si les émissions ne dépendent que de la quantité produite. $\rho_i(t)$ est une fonction décroissante de τ si les émissions de pollution dépendent uniquement de $\rho_i(t)$.

Si $\tau = 0$, les rendements d'échelle étant constants, les firmes choisissent la valeur de $\rho_i(t)$ qui permettent de minimiser leurs coûts de production. On retrouve alors le résultat de Swan. Le choix de durabilité ne dépend pas de la structure du marché.

Si $e(\rho_i(t), q_i(t)) = q_i(t)$, donc si la taxation est proportionnelle à la quantité produite et indépendante de la durabilité du bien, les firmes choisissent d'augmenter la durabilité du bien lorsque $\tau > 0$. Rendre le bien plus durable permet d'atteindre le même stock de biens durables en état de fonctionner à un instant t tout en réduisant la production et donc le montant total des taxes. $\rho_i(t)$ reste indépendant de n . Si $e(\rho_i(t), q_i(t)) = e(q_i(t))$ et $e(\cdot)$ est convexe, $\rho_i(t)$ diminue avec n . La structure de marché qui correspond au bien le plus durable est le monopole. Si à l'opposé, $e(\cdot)$ est concave, $\rho_i(t)$ augmente avec n . Le monopole correspond alors à la durabilité du bien la plus faible. L'association du monopole avec le phénomène d'obsolescence planifiée n'est pas nécessairement vraie dans ce modèle. Le classement de $\rho_i(t)$ dans les différentes structures de marché dépend de la courbure de $e(\cdot)$.

Taxe optimale : Les auteurs cherchent ensuite à déterminer la valeur optimale de τ . Dans ce modèle, il y a trois distorsions que la taxe va chercher à corriger. La pollution crée une externalité négative pour le reste de la société, l'industrie a donc tendance à produire trop. Dans un oligopole, les firmes tiennent compte de leur pouvoir de marché et réduisent leur production pour provoquer une hausse du prix de vente. Un oligopole a donc tendance à produire trop peu. Le choix de durabilité des firmes peut ne pas être optimal. La

littérature économique antérieure a pris en compte les deux premières distorsions. Elle a notamment montré que le montant de la taxe à la Pigou optimale est plus faible si l'industrie est en situation de monopole que si elle est concurrentielle. Les auteurs vont montrer que cette comparaison peut être renversée si on rend endogène le choix de durabilité du bien.

Les auteurs paramètrent leur modèle de façon à ce que la valeur optimale de la taxe τ soit égale à 1 dans une industrielle concurrentielle. Si $\rho_i(t)$ est exogène, on retrouve le résultat habituel. Dans un oligopole, $\tau < 1$. Les auteurs rendent ensuite $\rho_i(t)$ endogène. Ils considèrent une fonction de demande inverse pour les services du bien linéaire et une fonction de survie des produits, elle aussi, linéaire. Ils supposent enfin $e(\rho_i(t), q_i(t)) = e(q_i(t))$. Si $c''(\cdot) = 0$, $\tau = 1$. Si $c''(\cdot) < 0$, $\tau > 1$. Si $c''(\cdot) > 0$, $\tau < 1$. La comparaison de la taxe optimale dans un oligopole et dans une industrie concurrentielle dépend de la courbure de la fonction du coût unitaire de production par rapport à la durabilité du bien. Une augmentation de τ incite les firmes à augmenter ρ_i et à réduire $q_i(t)$. Si le coût unitaire augmente de façon convexe, les autorités publiques ne souhaitent pas que les firmes augmentent trop ρ_i , elles choisissent donc $\tau < 1$. A l'opposé si le coût unitaire est concave, il est souhaitable d'encourager les firmes à augmenter la durabilité du bien en taxant plus fortement la production.

8 Conseils de lecture

Waldman (2003) propose une synthèse de la littérature portant sur les biens durables.

