Interconnexion de réseaux et qualité de l'infrastructure comme barrière à l'entrée : quels instruments de régulation ?

Edmond BARANES
Université d'Artois & Eurequa, Université de Paris I
Laurent FLOCHEL (*)
EPEE, Université d'Evry – Val d'Essone & Eurequa, Université de Paris I

1 Introduction

Le mouvement de déréglementation dans les industries de réseaux est maintenant bien entamé et a donné lieu au développement d'une très vaste littérature économique. Ces industries sont caractérisées par la coexistence d'une infrastructure et de services finals. Dans la plupart de ces industries, l'infrastructure est en monopole naturel alors que les services peuvent être mis en concurrence. Dans un tel cas, les opérateurs de services finals utilisent l'infrastructure, qualifiée alors d'*infrastructure essentielle*, comme un input auquel ils sont interconnectés et acquittent en contre-partie une charge d'accès.

Plusieurs expériences de déréglementation ont eu lieu dans différents secteurs et dans différents pays. Dans certains cas, l'ancien monopole a été démantelé, comme par exemple l'opérateur de télécommunications américain ATT en 1984. C'est également la méthode adoptée dans le secteur ferroviaire en France, avec la séparation de la SNCF en deux entités : le RFF gérant l'infrastructure et la SNCF offrant le service de transport. Dans d'autres cas, comme la libéralisation des télécommunications en Europe, l'intégration verticale a été maintenue. Dans cette situation, un des principaux rôle du régulateur est de contrôler les éventels abus de position dominante de l'opérateur intégré qui gère l'infrastructure essentielle. Les conditions d'accès à cette infrastructure constituent, en effet, des instruments lui permettant d'ériger des barrières à l'entrée. Ces conditions d'accès peuvent être d'ordres tarifaires ou non tarifaires. La littérature théorique sur ce sujet s'est focalisée principalement sur les conditions tarifaires, en

(*) Au moment de la révision de cet article, Laurent Flochel était également membre du CREST/LEI. Nous remercions David Encaoua, Anne Perrot, Patrick Rey ainsi que les participants du 11[e] congrès de l'*European Economic Association* tenu à Istanbul en août 1996. Cette version révisée a également bénéficié des nombreuses remarques de deux rapporteurs anonymes. Bien évidemment, toute erreur ou omission reste de notre seule responsabilité.

également de mettre en place des mécanismes incitatifs[5]. L'efficacité d'une telle régulation est donc nécessairement limitée. Dans ce contexte, nous déterminons les conséquences normatives lorsque l'agence ne peut réguler que le niveau de la charge d'accès, en laissant l'opérateur historique choisir librement la qualité de son infrastructure. L'abandon de l'instrument non tarifaire de régulation peut alors conduire à deux sources de pertes de bien-être : l'existence de *rentes d'accès incitatives* et une *distorsion des qualités offertes* par rapport à l'optimum social.

Nous distinguons trois situations d'ouverture à la concurrence. Dans les deux premiers cas, l'opérateur en place est bloqué par ses choix technologiques antérieurs déterminant la qualité de son service. Dans le troisième cas, nous supposons qu'il peut adapter sans coût sa technologie.

En premier lieu, nous examinons le cas où le régulateur attribue à un nouvel opérateur une licence pour l'exploitation d'une technologie de meilleure qualité. Nous montrons que si l'agence ne possède comme instrument de régulation que la charge d'accès, il doit alors laisser une *rente d'accès incitative* à l'opérateur historique. Cette rente ne provient pas d'une quelconque asymétrie d'information, mais constitue une incitation pour l'opérateur historique à améliorer la qualité de son infrastructure.

En second lieu, nous considérons le cas de l'attribution d'une licence d'opérateur à un nouveau concurrent. Celui-ci n'est pas contraint sur la qualité du service qu'il offre. Nous montrons alors qu'en régulant uniquement la charge d'accès, l'agence ne peut inciter l'opérateur historique à accroître la qualité de son infrastructure. Dans ce cas, le concurrent ne peut alors entrer qu'avec une plus faible qualité de service, ce qui induit une *distorsion dans les qualités offertes* par rapport à l'optimum social.

Enfin, nous supposons que l'opérateur en place peut ajuster sans coût sa technologie de service. Dans ce cas, nous montrons que la charge d'accès est un instrument suffisant de régulation.

Dans la section 2, nous décrivons le modèle et déterminons l'optimum social. La section 3 analyse la concurrence en prix sur le marché des services. Dans la section 4, nous étudions les deux régimes de régulation dans chacun des trois contextes d'ouverture à la concurrence. Enfin, la dernière section offre des remarques conclusives.

---

[5] Sur ce sujet, on pourra se reporter à Lewis et Sappington [1991], Laffont et Tirole [1993], chap.4 et Rovizzi et Thomson [1995].

2 Le modèle

Dans cette section, nous commençons par décrire les hypothèses du modèle, puis nous déterminons la solution d'optimum social, qui nous servira de point de référence pour l'analyse normative de la situation concurrentielle.

2.1 Les hypothèses

Nous considérons un bien réseau constitué de deux composantes complémentaires : l'infrastructure et les services. L'infrastructure de réseau peut représenter par exemple la boucle locale dans les télécommunications, le transport et la distribution dans le secteur électrique ou le réseau ferré dans l'industrie ferroviaire. Nous supposons que la duplication de l'infrastructure est impossible, ce qui lui donne le caractère de monopole naturel. En revanche, en aval, le marché des services est supposé potentiellement concurrentiel.

Nous considérons deux services (notés 1 et 2) de différentes qualités (s_1 et s_2). Nous supposons qu'il existe une unité de mesure commune permettant de comparer ces qualités avec celle de l'infrastructure, notée s_0. L'ensemble des qualités possibles pour s_0, s_1 et s_2 est $]0, \bar{s}]$. Cet intervalle représente le spectre des qualités technologiquement réalisables. D'autre part, la qualité du bien réseau perçue par le consommateur, $\tilde{s}$, est le minimum des qualités amont et aval, soit $\tilde{s} = Min\{s_0, s_i\}$, $i = 1, 2$.

Le coût de l'infrastructure est un coût fixe croissant vis à vis de la qualité, noté $F(s_0)$. Nous supposons également un coût d'utilisation marginal constant de l'infrastructure. Sans perte de généralité, nous pouvons normaliser ici ce coût à zéro. D'autre part, le coût marginal de production de chaque service est supposé constant vis-à-vis de la quantité et croissant vis-à-vis de la qualité. La fonction de coût total du service i est donnée par $C_i(q_i, s_i) = cs_iq_i$. En raison de la spécification de la qualité perçue des services, il convient de remarquer qu'il n'est jamais intéressant d'offrir un service de qualité supérieure à celle de l'infrastructure. Dans le cas contraire, on supporterait un surcoût inutile puisque la qualité perçue serait celle de l'infrastructure. Ceci permet de restreindre l'analyse au cas $s_i \leqslant s_0$, $i = 1, 2$.

Nous considérons un modèle de différenciation verticale à la Mussa & Rosen [1978] dans lequel chaque consommateur est représenté par sa disponibilité marginale à payer la qualité, notée θ. Les consommateurs sont supposés distribués uniformément sur le segment [0,1]. Chaque consommateur achète une unité de bien système i, au prix p_i, si son surplus net est positif, et n'achète rien sinon. Le surplus net d'un consommateur qui achète le bien i est donné par $V_i(p_i, s_i) = \theta s_i - p_i$, $i = 1, 2$.