References

- [1] ABEL A. (1983), Market structure and the durability of goods, *Review of Economic Studies*, 50, 625-637.
- [2] AGRAWAL Vishal V., Mark FERGUSON, L. Beril TOKTAY et Valerie M. THOMAS (2012), Is leasing greener than selling?, *Management Science*, 58 (3), 523-533.
- [3] AKERLOF George A. (1970), The market for lemons: Qualitative uncertainty and the market mechanism, *Quarterly Journal of Economics*, 84 (3), 488-500.
- [4] ANDERSON S. P. et V. A. GINSBURGH (1994), Price 'discrimination' via second-hand markets', *European Economic Review*, 38, 23-44.
- [5] AUERNHEIMER L. et T. R. SAVING (1977), Market Organization and the durability of durable goods, *Econometrica*, 45 (1), 219-228.
- [6] AUSUBEL L. et R. DENECKERE (1987), One is almost enough for monopoly, *Rand Journal of Economics*, 18 (2), 255-274.
- [7] AUSUBEL L. et R. DENECKERE (1989), Reputation in bargaining and durable goods monopoly, *Econometrica*, 57 (), 511-531.
- [8] AVINGER R. (1981), Product durability and market structure: some evidence, *Journal of Industrial Economics*, 29, 357-374.
- [9] BAGNOLI M., S. W. SALANT et J. E. SWIERZBINSKI (1989), Durable-goods monopoly with discrete demand, *Journal of Political Economy*, 97 (), 1459-1478.
- [10] BARRO Robert J. (1972), Monopoly and contrived depreciation, *Journal of Political Economy*, 80 (3), 598-602.
- [11] BASU Kaushik (1988), Why monopolists prefer to make their goods less durable, *Economica*, 55 (220), 541-546.
- [12] BAZIN-BEUST Delphine (2017), *L'essentiel du droit de la consommation*, 2ème édition, Gualino.
- [13] BELLEFLAMME Paul et Martin PEITZ (2015), *Industrial Organization: Markets and Strategies*, Cambridge University Press, seconde édition.
- [14] BENJAMIN D.K. et R.C. KORMENDI (1974), The interrelationship between the markets for new and used durable goods, *Journal of Law and Economics*, 17 (2), 381-401.

- [15] BENSAID B. et J.-P. LESNE (1996), Dynamic monopoly pricing with network externalities, *International Journal of Industrial Organization*, 14 , 837-855.
- [16] BHASKARAN S. et S. GILBERT (2009), Implications of channel structure for leasing or selling durable goods, *Marketing Sci.*, 28 (5), 918-934.
- [17] BHATT S. (1989), Demand uncertainty in a durable goods monopoly, *International Journal of Industrial Organization*, 7, 341-355.
- [18] BIEHL A. (2001), Durable-goods monopoly with stochastic values, *Rand Journal of Economics*, 32, 565-577.
- [19] BLONIGEN Bruce A., Christopher R. KNITTEL et Anson SODERBERY (2017), Keeping it fresh: Strategic product redesigns and welfare, *International Journal of Industrial Organization*, 53 (), 170-214.
- [20] BOND E. (1982), A direct test of the 'lemons' model: The market for used pickup trucks, *American Economic Review*, 72, 836-840.
- [21] BOND E. (1984), Test of the lemons model: Reply, *American Economic Review*, 74, 801-804.
- [22] BOND Eric W. et Larry SAMUELSON (1984), Durable good monopolies with rational expectations and replacement sales, *Rand Journal of Economics*, 15 (3), 336-345.
- [23] BOND Eric W. et Larry SAMUELSON (1987a), Durable goods, market structure and the incentives to innovate, *Economica*, 54 (213), 57-67.
- [24] BOND Eric W. et Larry SAMUELSON (1987b), The Coase conjecture does not hold for durable good monopolies with depreciation, *Economics Letters*, 24, 93-97.
- [25] BORENSTEIN S., J. MACKIE-MASON et J. NETZ (1995), Antitrust policy in aftermarket, *Antitrust Law Journal*, 63, 455-482.
- [26] BORG Kevin (2012), Les sens perdus du garagiste. Comment le savoir-faire a été disqualifié dans l'univers automobile américain, *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 59 (3), 19-47.
- [27] BUCOVETSKY Sam et John CHILTON (1986), Concurrent renting and selling in a durable goods monopoly under threat of entry, *Rand Journal of Economics*, 17 (2), 261-275.
- [28] BULOW Jeremy I. (1982), Durable goods monopolists, *Journal of Political Economy*, 90 (2), 314-332.
- [29] BULOW Jeremy I. (1986), An economic theory of planned obsolescence, *Quarterly Journal of Economics*, 101 (4), 729-749.

- [30] BUTZ David A. (1990), Durable-good monopoly and best-price provisions, *American Economic Review*, 80 (5), 1062-1076.
- [31] CALEM P. (1997), Durable-goods monopoly with limited choice of commitment strategy: when should the monopolist precommit?, *Southern Journal of Economics*, 64, 104-117.
- [32] CARLTON D. et R. GERTNER (1989), Market power and mergers in durable-good industries, *Journal of Law and Economics*, 32, S203-S226.
- [33] CARLTON D. W. et M. WALDMAN (2010), Competition, monopoly, and aftermarkets, *Journal of Law, Economics, and Organization*, 26 (1), 54-91.
- [34] CHAMBERLIN E. H. (1957), The product as an economic variable, In *Towards a more general theory of value*, Oxford University Press, New York.
- [35] CHEN J., S. ESTEBAN et M. SHUM (2013), When do secondary markets harm firms?, *American Economic Review*, 103, 2911-2934.
- [36] CHEN Z. et T. ROSS (1993), Refusals to deal, price discrimination, and independent service organizations, *Journal of Economics and Management Strategy*, 2, 593-614.
- [37] CHEN Z. et T. ROSS (1998), Orders to supply as substitutes for commitments to aftermarkets, *Canadian Journal of Economics*, 31, 1204-1224.
- [38] CHEN Z., T. ROSS et W. STANBURY (1998), Refusals to deal and aftermarkets, *Review of Industrial Organization*, 13, 131-151.
- [39] CHEVALIER J. et A. GOOLSBEE (2009), Are durable goods consumers forward-looking? Evidence from college textbooks, *Quarterly Journal of Economics*, 124, 1853-1884.
- [40] CHIH-YI CHI Woody et Shufen WU (2006), Intertemporal quality discrimination of a durable good monopolist, *Economics Letters*, 92 (), 184-191.
- [41] CHOI Jay Pil (1994), Network externality, compatibility choice, and planned obsolescence, *Journal of Industrial Economics*, 42 (2), 167-182.
- [42] CHOI J.P. (2001), Planned obsolescence as a signal of quality, *International Economic Journal*, 15, 59-79.
- [43] COASE R. H. (1972), Durability and monopoly, *Journal of Law & Economics*, 15 (1), 143-149.
- [44] CONLISK John, Eitan GERSTNER et Joel SOBEL (1984), Cyclic pricing by a durable goods monopolist, *Quarterly Journal of Economics*, 99 (3), 489-505.

- [45] COURTY P. (2003), Some economics of ticket resale, *Journal of Economic Perspectives*, 17 (), 85-97.
- [46] DANA J. et J. FONG (2006), Long-lived consumers, intertemporal bundling, and tacit collusion, mimeo.
- [47] DANNORITZER Cosima (2010), *The light bulb conspiracy*, documentaire. Diffusé en 2011 par Arte sous le titre : *Prêt à jeter*. [Accessible sur YouTube https://www.youtube.com/watch?v=Y_fHAIfoqcQ].
- [48] DE GRABA P. (1994), No lease is short enough to solve the time inconsistency problem, *Journal of Industrial Economics*, 42, 361-374.
- [49] DE GRABA P. (1995), Buying frenzies and seller-induced excess demand, *Rand Journal of Economics*, 26, 331-342.
- [50] DENECKERE R. et M. LIANG (2008), Imperfect durability and the Coase conjecture, *Rand Journal of Economics*, 39, 1-19.
- [51] DENECKERE R. J. et R. P. McAFEE (1996), Damaged goods, *Journal of Economics and Management Strategy*, 5, 149-174.
- [52] DENICOLÒ Vincenzo et Paolo G. GARELLA (1999), Rationing in a durable goods monopoly, *Rand Journal of Economics*, 30 (1), 44-55.
- [53] DESAI P. et D. PUROHIT (1998), Leasing and selling: Optimal marketing strategies for a durable goods firm, *Management Science*, 44, S19-S34.
- [54] DESAI P. et D. PUROHIT (1999), Competition in durable goods markets: The strategic consequences of leasing and selling, *Marketing Sci.*, 18 (1), 42-58.
- [55] DHEBAR A. (1994), Durable-goods monopolists, rational consumers, and improving products, *Marketing Science*, 13, 100-120.
- [56] DUDEY M. (1995), On the foundation of dynamic monopoly theory, *Journal of Political Economy*, 103, 893-902.
- [57] DUPONT Nicolas (2014), Peut-on en finir avec l'obsolescence programmée ?, *Contrats Concurrence Consommation*, 10 (octobre), étude 10.
- [58] ELLISON Glenn et Drew FUDENBERG (2000), The neo-luddite's lament: Excessive upgrades in the software industry, *Rand Journal of Economics*, 31 (2), 253-272.
- [59] ENGERS M., M. HARTMANN et S. STERN (2009), Are lemons really hot potatoes?, *International Journal of Industrial Organization*, 27, 250-263.