En indiçant par i le service de plus haute qualité et par j celui de plus basse qualité, le consommateur marginal indifférent entre ces deux services est noté $\overline{\theta}$, et le consommateur indifférent entre consommer j ou ne rien consommer est noté $\widetilde{\theta}$:

$$\overline{\theta}(p_i, p_j) = \frac{p_i - p_j}{s_i - s_j} \ et \ \widetilde{\theta} = \frac{p_j}{s_j}.$$

Les fonctions de demande sont alors données par :

$$D_i(p_i, p_j) = \begin{cases} 0 \ si \ p_i \geqslant \min\{\widehat{p}_i(p_j), s_i\} \\ 1 - \overline{\theta}(p_i, p_j) \ si \ \widetilde{p}_i(p_j) \leqslant p_i \leqslant \widehat{p}_i(p_j) \ et \ p_i \leqslant s_i \\ 1 - \widetilde{\theta}(p_i, p_j) \ si \ p_i \leqslant \min\{\widetilde{p}_i(p_j), s_i\} \end{cases}$$

$$D_j(p_i, p_j) = \begin{cases} 0 \ si \ p_j \geqslant \min\{\widehat{p}_j(p_i), s_j\} \\ \overline{\theta}(p_i, p_j) - \widetilde{\theta}(p_i, p_j) \ si \ \widetilde{p}_i(p_j) \leqslant p_i \leqslant \widehat{p}_i(p_j) \ et \ p_j \leqslant s_j \\ 1 - \widetilde{\theta}(p_i, p_j) \ si \ p_j \leqslant \min\{\widetilde{p}_j(p_i), s_j\} \end{cases}$$

avec $\widetilde{p}_i(p_j) = p_j(s_i/s_j)$ et $\widehat{p}_i(p_j) = p_j + s_i - s_j$. Ces fonctions de demande sont continues en leurs prix respectifs.

Nous déterminons ensuite la solution d'optimum social.

2.2 L'optimum social

Nous supposons qu'un régulateur omnipotent et omniscient choisit le niveau des prix ainsi que les qualités des services et de l'infrastructure, de manière à maximiser une fonction de bien-être. Ceci revient à étudier, dans un cadre d'information complète, le cas d'un monopole public intégré qui offre les deux biens systèmes, c'est à dire l'infrastructure et les deux services. On note 1 le service de plus haute qualité. D'après la définition de la qualité perçue, la qualité de l'infrastructure à l'optimum est forcément la même que celle du service de plus haute qualité $(s_0 = s_1)$.

La fonction de bien-être social, notée W, est définie comme la somme du profit, noté f et du surplus des consommateurs, noté S^C :

$$W = f(p_1, p_2, s_1, s_2) + S^c(p_1, p_2, s_1, s_2).$$

Les fonctions de profit et de surplus des consommateurs sont données par :

$$\begin{aligned} f(p_1, p_2, s_1, s_2) &= (p_1 - cs_1)D_1(p_1, p_2) + (p_2 - cs_2)D_2(p_1, p_2) - F(s_0) \\ S^C(p_1, p_2, s_1, s_2) &= \int_{\widetilde{\theta}(p_2)}^{\overline{\theta}(p_1, p_2)} (\theta s_2 - p_2)d\theta + \int_{\overline{\theta}(p_1, p_2)}^{1} (\theta s_1 - p_1)d\theta. \end{aligned}$$

La maximisation de la fonction de bien-être conduit alors à une tarification des services au coût marginal[6], c'est à dire $p_1 = cs_1$ et $p_2 = cs_2$. D'autre part, il est intéressant de remarquer qu'à ces prix d'équilibre on a $\tilde{\theta}(p_2) = \overline{\theta}(p_1, p_2) = c$, ce qui traduit le fait que seul le service de plus haute qualité est offert. La taille du marché couvert par le monopole est alors donnée par $1 - \overline{\theta}(p_1, p_2)$, soit $(1 - c)$. Le marché couvert ne peut pas être plus important, puisqu'un consommateur de type θ inférieur à c ne peut jamais consommer quelque soit la qualité offerte. Nous montrons facilement que la qualité socialement optimale est la qualité la plus haute possible étant donné l'état des technologie, soit $s_0 = s_1 = \overline{s}$.

Le cadre de référence étant posé, nous pouvons à présent examiner la situation concurrentielle sur le marché des services avals. Nous donnons maintenant le cadre de cette analyse.

2.3 Le jeu

Nous examinons par la suite le cas de la libre concurrence en prix sur le marché des services avals. Nous envisageons pour cela trois situations différentes, dans chacune desquelles nous comparons deux régimes de régulation. Cette analyse revient à étudier trois variantes du jeu.

Dans les deux premières variantes du jeu, nous considérons une situation dans laquelle l'opérateur historique est contraint par ses choix technologiques antérieurs irréversibles. Il offre donc une qualité d'infrastructure égale à la qualité de son service $(s_1 = s_0)$.

La première variante du jeu examine le cas où le régulateur lance un appel d'offre pour attribuer une *licence d'exploitation d'une nouvelle technologie* de qualité supérieure (s_2) à un opérateur concurrent. Ce dernier peut alors entrer seulement si l'opérateur historique augmente sa qualité d'infrastructure. Cette première variante du jeu se résume alors à la détermination, dans une première étape, du niveau des variables de contrôle par le régulateur puis, dans une seconde étape, à une concurrence en prix simultanée entre les deux opérateurs.

La seconde variante du jeu envisage le cas d'une ouverture à la concurrence, dans laquelle le régulateur attribue une *licence d'opérateur* à

---

[6] Nous déterminons ici la solution de premier rang dans laquelle le producteur n'est pas soumis à une contrainte budgétaire. Pour $F(s_0) > 0$, ceci revient à considérer que les transferts vers ce producteur sont possibles. Cependant, dans la suite de l'analyse, nous considérerons que $F(s_0) = 0$ afin de concentrer notre analyse sur les aspects purement stratégiques du choix de la qualité l'infrastructure. Dans ce cas, la tarification au coût marginal respecte la contrainte budgétaire du producteur.

un nouvel acteur du marché. L'opérateur entrant choisit alors la qualité avec laquelle il va entrer sur le marché des services. Il est cependant contraint dans ce choix par le niveau de la qualité de l'infrastructure. La différence avec la variante précédent réside dans l'endogénéisation de la qualité du service par le concurrent avant l'étape de concurrence en prix.

Enfin, dans la dernière variante du jeu, nous étudions le cas de la libéralisation lorsque l'opérateur historique peut *adapter sa technologie à moindre coût*. Pour cela, nous considérons le jeu suivant. Dans une première étape, l'agence détermine le niveau de la charge d'accès et éventuellement de la qualité de l'infrastucture (si elle dispose de cet instrument). Dans une deuxième étape, l'opérateur historique choisit librement la qualité de son service et celle de son infrastructure si cette dernière n'est pas régulée. Dans une troisième étape, le concurrent décide ou non d'entrer et dans l'affirmative choisit également la qualité de son service. Enfin, les opérateurs se font concurrence en prix simultanément à la dernière étape du jeu.

Nous déterminons pour chacune de ces variantes l'équilibre sous-jeux parfait en procédant par induction amont.

La section suivante présente l'étape de concurrence en prix simultanée entre les deux opérateurs, commune aux trois variantes du jeu, pour un triplet (s_0, s_1, s_2) de qualités données.

3 Concurrence en prix sur le marché des services en aval

L'opérateur historique (1), intégré verticalement, gère l'infrastructure essentielle en monopole, de qualité s_0 et offre un service de qualité s_1. Un concurrent (2) peut entrer sur le marché aval afin d'offrir un service de qualité s_2. Pour offrir son service, celui-ci doit s'interconnecter à l'infrastructure de l'opérateur intégré. En contrepartie, il acquitte une charge d'accès unitaire, notée a. L'organisation de ce marché est représentée par la figure 1.