- [60] ESTEBAN S. et M. SHUM (2007), Durable-goods oligopoly with secondary markets: the case of automobiles, *Rand Journal of Economics*, 38, 332-354.
- [61] ESTEVES R-B. et C. REGGIANI (2014), Elasticity of demand and behaviour-based price discrimination, *International Journal of Industrial Organization*, 32, 46-56.
- [62] FISHER Franklin M., Zvi GRILICHES et C. KAYSEN (1962), The costs of automobile model changes since 1949, *Journal of Political Economy*, 70, 433-451.
- [63] FISHMAN Arthur, Neil GANDAL et Oz SHY (1993), Planned obsolescence as an engine of technological progress, *Journal of Industrial Economics*, 41 (4), 361-370.
- [64] FISHMAN Arthur et Rafael ROB (2000), Product innovation by a durable-good monopoly, *Rand Journal of Economics*, 31 (2), 237-252.
- [65] FUDENBERG Drew et Jean TIROLE (1998), Upgrades, trade-ins, and buybacks, *Rand Journal of Economics*, 29 (2), 235-258.
- [66] FUDENBERG Drew et J. TIROLE (2000), Customer poaching and brand switching, *Rand Journal of Economics*, 31, 634-657.
- [67] GALE I. et T. HOLMES (1993), Advance-purchase discounts and monopoly allocation of capacity, *American Economic Review*, 83 (), 135-146.
- [68] GENESOVE D. (1993), Adverse selection in the wholesale used car market, *Journal of Political Economy*, 101, 644-665.
- [69] GILLIGAN T. (2004), Lemons and leases in the used business aircraft market, *Journal of Political Economy*, 112, 1157-1180.
- [70] GOERING Gregory E. (1992a), Oligopolies and product durability, *International Journal of Industrial Organization*, 10 () 55-63.
- [71] GOERING Gregory E. (1992b), Innovation, product durability, and market structure, *Journal of Economics and Management Strategy*, 1 (4), 699-723.
- [72] GOERING Gregory E. (1993), Durability choice under demand uncertainty, *Economica*, 60 (240), 397-411.
- [73] GOERING G. (1997), Product durability and moral hazard, *Review of Industrial Organization*, 12, 399-411.

- [74] GOERING Gregory E. (2000), Durable goods monopoly, buyer uncertainty, and concurrent selling and renting, *Metroeconomica*, 51, 413-434.
- [75] GOERING Gregory E. (2007), Durability choice with differentiated products, *Research in Economics*, 61 (), 105-112.
- [76] GOERING Gregory E. (2008), Socially concerned firms and the provision of durable goods, *Economic Modelling*, 25 () 575-583.
- [77] GOERING Gregory E. (2010), Corporate social responsibility, durable-goods and firm profitability, *Managerial and Decision Economics*, 31 (7), 489-496.
- [78] GOERING Gregory E. et John R. BOYCE (1999), Emissions taxation in durable goods oligopoly, *Journal of Industrial Economics*, 47 (1), 125-143.
- [79] GOERING G. et M. PIPPENGER (2002), Durable goods monopoly and forward markets, *International Journal of the Economics of Business*, 9 (2), 271-282.
- [80] GOERING Gregory E. et Sudipta SARANGI (2012), Durable goods produced by state owned enterprises, *Economic Modelling*, 29 (), 893-899
- [81] GOETTLER R.L. et B.R. GORDON (2011), Does AMD spur intel to innovate more?, *Journal of Political Economy*, 119, 1141-1200.
- [82] GOWRISANKARAN G. et M. RYSMAN (2012), Dynamics of consumer demand for new durable goods, *Journal of Political Economy*, 120, 1173-1219.
- [83] GREENSTEIN S.M. et J.B. WADE (1998), The product life cycle in the commercial mainframe computer market, 1968-1982, *Rand Journal of Economics*, 29 (4), 772-789.
- [84] GROUT Paul A. et In-Uck PARK (2005), Competitive planned obsolescence, *Rand Journal of Economics*, 36 (3), 596-612.
- [85] GUL Faruk (1987), Noncooperative collusion in durable goods oligopoly, *Rand Journal of Economics*, 18 (2), 248-254.
- [86] GUL F., H. SONNENSCHNEIN et R. WILSON (1986), Foundations of dynamic monopoly and the Coase conjecture, *Journal of Economic Theory*, 39, 155-190.
- [87] HAHN Jong-Hee (2006), Damaged durable goods, *Rand Journal of Economics*, 37 (1), 121-133.
- [88] HENDEL Igal et Alessandro LIZZERI (1999a), Interfering with secondary markets, *Rand Journal of Economics*, 30 (1), 1-21.

- [89] HENDEL Igal et Alessandro LIZZERI (1999b), Adverse selection in durable goods markets, *American Economic Review*, 89 (5), 1097-1115.
- [90] HENDEL Igal et Alessandro LIZZERI (2002), The role of leasing under adverse selection, *Journal of Political Economy*, 110 (1), 113-143.
- [91] HOPPE Heidrun et In Ho LEE (2002?), Entry deterrence and innovation in durable-goods monopoly, *European Economic Review*, .
- [92] HUANG S., Y. YANG et K. ANDERSON (2001), A theory of finitely durable goods monopoly with used-goods market and transaction costs, *Management Sci.*, 47 (11), 1515-1532.
- [93] IIZUKA Toshiaki (2007), An empirical analysis of planned obsolescence, *Journal of Economics and Management Strategy*, 16 (1), 191-226.
- [94] JOHNSON Justin P. (2011), Secondary markets with changing preferences, *Rand Journal of Economics*, 42 (3), 555-574.
- [95] JOHNSON Justin P. et Michael WALDMAN (2003), Leasing, lemons, and buybacks, *Rand Journal of Economics*, 34 (2), 247-265.
- [96] JOHNSON Justin P. et Michael WALDMAN (2010), Leasing, lemons and moral hazard, *Journal of Law and Economics*, 53, 307-328.
- [97] KAHN C. (1986), The durable goods monopolist and consistency with increasing costs, *Econometrica*, 54, 275-294.
- [98] KAMIEN M. I. et N. L. SCHWARTZ (1974), Product durability under monopoly and competition, *Econometrica*, 42 (mars), 289-301.
- [99] KARP L. et J. PERLOFF (1996), The optimal suppression of a low-cost technology by a durable-good monopoly, *Rand Journal of Economics*, 27, 346-364.
- [100] KATZ Michael L. et Carl SHAPIRO (1986), Technology adoption in the presence of network externalities, *Journal of Political Economy*, 94, 822-841.
- [101] KIM J. (1985), The market for 'lemons' reconsidered: A model of the used car market with asymmetric information, *American Economic Review*, 75, 836-843.
- [102] KIM M. (2013), Strategic responses to used-goods markets: Airbus and Boeing since 1997, mimeo.
- [103] KINOKUNI H. (1999), Repair market structure, product durability, and monopoly, *Australian Economic Papers*, 38, 343-353.