Les fonctions de profit de l'opérateur historique et de l'opérateur entrant sont données par :

$$\begin{aligned} f_1(p_1,p_2) &= (p_1 - cs_1)D_1(p_1,p_2) + aD_2(p_1,p_2) - F(s_0) \\ f_2(p_1,p_2) &= (p_2 - cs_2 - a)D_2(p_1,p_2). \end{aligned}$$

Le profit de l'opérateur historique se décompose en deux parties : le *revenu de ses propres ventes* et le *revenu d'accès*. Cette dernière composante conduit à la présence de deux incitations opposées sur le

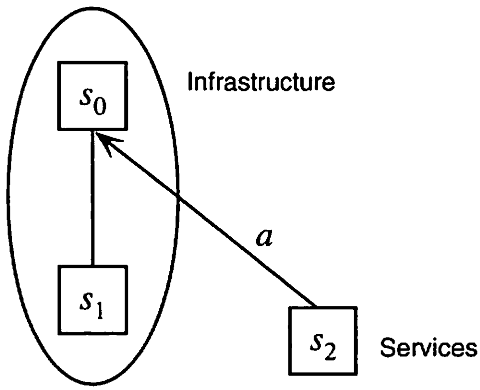

Figure 1: Organisation du réseau en concurrence

profit de l'opérateur historique. D'une part, il est incité à baisser son prix pour accroître son profit direct. D'autre part, en procédant ainsi, il diminue la demande adressée au concurrent et donc son revenu d'accès. La présence de ce dernier relâche donc l'intensité de la concurrence en prix sur le marché des services.

Nous considérons dans cette section que les qualités sont données et résolvons l'étape de concurrence en prix simultanée sur le marché des services. Pour cela, nous distinguons le cas où l'opérateur historique offre la plus haute qualité de service ($s_1 \geqslant s_2$) du cas où il offre la plus basse qualité ($s_1 \leqslant s_2$). Il convient toutefois de remarquer que ce second cas n'est possible que si la qualité d'infrastructure est supérieure à celle du service offert par l'opérateur historique ($s_1 \leqslant s_2 \leqslant s_0$).

Le lemme suivant énonce l'équilibre de Nash en prix selon les qualités offertes par chacune des firmes.

Lemme 1 : *L'équilibre de Nash en prix est donné par :*

1. *Lorsque l'opérateur historique offre le service de plus haute qualité,* ($s_1 \geqslant s_2$) :

   (i) (p_1^d, p_2^d) *équilibre de duopole si*

$$a < \frac{s_2(1-c)}{2}.$$

   (ii) $(p_1^{M_1}, p_2)$ avec $p_2 \geqslant \hat{p}_2(p_1^{M_1})$ *équilibre de monopole de l'opérateur historique si*

$$a \geqslant \frac{s_2(1-c)}{2}.$$

2. *Lorsque le concurrent offre le service de plus haute qualité* $(s_1 < s_2)$:

(i)′ $(p_1^{d'}, p_2^{d'})$ *équilibre unique de duopole si*

$$a < \frac{2s_2 - s_1}{2}(1-c).$$

(ii)′ $(p_1^{d'}, p_2^{d'})$ *équilibre de duopole et* $(p_1^{M_1}, p_2)$ *avec* $p_2 \geqslant p_2'$ *équilibre de monopole de l'opérateur historique si*

$$\frac{2s_2 - s_1}{2}(1-c) \leqslant a \leqslant a'(s_1, s_2, c).$$

(iii)′ $(p_1^{M_1}, p_2)$ *avec* $p_2 \geqslant \hat{p}_2(p_1^{M_1})$ *équilibre unique de monopole de l'opérateur historique si* $a > a'(s_1, s_2, c)$.

Preuve: voir annexe A.

Remarquons qu'il existe dans, le cas *(ii)′*, deux équilibres de Nash[7]. Nous montrons en annexe 1 que l'équilibre de duopole domine au sens de Pareto l'équilibre de monopole. Nous sélectionnons donc dans cette zone l'équilibre de duopole.

Les résultats de l'équilibre en prix peuvent être synthétisés par le régionnement représenté dans la figure 2. Les régions de duopole notées dI et dII représentent respectivement les cas $s_2 \leqslant s_1$ et $s_1 \leqslant s_2 \leqslant s_0$. La région M1 constitue l'espace des paramètres pour lesquels l'opérateur historique est en monopole à l'équilibre (cfr. figure 2).

Ce régionnement donne les différentes structures de marché selon les valeurs de la charge d'accès et des qualités. Le prix limite permettant à l'opérateur historique d'être en monopole dépend de façon croissante du niveau de la charge d'accès. Ainsi, lorsque cette dernière est fixée à un niveau élevé, l'opérateur historique est en monopole. En revanche, pour de faibles valeurs de la charge d'accès, la structure de marché est duopolistique. Dans ce cas, lorsque la qualité de l'infrastructure est plus élevée que celle du service offert par l'opérateur historique ($s_0 > s_1$), le concurrent peut entrer soit avec une qualité supérieure à celle du service offert par celui-ci ($s_0 \geqslant s_2 > s_1$), soit avec une qualité plus faible ($s_2 \leqslant s_1 \leqslant s_0$). D'autre part, on montre que plus la qualité offerte par le concurrent est élevée, plus le niveau de la charge d'accès compatible avec une structure de marché duopolistique est important. Les prix d'équilibre sont en effet des fonctions croissantes de la qualité offerte. Il convient également de remarquer que lorsque $a \geqslant \frac{s_1}{2}(1-c)$, la structure

[7] Cette multiplicité des équilibres provient de la discontinuité de la fonction de meilleure réponse de l'opérateur historique (voir annexe A).

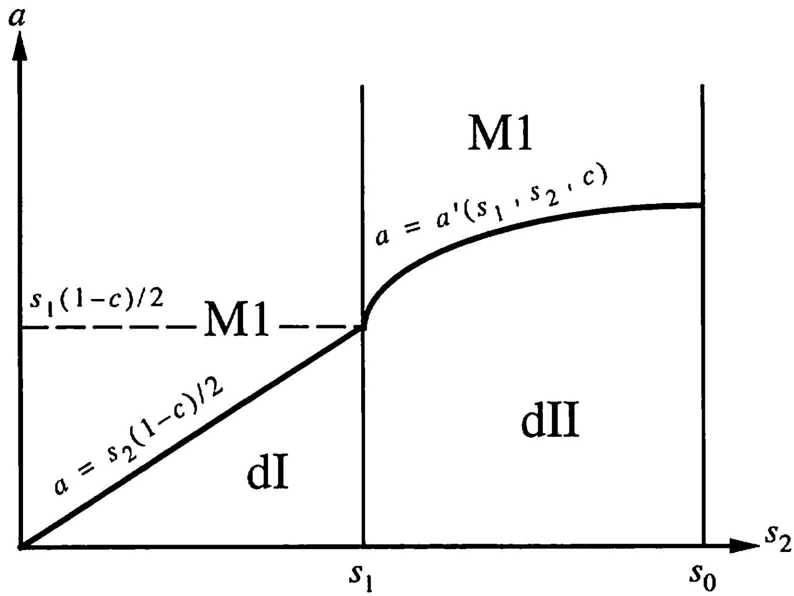

Figure 2: Structure du marché à l'équilibre

de marché est duopolistique seulement si le concurrent offre la qualité la plus élevée.