- [104] KINOKUNI Hiroshi, Takao OHKAWA et Makoto OKAMURA (2010), “Planned antiobsolescence” occurs when consumers engage in maintenance, *International Journal of Industrial Organization*, 28 (), 441-450.
- [105] KLEIMAN E. et T. OPHIR (1966), Durability of durable goods, *Review of Economic Studies*, 33, 165-178.
- [106] KRISTIANSEN Eirik Gaard (2006), R&D and buyers’ waiting option, *Journal of Industrial Economics*, 54 (1), 31-42.
- [107] KÜHN K. (1998), Intertemporal price discrimination in frictionless durable goods monopolies, *Journal of Industrial Economics*, 46, 101-114.
- [108] KÜHN Kai-Uwe et A. Jorge PADILLA (1996), Product line decisions and the Coase conjecture, *Rand Journal of Economics*, 27 (2), 391-414.
- [109] KUMAR P. (2002), Price and quality discrimination in durable goods monopoly with resale trading, *International Journal of Industrial Organization*, 20 (9), 1313-1339.
- [110] LATOUCHE S. (2012), *Bon pour la casse. Les dérives de l’obsolescence programmée*, Les liens qui libèrent, Paris.
- [111] LEE S. (2006), Durable goods monopolists and backward compatibility, *Japanese Economic Review*, 57, 141-155.
- [112] LEE In Ho et Jonghwa LEE (1998), A theory of economic obsolescence, *Journal of Industrial Economics*, 46 (3), 383-401.
- [113] LEVHARI David et Y. PELES (1973), Market structure, quality and durability, *Bell Journal of Economics*, 4, 235-248.
- [114] LEVHARI David et T. N. SRINIVASAN (1969), Durability of consumption goods: Competition versus monopoly, *American Economic Review*, 59 (1), 102-107.
- [115] LEVINTHAL Daniel A. et Devavrat PUROHIT (1989), Durable goods and product obsolescence, *Marketing Science*, 8 (1), 35-56.
- [116] LEWIS G. (2011), Asymmetric information, adverse selection, and online disclosures: The case of eBay motors, *American Economic Review*, 101, 1535-1546.
- [117] LIBAERT Thierry (2015), Consommation et controverse : le cas de l’obsolescence programmée, *Hermès*, 73, 151-158.

- [118] LIEBOWITZ S. J. (1982), Durability, market structure, and new-used goods models, *American Economic Review*, 72 (4), 816-824.
- [119] LONDON Bernard (1932), *Ending the depression through planned obsolescence*, New York [Traduction française : En finir avec la crise grâce à l'obsolescence planifiée, *Ecologie & politique*, 2012, 44, 167-179].
- [120] MAITRE-EKERN Eléonore et Carl DALHAMMAR (2016), Regulating planned obsolescence: A review of legal approaches to increase product durability and reparability in Europe, *Review of European Community & International Environmental Law*, 25 (3), 378-394.
- [121] MALUEG David A. et John L. SOLOW (1987), On requiring the durable goods monopolist to sell, *Economics Letters*, 25 () 283-288.
- [122] MALUEG David A. et John L. SOLOW (1989), A note on welfare in the durable-goods monopoly, *Economica*, 56 (224), 523-527.
- [123] MALUEG David A., John L. SOLOW et C. KAHN (1988), Erratum (to The durable goods monopolist and consistency with increasing costs, by C. Kahn), *Econometrica*, 56, 754.
- [124] MANN Duncan P. (1992), Durable goods monopoly and maintenance, *International Journal of Industrial Organization*, 10, 65-79.
- [125] MARTIN D. D. (1962), Monopoly power and the durability of durable goods, *Southern Economic Journal*, 28, 271-277.
- [126] MIAO Chun-Hui (2010), Tying, compatibility and planned obsolescence, *Journal of Industrial Economics*, 58 (3), 579-606.
- [127] MIAO Chun-Hui (2011), Planned obsolescence and monopoly undersupply, *Information Economics and Policy*, 23 (), 51-58.
- [128] MILLER Laurence H. Jr. (1961), On the theory of demand for consumer durables, *Southern Economic Journal*, 27, 298-304.
- [129] MILLER Laurence H. Jr. (1974), On killing off the market for used textbooks and the relationship between markets for new and secondhand goods, *Journal of Political Economy*, 82 (3), 612-619.
- [130] MÖLLER M. et M. WATANABE (2010), Advance purchase discounts versus clearance sales, *Economic Journal*, 120, 1125-1148.
- [131] MONTEZ João (2013), Inefficient sales delays by a durable-good monopoly facing a finite number of buyers, *Rand Journal of Economics*, 44 (3), 425-437.