Ces résultats peuvent être également interprétés en termes de différenciation des produits. En effet, si la qualité de service de l'opérateur historique est trop faible ($s_1 \leqslant \frac{2a}{1-c}$), le concurrent ne peut entrer sur le marché qu'en offrant une qualité de service plus élevée. Cette condition tient aux propriétés intrinsèques des modèles de différenciation verticale selon lesquelles deux biens ne peuvent coexister sur un même marché que s'ils sont suffisamment différenciés.

Après avoir résolu l'étape de concurrence en prix du jeu, nous pouvons à présent mener une discussion en terme d'instruments de régulation.

4 Aspects stratégiques et instruments de régulation

Nous déterminons dans cette section dans quel contexte d'ouverture à la concurrence, le choix stratégique de la qualité de l'infrastructure par l'opérateur historique peut lui permettre d'instaurer une barrière non tarifaire à l'entrée. Nous supposons qu'il n'y a pas de coût additionnel pour accroître la qualité d'infrastructure ($F(s_0) = 0$). Cette hypothèse nous permet de centrer notre analyse sur les aspects purement stratégiques du choix de cette qualité(8).

Dans un tel cas, le régime de régulation optimal consiste à contrôler à la fois la variable tarifaire, c'est-à-dire la charge d'accès et la variable non tarifaire, c'est-à-dire la qualité de l'infrastructure(9). Cependant, si les mécanismes de contrôle des prix sont bien connus, ceux relatifs aux variables non tarifaires sont beaucoup plus délicats à mettre en oeuvre et en tout cas fort coûteux à la fois en termes de coûts d'agence de rentes informationnelles(10). Le choix d'un régime réglementaire dépend donc d'un arbitrage entre d'une part, le gain en terme de coût de régulation et, d'autre part, la perte de bien-être social dûe à l'abandon d'un instrument de régulation.

Nous détaillons à présent, dans chacun des trois contextes d'ouverture à la concurrence, la comparaison du régime réglementaire optimal à deux instruments à celui où le régulateur ne dispose que du seul instrument tarifaire.

4.1 Attribution d'une licence pour une technologie nouvelle

Considérons tout d'abord la situation dans laquelle l'opérateur historique offre un bien système de qualité $s_1 = s_0$. Un nouvel opérateur obtient une licence lui permettant d'offrir un service de qualité supérieure $s_2 > s_1$(11). A titre d'exemple, on peut citer la licence accordée à Bouygues Telecom en France, l'autorisant à exploiter uniquement un nouveau standard de radiotéléphonie, le DCS1800(12).

Le cadre de nos travaux implique qu'une condition nécessaire pour assurer la viabilité du concurrent est l'augmentation de la qualité d'infrastructure. Ainsi, dans le cas où l'opérateur historique peut choisir

(8) La présence d'un coût fixe positif introduirait en effet juste un biais dans cette analyse. De plus, celle-ci ne ferait que renforcer nos résultats.

(9) Rappelons que dans le cadre de notre modèle, les prix finaux sont déterminés par un mécanisme concurrentiel et ne sont donc pas régulés. Le régulateur ne peut donc implémenter directement l'optimum social en contraignant l'opérateur historique sur la qualité et sur les prix.

(10) Sur ce sujet, on pourra se reporter à Lewis-Sappington [1991], Laffont-Tirole [1993], chap.4 et Rovizzi-Thomson [1995].

(11) Le cas contraire où le concurrent rentre avec une qualité inférieure ne présente aucun intérêt ici. En effet, dans ce cas, la qualité de l'infrastructure n'a pas à être accrue pour permettre la viabilité du concurrent.

(12) De part ses caractéristiques techniques, qui réduisent notamment le taux d'échec des appels ainsi que les risques de parasitage par rapport aux autres technologies, ce nouveau standard peut-être considéré comme étant de meilleure qualité.

librement la qualité de son infrastructure, celle-ci constitue un instrument stratégique de barrière non tarifaire à l'entrée. Notons toutefois que cet ajustement de la qualité d'infrastructure n'occasionne dans notre modèle aucun coût pour l'opérateur historique.

La proposition suivante présente le résultat de la comparaison des deux régimes de régulation.

Proposition 1 *Si le régulateur ne possède que la charge d'accès comme instrument de régulation, il doit alors laisser une rente d'accès incitative suffisamment importante à l'opérateur historique pour assurer une structure de marché concurrentielle en aval. La perte de bien-être due à l'abandon de l'instrument non tarifaire de régulation correspond à cette rente d'accès.*

En régulant à la fois la qualité d'infrastructure et la charge d'accès, le régulateur doit, comme le montre la figure 2, augmenter la qualité d'infrastructure en la fixant au niveau de la qualité de service du nouvel opérateur ($s_0 = s_2$) et fixer une charge d'accès suffisamment faible, c'est à dire $a < a'(s_1, s_2, c)$. Dans ce cadre, le bien-être social est maximal lorsque la charge d'accès est nulle ($a = 0$). Ce résultat évident reflète simplement l'hypothèse d'un coût fixe nul et d'un coût marginal constant d'utilisation de l'infrastructure, normalisé à zéro[(13)].

En ne régulant que la charge d'accès, l'agence doit fixer celle-ci à un niveau suffisant pour que l'opérateur historique soit incité à accroître la qualité de son infrastructure de façon à laisser entrer le concurrent. Le montant de la charge d'accès ne doit être ni trop élevé ni trop faible. En effet, celui-ci doit être tel qu'il assure à l'opérateur historique un profit plus important lorsqu'il permet l'entrée. Dans ce cas, son revenu d'accès compense la perte sur le revenu de ses propres ventes liée à la pression concurrentielle. Le seuil minimum de la charge d'accès est alors déterminé par la condition $f_1^{dII}(a, s_1, s_2, c) > f_1^{M_1}(s_1, s_0, c) \Leftrightarrow a > a''(s_1, s_2, c)$[(14)].

Les deux régimes de régulation permettent donc d'implémenter une structure de marché duopolistique en aval. En effet, même en ne régulant que la charge d'accès, l'agence peut inciter l'opérateur historique à laisser rentrer le concurrent, à condition de lui laisser une *rente d'accès* suffisante. L'abandon de l'instrument non tarifaire de régulation conduit à un coût social. Ce coût est alors mesuré par la différence entre la valeur du bien-être lorsque le régulateur détient les deux instruments

---

(13) Il est clair que dans le cas d'un coût marginal constant strictement positif, la charge d'accès optimale serait égale à ce coût.

(14) On vérifie aisément que $0 < a''(s_1, s_2, c) < a'(s_1, s_2, c)$.

et sa valeur lorsqu'il n'en détient qu'un seul. Ce coût social est donné par :

$$
\begin{aligned}
¢\, W &= W^{dII}\Big|_{a=0}^{s_0=s_2} - W^{dII}\Big|_{a=a''(s_1,s_2,c)}^{s_0=s_2} \\
&= \frac{a''(s_1,s_2,c)}{2(4s_2 - s_1)}\left[(2s_2 - s_1)(1-c) + a''(s_1,s_2,c)\right].
\end{aligned}
$$

Le choix de l'un des deux régimes réglementaires conduit alors à comparer ce coût social à celui associé au contrôle d'un instrument supplémentaire.

4.2 Accord d'une licence d'opérateur

Nous considérons à présent le cas d'une licence accordée à un nouvel opérateur, ne le contraignant pas à exploiter une technologie particulière. De telles licences correspondent par exemple à celles accordées, dans le secteur des télécommunications, aux nouveaux opérateurs de réseaux ouverts au public.

Pour étudier cette situation, nous supposons que l'opérateur historique offre la même qualité de service et d'infrastructure, soit $s_1 = s_0$. L'opérateur entrant décide d'entrer ou non sur le marché des services. S'il décide d'entrer, il choisit sa qualité de service. Le cas le plus intéressant à considérer est celui dans lequel l'opérateur historique n'offre pas la qualité la plus haute possible, étant donné l'état des technologies $(s_1 < \bar{s})$[15]. Dans ce cas, soit l'opérateur historique ne modifie pas sa qualité d'infrastructure, et donc le concurrent est contraint d'entrer avec une plus faible qualité, soit il l'améliore, ce qui permet au concurrent d'offrir un service de plus haute qualité.

L'opérateur entrant choisit alors sa qualité de service en comparant le maximum de son profit dans chacun des deux cas. Le lemme suivant nous donne ce choix selon les valeurs des paramètres.

Lemme 2 : *Le choix de la qualité par le concurrent est donné par :*

(i) Si $s_0 \leqslant a/(1-c)$, le concurrent ne peut pas entrer sur le marché aval.

(ii) Si $a/(1-c) \leqslant s_0 \leqslant [2a/(1-c)]$ il existe une fonction $\mu(a, s_0, c)$ telle que le concurrent n'entre que si l'opérateur offre une qualité de service suffisamment faible ($s_1 < \mu(a, s_0, c)$). Il offre alors un service de plus haute qualité, soit $s_2 = s_0$.

---

(15) Dans le cas contraire ($s_1 = \bar{s}$), on a forcément $s_0 = s_1 = \bar{s}$ et le concurrent ne peut rentrer qu'avec une plus basse qualité.

(iii) Si $s_0 \geqslant [2a/(1-c)]$ *il existe une fonction* $\bar{s}(a, s_0, c)$ *telle que le concurrent entre avec un service de plus haute qualité si* $s_1 < \bar{s}(a, s_0, c)$ *et avec un de plus faible qualité* $(s_2 = s_2'(s_0, s_1, a, c))$*sinon.*

Preuve : voir annexe B.

Dans le premier cas *(i)*, la charge d'accès est tellement importante que le concurrent ne peut pas entrer sur le marché des services en aval. Il ne peut ni offrir une qualité faible, car $s_2 \leqslant s_0 < (a/1-c) < (2a/1-c)$, ni une qualité élevée. La qualité d'infrastructure est alors trop faible pour que deux firmes puissent être viables sur le marché des services.

Pour des valeurs intermédiaires de la qualité d'infrastructure *(ii)*, le concurrent ne peut pas entrer avec la plus faible qualité, puisqu'ici $s_2 \leqslant s_0 < (2a/1-c)$. Dans ce cas, la qualité d'infrastructure est trop faible pour permettre au concurrent d'entrer avec une basse qualité de service, ces derniers ne seraient alors pas suffisamment différenciés. A l'opposé, le concurrent peut entrer en offrant un service de plus haute qualité, si celle de l'opérateur historique est assez faible, c'est-à-dire si $s_1 < \mu(a, s_0, c)$. Il choisit alors la différenciation maximale $(s_2 = s_0)$.

Dans le dernier cas *(iii)*, la qualité d'infrastructure est suffisamment élevée pour permettre au concurrent d'entrer avec une haute ou une basse qualité. Il choisit alors d'offrir le service de haute qualité $(s_2 = s_0)$ si celle offerte par l'opérateur historique est suffisamment faible, c'est-à-dire si $s_1 < \bar{s}(a, s_0, c)$. Dans le cas contraire, il choisit d'entrer avec une basse qualité de service $(s_2 = s_2'(s_0, s_1, a, c))$.

La proposition suivante donne les conséquences d'une réglementation portant sur la charge d'accès et sur la qualité d'infrastructure.

Proposition 2 *Seule la réglementation simultanée de la qualité d'infrastructure et de la charge d'accès permet l'entrée du concurrent avec un service de plus haute qualité. Avec le seul instrument tarifaire de régulation, le concurrent entre toujours avec une plus faible qualité de service ce qui conduit à une distorsion des qualités offertes par rapport à l'optimum social.*

Une régulation portant à la fois sur la charge d'accès et sur la qualité d'infrastructure conduit à une structure de marché dans laquelle le concurrent offre la qualité la plus élevée, soit $s_2 > s_1$. En améliorant la qualité de l'infrastructure s_0, le régulateur permet l'entrée du concurrent avec la haute qualité. Ce dernier choisit alors toujours la plus haute qualité possible, d'où $s_2 = s_0$. Il est facile de montrer dans ce cas que la fonction de bien-être est décroissante avec la charge d'accès et croissante avec la qualité. Le bien-être est donc maximum lorsque $a = 0$

et $s_2 = s_0 = \bar{s}$. Ceci conduit enfin à augmenter le bien-être par rapport à une situation où le concurrent offre un service de faible qualité.

En revanche, une régulation portant uniquement sur la charge d'accès conduit toujours à une structure de marché duopolistique, dans laquelle le concurrent entre avec la plus faible qualité. En effet, l'agence ne peut dans ce cas jamais inciter l'opérateur historique à améliorer sa qualité d'infrastructure, même si celle-ci n'induit aucun coût additionnel. Celui-ci a en effet toujours intérêt à contraindre le concurrent à entrer avec une faible qualité de service. Le bien-être social est alors maximum lorsque $a = 0$. Par rapport à l'optimum social, il apparaît donc une perte de bien-être due aux choix des qualités $(s_2 < s_1 < \bar{s})$.

La comparaison des valeurs de bien-être issues des deux régimes de régulation montre que l'abandon de l'instrument non tarifaire conduit à *une distorsion des qualités offertes* à l'équilibre «concurrentiel» par rapport à l'optimum social. Le régulateur doit donc ici encore arbitrer entre, d'une part, le gain en terme de coût de régulation et, d'autre part, la perte de bien-être due à l'abandon d'un instrument de régulation. Cette perte correspond à la différence entre le bien-être issu d'une structure duopolistique dans laquelle l'opérateur installé offre la plus haute qualité de service (W^{dI}), et le bien-être lorsque c'est le concurrent qui offre la plus haute qualité (W^{dII}). Cette perte de bien-être est donc mesurée par

$$\begin{aligned} \text{¢} W &= W^{dI} - W^{dII} \\ &= \frac{(1-c)^2}{24(4\bar{s}-s_1)^2}\left[11 s_1(4\bar{s}-s_1)^2 - 12\bar{s}(4\bar{s}+5s_1)(3\bar{s}-s_1)\right]. \end{aligned}$$

Comme précédemment, cette perte est à comparer au coût social de régulation de la qualité.

4.3 Libéralisation et adaptation technologique

Nous étudions à présent le cas où l'opérateur historique peut adapter la qualité de son service. On considère qu'il choisit la qualité de son infrastructure et de son service en leader de Stackelberg. Le concurrent décide alors ou non d'entrer sur le marché en aval. S'il entre, il choisit la qualité de son service.

Le lemme 2 de la section précédente, nous donne le choix de la qualité du concurrent. Pour résoudre cette variante du jeu, il suffit d'endogénéiser les choix de qualité de l'opérateur historique. Remarquons que ce choix de qualité le conduit à choisir une structure de marché. En effet, en fixant la qualité de son infrastructure à un niveau suffisamment faible, il peut décourager l'entrée du concurrent. L'étude de son profit, pour chacune des structures de marché possibles, nous permet de déterminer ses choix de qualités.

Le lemme suivant donne, selon les valeurs des paramètres, les choix de qualité de l'opérateur historique ainsi que la structure de marché à l'équilibre du jeu.