- [132] MOORTHY K.S. et I.P.L. PNG (1992), Market segmentation, cannibalization, and the timing of product innovations, *Management Science*, 38, 345-359.
- [133] MORITA Hodaka et Michael WALDMAN (2004), Durable goods, monopoly maintenance, and time inconsistency, *Journal of Economics & Management Strategy*, 13 (2), 273-302.
- [134] MULLER E. et Y. PELES (1988), The dynamic adjustment of optimal durability and quality, *International Journal of Industrial Organization*, 6, 499-507.
- [135] MULLER E. et Y. PELES (1990), Optimal dynamic durability, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 14, 709-719.
- [136] MUSSA Michael et Sherwin ROSEN (1978), Monopoly and product quality, *Journal of Economic Theory*, 18 (), 301-317.
- [137] NAHM Jae (2004), Durable-goods monopoly with endogenous innovation, *Journal of Economics and Management Strategy*, 13 (2), 303-319.
- [138] NOCKE Volker et Martin PEITZ (2003), Hyperbolic discounting and secondary markets, *Games and Economic Behavior*, 44 (), 77-97.
- [139] NOCKE V. et M. PEITZ (2007), A theory of clearance sales, *Economic Journal*, 117, 964-990.
- [140] NOCKE V., M. PEITZ et F. ROSAR (2011), Advance-purchase discounts as a price-discrimination device, *Journal of Economic Theory*, 146, 141-162.
- [141] OLSEN T. (1992), Durable goods monopoly, learning by doing and the Coase conjecture, *European Economic Review*, 36, 157-177.
- [142] PARKS Richard W. (1974), The demand and supply of durable goods and durability, *American Economic Review*, 64 (1), 37-55.
- [143] PARKS Richard W. (1979), Durability, maintenance and the price of used assets, *Economic Inquiry*, 17 (avril), 197-217.
- [144] PESENDORFER Wolfgang (1995), Design innovation and fashion cycles, *American Economic Review*, 85 (4), 771-792.
- [145] PETERSON Jonathan R. et Henry S. SCHNEIDER (2014), Adverse selection in the used-car market: evidence from purchase and repair patterns in the Consumer Expenditure Survey, *Rand Journal of Economics*, 45 (1), 140-154.

- [146] PNG I.P.L. (1991), Most favored-customer protection versus price discrimination over time, *Journal of Political Economy*, 99, 1010-1028.
- [147] PRATT M. et G. HOFFER (1984), Test of the lemons model: Comment, *American Economic Review*, 74, 798-800.
- [148] PUROHIT D. (1992), Explaining the relationship between the markets for new and used durable goods: The case of automobiles, *Marketing Science*, 11 (2), 154-167.
- [149] PUROHIT D. (1994), What should you do when your competitors send in the clones?, *Marketing Science*, 13, 392-411.
- [150] RAMM Wolfhard (1974), On the durability of capital goods under imperfect market conditions, *American Economic Review*, 64, 787-796.
- [151] RAVIV Artur et Eitan ZEMEL (1977), Durability of capital goods: Taxes and market structure, *Econometrica*, 45, 703-717.
- [152] RUST John (1985), Stationary equilibrium in a market for durable assets, *Econometrica*, 53 (), 783-805.
- [153] RUST John (1986), When is it optimal to kill off the market for used durable goods?, *Econometrica*, 54 (1), 65-86.
- [154] SASAKI D. et R. STRAUSZ (2008), Collusion and durability, mimeo.
- [155] SCHIRALDI Pasquale et Francesco NAVA (2012), Resale and collusion in a dynamic market for semi-durable goods, *Journal of Industrial Economics*, 60 (2), 274-298.
- [156] SCHMALENSEE Richard L. (1970), Regulation and the durability of goods, *Bell Journal of Economic Goods and Management Science*, 1 (1), 54-64.
- [157] SCHMALENSEE Richard (1974), Market structure, durability and maintenance effort, *Review of Economic Studies*, 41 (2), 277-287.
- [158] SCHMALENSEE Richard (1979), Market structure, durability, and quality: A selective survey, *Economic Inquiry*, 17 (April), 177-196.
- [159] SIEPER E. et Peter L. SWAN (1973), Monopoly and competition in the market for durable goods, *Review of Economic Studies*, 40, 333-351.
- [160] SLADE G. (2006), *Made to break - Technology and obsolescence in America*, Harvard University Press, Cambridge MA.
- [161] SOBEL Joel (1984), The timing of sales, *Review of Economic Studies*, 51 (3), 353-368.