Lemme 3 :

(i) Face à l'entrée d'un concurrent sur le marché aval, l'opérateur historique choisit toujours la plus haute qualité d'infrastructure et de service, $s_0 = s_1 = \bar{s}$.

(ii) Le concurrent entre avec une plus faible qualité de service si $(\bar{s}/a) > (2/1-c)$.

Preuve : annexe C.

Il apparaît que plus les services peuvent être différenciés, plus la charge d'accès compatible avec une structure de marché duopolistique en aval peut être élevée. Cette remarque nous conduit à interpréter ce lemme selon les valeurs de $\bar{s}/a$. Ce ratio représente en effet le rapport *différenciation / coût* pour le concurrent et *différenciation / revenu d'accès* pour l'opérateur historique.

Pour de faibles valeurs de $\bar{s}/a$ $(\bar{s}/a < (1/1-c))$ l'opérateur historique est en monopole *de facto* puisque dans ce cas le rapport différenciation/coût n'est pas suffisant pour permettre au concurrent potentiel d'entrer. Pour des valeurs intermédiaires de $\frac{\bar{s}}{a}$ $\left(\frac{1}{1-c} \leqslant \frac{\bar{s}}{a} \leqslant \frac{2}{1-c}\right)$, les deux firmes peuvent coexister sur le marché. Cependant, l'opérateur historique bloque l'entrée du concurrent en choisissant stratégiquement ses qualités. En effet, le rapport différenciation/revenu d'accès est trop faible pour qu'il ait intérêt à laisser entrer le concurrent. Enfin, lorsque ce rapport est suffisamment important ($(\bar{s}/a) > (2/1-c)$), l'opérateur historique, bien qu'il en ait la possibilité, choisit de ne pas bloquer l'entrée du concurrent. Ce dernier offre alors le service de plus basse qualité. Dans ces deux derniers cas, l'opérateur historique fait face à un arbitrage. D'une part, l'entrée du concurrent accroît la pression concurrentielle, qui se traduit par une baisse du prix. D'autre part, elle augmente la taille du marché couvert, puisque les services sont différenciés. Le résultat de cet arbitrage dépend alors du rapport différenciation/revenu d'accès.

La proposition suivante indique l'efficacité d'une réglementation portant uniquement sur la charge d'accès.

Proposition 3 *Lorsque l'opérateur historique peut adapter sans coût la qualité de son service, la réglementation de la charge d'accès est suffisante pour assurer l'entrée du concurrent.*

D'après le lemme 3, l'opérateur historique choisit toujours d'offrir le service de plus haute qualité. La régulation de la qualité de l'infrastructure n'aurait donc pas ici d'implication particulière. La charge d'accès apparaît donc comme un instrument suffisant pour le régulateur. Par ailleurs, on montre aisément qu'il n'y a pas de distorsion du point de vue des choix de qualité par rapport à l'optimum social, puisque la qualité la plus haute possible (s^*) est toujours offerte.

5 Conclusion

Traditionnellement, la littérature sur les conditions d'accès à une infrastructure essentielle s'est focalisée sur la réglementation des charges d'accès. Cet article permet de mettre en évidence le fait que la prise en compte des variables non tarifaires est primordiale dans l'élaboration d'une politique réglementaire optimale. En effet, nous montrons ici que la détermination du niveau de la charge d'accès n'est pas toujours un instrument de régulation suffisant.

Dans le cas de la stricte complémentarité des qualités, les problèmes de passagers clandestins mis en évidence par Auriol [1997] dans le cas de la stricte substituabilité, disparaissent. En revanche, nous avons montré que l'opérateur historique peut utiliser la qualité de l'infrastructure essentielle comme un instrument non tarifaire de barrière à l'entrée sur le marché aval. Cette stratégie apparaît dans les cas où le régulateur attribue une licence pour l'exploitation d'une technologie de meilleure qualité ou une licence d'opérateur global pour un nouvel opérateur. Dans ce cas, il serait préférable de réguler, en plus de la charge d'accès, la qualité de l'infrastructure. Toutefois, l'analyse montre que l'agence doit tenir compte du surcoût et des difficultés liés à ce régime de régulation. Nous avons déterminé, dans chacun de ces deux cas, la perte de bien-être social due à l'abandon de la régulation de la qualité d'infrastructure. Si l'opérateur historique peut adapter parfaitement la qualité de son service lors de l'ouverture à la concurrence des activités aval, il choisira d'offrir la plus haute qualité possible, compatible avec l'état de la technologie. Il décide dans ce cas de ne pas bloquer l'entrée du concurrent sur le marché des services en aval. La charge d'accès est alors un instrument de régulation suffisant.

Nous avons restreint notre analyse au cas où l'offre d'infrastructure est en monopole et celle des services est soumise à la pression concurrentielle. Il serait alors intéressant d'élargir cette problématique aux réseaux où l'infrastructure même peut être mise en concurrence. Cette situation se retrouvera par exemple à terme dans les réseaux de télécommunication.

ANNEXE A

Preuve du lemme 1

I. Dans le cas où $s_2 < s_1$.

• La fonction de meilleure réponse de 1 est donnée par :

$$\textit{(i) Si } a \leqslant \frac{s_2(1-c)}{2},\ MR_1(p_2) = \begin{cases} p_1^d(p_2)\ si\ cs_2 + a \leqslant p_2 \leqslant \overline{\overline{p}}_2 \\ \bar{p}_1(p_2)\ si\ \overline{\overline{p}}_2 \leqslant p_2 \leqslant \dfrac{s_2(1-c)}{2} \\ p_1^{M_1}\ si\ p_2 \geqslant \dfrac{s_2(1-c)}{2} \end{cases}$$

$$\textit{(ii) Si } a \geqslant \frac{s_2(1-c)}{2},\ MR_1(p_2) = p_1^{M_1}\ \forall p_2 \geqslant cs_2 + a$$

$$\text{avec} \begin{cases} p_1^d(p_2) = \arg\max_{\{p_1\}} \Pi_1^d(p_1, p_2) \\ p_1^{M_1} = \arg\max\{p_1\}\Pi_1^{M_1}(p_1) \\ \bar{p}_1(p_2) \leqslant p_1^d(p_2) \leqslant \hat{p}_1(p_2) \Leftrightarrow \overline{p}_2 \leqslant p_2 \leqslant \overline{\overline{p}}_2 . \end{cases}$$

• La fonction de meilleure réponse de 2 est donnée par :

$$\textit{(i) Si } a < s_2(1-c),\quad MR_2(p_1) =$$

$$\begin{cases} p_2 \geqslant \hat{p}_2(p_1) \quad si \quad cs_1 \leqslant p_1 \leqslant \bar{p}_1 \\ p_2^d(p_1) \quad si \quad \bar{p}_1 \leqslant p_1 \leqslant \overline{\overline{p}}_1 \\ \bar{p}_2(p_1) \quad si \quad \overline{\overline{p}}_1 \leqslant p_1 \leqslant \dfrac{2s_1 - s_2(1-c) + a}{2} \\ p_2^{M_2} \quad si \quad p_1 \geqslant \dfrac{2s_1 - s_2(1-c) + a}{2} \end{cases}$$

$$\textit{(ii) Si } a \geqslant s_2(1-c), MR_2(p_1) = p_2 \geqslant \hat{p}_2(p_1)$$

$$\text{avec} \begin{cases} p_2^d(p_1) = \arg\max\{p2\}\Pi_2^d(p_1, p_2) \\ p_2^{M_2} = \arg\max\{p_2\}\Pi_2^{M_2}(p_2) \\ \bar{p}_2(p_1) \leqslant p_2^d(p_1) \leqslant \hat{p}_2(p_1). \Leftrightarrow \overline{p}_1 \leqslant p_1 \leqslant \overline{\overline{p}}_1 \end{cases}$$