- [162] SOBEL Joel (1991), Durable goods monopoly with entry of new consumers, *Econometrica*, 59 (5), 1455-1485.
- [163] STOKEY Nancy L. (1979), Intertemporal price discrimination, *Quarterly Journal of Economics*, 93, 355-371.
- [164] STOKEY N. L. (1981), Rational expectations and durable goods pricing, *Bell Journal of Economics*, 12, 112-128.
- [165] STOLYAROV D. (2002), Turnover of used durables in a stationary equilibrium: Are older goods traded more?, *Journal of Political Economy*, 110 (6), 1390-1413.
- [166] STRAUSZ Roland (2009), Planned obsolescence as an incentive device for unobservable quality, *Economic Journal*, 119 (540), 1405-1421.
- [167] SU Teddy T. (1975), Durability of consumption goods reconsidered, *American Economic Review*, 65 (1), 148-157.
- [168] SUNDARARAJAN A. et A. GHOSE (2005), Software versioning and quality degradation? An exploratory study of the evidence, mimeo.
- [169] SUSLOW V.Y. (1986), Estimating monopoly behavior with competitive recycling: An application to Alcoa, *Rand Journal of Economics*, 17 (3), 389-403.
- [170] SWAN Peter L. (1970), Durability of consumption goods, *American Economic Review*, 60 (5), 884-894.
- [171] SWAN Peter L. (1971), The durability of goods and the regulation of monopoly, *Bell Journal of Economics and Management Science*, 2 (1), 347-357.
- [172] SWAN Peter L. (1972), Optimum durability, second-hand markets, and planned obsolescence, *Journal of Political Economy*, 80 (3), 575-585.
- [173] SWAN Peter L. (1977), Product durability under monopoly and competition: Comment, *Econometrica*, 45 (1), 229-235.
- [174] SWAN Peter L. (1980), ALCOA: The influence of recycling on monopoly power, *Journal of Political Economy*, 88 (1), 76-99.
- [175] SWAN Peter L. (1981), Durability and taxes: Market structure and quasi-capital market distortion, *Econometrica*, 49 (2), 425-435.
- [176] TAKEYAMA Lisa N. (2002), Strategic vertical differentiation and durable goods monopoly, *Journal of Industrial Economics*, 50 (1), 43-56.

- [177] THUM M. (1994), Network externalities, technological progress, and the competition of market contracts, *International Journal of Industrial Organization*, 12, 269-290.
- [178] UTAKA Atsuo (2000), Planned obsolescence and marketing strategy, *Managerial and Decision Economics*, 21 (8), 339-344.
- [179] UTAKA Atsuo (2006a), Planned obsolescence and social welfare, *Journal of Business*, 79 (1), 137-147.
- [180] UTAKA Atsuo (2006b), Durable-goods warranties and social welfare, *Journal of Law, Economics, & Organization*, 22 (2), 508-522.
- [181] VAN ACKERE A. et D. J. REYNIERS (1995), Trade-ins and introductory offers in a monopoly, *Rand Journal of Economics*, 26, 58-74.
- [182] VAN CAYSEELE P. (1991), Consumer rationing and the possibility of intertemporal price discrimination, *European Economic Review*, 35, 1473-1484.
- [183] VON DER FEHR N-H. et K-U. KÜHN (1995), Coase versus Pacman: Who eats whom in the durable good monopoly?, *Journal of Political Economy*, 103, 785-812.
- [184] WALDMAN Michael (1993), A new perspective on planned obsolescence, *Quarterly Journal of Economics*, 108 (1), 273-283.
- [185] WALDMAN Michael (1996a), Planned obsolescence and the R&D decision, *Rand Journal of Economics*, 27 (3), 583-595.
- [186] WALDMAN Michael (1996b), Durable goods pricing when quality matters, *Journal of Business*, 69 (4), 489-510.
- [187] WALDMAN Michael (1997), Eliminating the market for secondhand goods: An alternative explanation for leasing, *Journal of Law and Economics*, 40 (), 61-92.
- [188] WALDMAN Michael (2003), Durable goods theory for real world markets, *Journal of Economic Perspectives*, 17 (1), 131-154.
- [189] WILSON C. (1988), On the optimal pricing policy of a monopolist, *Journal of Political Economy*, 96, 164-176.