• L'étude de l'intersection des meilleures réponses conduit à distinguer trois cas :

1. $a < \dfrac{s_2(1-c)}{2}$
   On vérifie que $p_1^d > cs_1$ et $p_2^d > cs_2 + a$
   (p_1^d, p_2^d) est un équilibre de Nash de duopole ssi :
   - $\overline{p}_2 < \widetilde{p}_2(\overline{\overline{p}}_1) \Leftrightarrow a < 2s_1(1-c)$
     Cette condition est vérifiée car $a < \dfrac{s_2(1-c)}{2} < 2s_1(1-c)$
   - $\overline{\overline{p}}_2 > \widehat{p}_2(\overline{p}_1) \Leftrightarrow a < \dfrac{s_2(1-c)}{2}$
     (p_1^d, p_2^d) est un unique équilibre de Nash si $a < \dfrac{s_2(1-c)}{2}$.
2. $\dfrac{s_2(1-c)}{2} \leqslant a < s_2(1-c)$.
   La meilleure réponse de 2 est inchangée. Par contre, 1 joue toujours son prix de monopole $p_1^{M_1}$ $\forall$ $p_2 \geqslant cs_2 + a$.
   Dans ce cas, à l'équilibre, 1 est en monopole si :
   $$p_1^{M_1} < \overline{p}_1 \Leftrightarrow a > \frac{s_2(1-c)}{2}$$
   L'ensemble des couples $(p_1^{M_1}, p_2 \geqslant \widehat{p}_2(p_1))$ est alors un équilibre de Nash dans lequel 1 est en monopole.
3. $a \geqslant s_2(1-c)$.
   Dans ce cas, $s_2 > cs_2 + a$, donc même en tarifant à son coût marginal, 2 a une demande nulle. L'opérateur historique est alors *de facto* en monopole et tout couple $(p_1^{M_1}, p_2 \geqslant \widehat{p}_2(p_1))$ est équilibre de Nash.

II. Dans le cas où $s_1 < s_2$.

- La fonction de meilleure réponse de 1 est donnée par :

(i) Si $a \leqslant \dfrac{s_1(1-c)}{2}$, $\quad MR_1(p_2) = \begin{cases} p_1^d(p_2) \ si\ cs_2 + a \leqslant p_2 \leqslant \overline{\overline{p}}_2 \\ \tilde{p}_1(p_2) \ si\ \overline{\overline{p}}_2 \leqslant p_2 \leqslant \dfrac{2s_2 - s_1(1-c)}{2} \\ p_1^{M_1} \ si\ p_2 \geqslant \dfrac{2s_2 - s_1(1-c)}{2} \end{cases}$

(ii) Si $\dfrac{s_1(1-c)}{2} \leqslant a \leqslant a'$, $\quad MR_1(p_2) = \begin{cases} p_1^d(p_2) \ si\ cs_2 + a \leqslant p_2 \leqslant p_2' \\ p_1^{M_1} \ si\ p_2 \geqslant p_2' \end{cases}$

(iii) Si $a \geqslant a'$, $\quad MR_1(p_2) = p_1^{M_1}\ \forall p_2 \geqslant cs_2 + a$.

$$avec \begin{cases} a' = \dfrac{(1-c)}{2}\left[s_2 + \sqrt{s_2(s_2 - s_1)}\right] \\ p_2' = \dfrac{cs_1s_2 + a(2s_2 - s_1) - [2a - s_1(1-c)]\sqrt{s_2(s_2 - s_1)}}{s_1} \end{cases}$$

- La fonction de meilleure réponse de 2 est donnée par :

  (i) Si $a \leqslant (s_2 - s_1)(1-c)$,

$$MR_2(p_1) = \begin{cases} p_2^d(p_1) & si \quad cs_1 \leqslant p_1 \leqslant \bar{\bar{p}}_1 \\ \tilde{p}_2(p_1) & si \quad \bar{\bar{p}}_1 \leqslant p_1 \leqslant \dfrac{s_1}{2s_2}(cs_2 + s_2 + a) \\ p_2^{M_2} & si \quad p_1 \geqslant \dfrac{s_1}{2s_2}(cs_2 + s_2 + a) \end{cases}$$

(ii) Si $(s_2 - s_1)(1 - c) \leqslant a < s_2(1 - c)$,

$$MR_2(p_1) = \begin{cases} p_2 \geqslant p_2(p_1) & si \quad cs_1 \leqslant p_1 \leqslant \bar{p}_1 \\ p_2^d(p_1) & si \quad \bar{p}_1 \leqslant p_1 \leqslant \bar{\bar{p}}_1 \\ \tilde{p}_2(p_1) & si \quad \bar{\bar{p}}_1 \leqslant p_1 \leqslant \dfrac{s_1}{2s_2}(cs_2 + s_2 + a) \\ p_2^{M_2} & si \quad p_1 \geqslant \dfrac{s_1}{2s_2}(cs_2 + s_2 + a) \end{cases}$$

(ii) Si $a \geqslant s_2(1 - c)$, $\quad MR_2(p_1) = \{p_2 \geqslant \hat{p}_2(p_1)\}$.

• L'intersection des fonctions de meilleure réponse est dans ce cas un peu plus compliquée car la meilleure réponse de 1 peut comporter une discontinuité.

1. $a \leqslant \dfrac{s_1(1 - c)}{2}$

   La fonctionde meilleure réponse de 1 est continue. Il existe une équilibre de duopole ssi p_1^d et p_2^d, définis comme l'intersection des fonctions de meilleure réponse de duopole, sont tels que :

   $p_1^d > cs_1$

   $p_2^d > cs_2 + a$

   $\bar{p}_1 < \tilde{p}_1(\bar{\bar{p}}_2)$

   $\bar{\bar{p}}_1 > \hat{p}_1(cs_2 + a)$.

   Toutes ces conditions sont vérifiées quand $a \leqslant \dfrac{s_1(1 - c)}{2}$.

2. $a > \dfrac{s_1(1 - c)}{2}$

   La fonction de meilleure réponse de 1 présente alors une discontinuité.

   • Le jeu admet un équiilibre de duopole ssi :

   $p_1^d > cs_1$

   $p_2^d > cs_2 + a$

   $p_2^d \leqslant p_2' \Leftrightarrow a \leqslant a''$, avec $\dfrac{2s_2 - s_1}{2}(1 - c) < a' < a''$.

   • Le jeu admet un équilibre de monopole (M_1) ssi :

   $\bar{p}_1 > p_1^{M_1} \Leftrightarrow a > \dfrac{2s_2 - s_1}{2}(1 - c)$

   $p_1^{M_1} > cs_1$, ce qui est toujours vérifé.

   On remarque que dans la région définie par

$$\frac{2s_2 - s_1}{2}(1 - c) < a \leqslant a',$$

les deux configurations de marché sont équilibre de Nash. La différence entre Π_1^{DI} et $\Pi_1^{M_1}$ est donnée par

$$\frac{N(a)}{4(4s_2 - s_1)^2},$$

Il est alors facile de montrer que la fonction $N(a)$ est décroissante en a et que

$$N[\frac{2s_2 - s_1}{2}(1-c)] > 0$$

et $N'(a) = 0$. La fonction $N(a)$ est donc ici positive. Ainsi, l'équilibre de duopole domine l'équilibre de monopole pour la firme 1. Nous sélectionnons donc dans cette région l'équilibre de duopole.

ANNEXE B

Preuve du lemme 2

D'après la figure 2, nous voyons que deux cas sont à distinguer. Si $s_1 \geqslant (2a/1-c)$, le concurrent peut entrer soit avec la plus haute qualité (dII), soit avec la plus basse (dI). Si $s_1 \leqslant (2a/1-c)$, il ne peut entrer qu'avec la plus basse qualité (dI).

1. $s_1 \geqslant \dfrac{2a}{1-c}$

Dans ce cas, il faut comparer le profit maximum du concurrent selon qu'il rentre avec la plus haute ou avec la plus basse qualité, soit

$\max_{\{s_2\}} \Pi_2^{dI}(s_1, s_2) = \dfrac{s_1(s_1-s_2)(s_2-cs_2-2a)^2}{s_2(4s_1-s_2)^2}$	$\max_{\{s_2\}} \Pi_2^{dII}(s_1, s_2) = \dfrac{4(s_2-s_1)(s_2-cs_2-a)^2}{(4s_2-s_1)^2}$
$sc \begin{cases} s_2 \leqslant s_1 \\ s_2 \geqslant \dfrac{2a}{1-c} \end{cases}$	$sc \begin{cases} s_2 \geqslant s_1 \\ a \leqslant a'(s_0, s_1, s_2, c) \end{cases}$

On montre que $\Pi_2^{dI}(s_1, s_2)$ est concave en s_2. Le maximum est atteint en $s_2 = s_2'(s_0, s_1, a, c)$. De même, on montre que $\Pi_2^{dII}(s_1, s_2)$ est croissante en s_2 et atteint donc son maximum en $s_2 = s_0$. La comparaison des profits dans chacun des deux cas conduit alors au résultat suivant :

(i) Si $(2a/1-c) \leqslant s_1 \leqslant \tilde{s}(a, s_0, c)$, *alors le concurrent choisit la plus haute qualité*
$(s_2 = s_0)$.

(ii) Si $\tilde{s}(a, s_0, c) \leqslant s_1 \leqslant s_0$, *alors le concurrent choisit la qualité inférieure* $(s_2 = s_2'(s_0, s_1, a, c))$

2. $s_1 \leqslant \dfrac{2a}{1-c}$

Le concurrent peut rentrer avec $s_2 = s_0$ ssi $a \leqslant a'(s_0, s_1, s_2 = s_0, c) \Leftrightarrow s_1 < \mu(a, s_0, c)$. Dans le cas contraire il ne peut rentrer.

- La discussion porte ensuite sur la valeur de s_0.

(i) Si $s_0 \leqslant \dfrac{a}{1-c} \Rightarrow s_1 \leqslant \dfrac{a}{1-c})$,
le concurrent ne peut entrer sur le marché.

(ii) Si $\dfrac{a}{1-c} \leqslant s_0 \leqslant \dfrac{2a}{1-c}$
le concurrent ne peut rentrer qu'avec la plus haute qualité
$(s_2 \leqslant s_0 \leqslant \dfrac{2a}{1-c})$ et uniquement si $s_1 \leqslant \mu(a, s_0, c)$.

(iii) Si $s_0 \geqslant \dfrac{2a}{1-c}$,
alors 2 peut toujours entrer.
En effet, pour $s_1 \leqslant \dfrac{2a}{1-c}$ et $\dfrac{2a}{1-c} \leqslant s_1 \leqslant \bar{s}(a, s_0, c)$, il rentre avec la plus haute qualité.
Pour $s_1 \geqslant \bar{s}(a, s_0, c)$, il rentre avec la plus faible qualité.

Lorsque le concurrent offre la plus haute qualité, nous montrons que le profit du concurrent $\Pi_2^{dII}(s_1, s_2)$ est croissant en s_2. Le concurrent choisit donc ici $s_2 = s_0$. Toutefois, nous devons vérifier à ce stade du raisonnement la contrainte pesant sur la charge d'accès, i.e. $a \leqslant a'(s_1, s_2, c)$ (voir figure 2). On montre alors facilement que la fonction $a'(s_1, s_2, c)$ est décroissante en s_1.

ANNEXE C

Preuve du lemme 3

Le choix des qualités par l'opérateur historique revient au choix de la structure de marché. La discussion porte alors sur les valeurs de $\bar{s}$. Notons tout d'abord que le profit de monopole est croissant en la qualité offerte.

(i) Si $\bar{s} \leqslant \dfrac{a}{1-c}$,
alors d'après le *(i)* du lemme 3, 1 est en monopole de facto.

(ii) Si $\dfrac{a}{1-c} \leqslant \bar{s} \leqslant \dfrac{2a}{1-c}$,
1 peut choisir entre le *(i)* et le *(ii)* du lemme 2. Son profit de monopole est alors maximum en $s_0 = s_1 = \bar{s}$. S'il laisse rentrer le concurrent avec la plus

haute qualité (dII), son profit est maximum en $s_0 = \bar{s}$ et $s_1 = \mu(a, s_0, c)$. Il reste alors à comparer le profit maximum dans chacune de ces deux configurations de marché. Nous montrons alors qu'il choisit toujours d'être en monopole.

(iii) Si $\bar{s} > \dfrac{2a}{1-c}$,
alors 1 a le choix entre les trois structures de marché possibles (M1, dI et dII). Pour être en monopole, il choisit $s_0 = s_1 = (2a/1-c)$ (*(ii)* du lemme 2). Pour laisser rentrer le concurrent avec une plus haute qualité (dII), il choisit $s_0 = \bar{s}$ et $s_1 \leqslant \tilde{s}(a, s_0, c)$ (*(iii)* du lemme 2). Enfin, s'il veut inciter le concurrent à rentrer avec la plus basse qualité, il choisit $s_0 = s_1 = \bar{s}$ (*(iii)* du lemme 2). La comparaison du maximum du profit dans chacune de ces configurations de marché permet de montrer que l'opérateur historique choisit toujours d'offrir la plus haute qualité et incite le concurrent à rentrer avec un service de plus basse qualité (dI).

BIBLIOGRAPHIE

ARMSTRONG M., C. DOYLE, J. VICKERS [1996] The access pricing problem : a synthesis, *Journal of Industrial Economics*, 44(2), pp. 131–150.

AURIOL E. [1997], Deregulation and quality, *International Journal of Industrial Organization*, 16(2), pp. 169–194.

BARANES E., L. FLOCHEL[1996], Interconnexion de réseaux, qualité et concurrence, *Revue Economique*, 47(3), pp. 467–476.

BAUMOL W., J.G. SIDACK [1994], *Toward competition in local telephony*, Cambridge (Mass.), MIT Press.

ECONOMIDES N., W. LEHR [1994], The quality of complex system and industry structure, mimeo.

LAFFONT J.J., J. TIROLE [1993], *A theory of incentives in procurement and regulation,* Cambridge (Mass.), MIT Press.

LAFFONT J.J., J. TIROLE [1994], Access pricing and competition, *European Economic Review*, **38**(9), pp. 1673–1710.

LEWIS T.R., D.E.M. SAPPINGTON [1991], Incentives for monitoring quality, *Rand Journal of Economics*, **22**, pp. 370–384.

MUSSA M., S. ROSEN [1978], Monopoly and product quality, *Journal of Economic Theory*, **18**, pp. 301–317.

ROVIZZI, L., D. THOMSON [1995] ,The regulation of product quality in the public utilities, *in* M. Bishop, J. Kay & C. Mayer,*The Regulatory Challenge*, Oxford University Press, chap. 15, pp. 336–357.