



HAL
open science

Collusion et possibilité d'entrée en aval dans une industrie verticalement intégrée

Eric Avenel, Stephane Caprice

► **To cite this version:**

Eric Avenel, Stephane Caprice. Collusion et possibilité d'entrée en aval dans une industrie verticalement intégrée. *Revue Economique*, 2018, 69 (1), pp.5-28. 10.3917/reco.pr2.0110 . halshs-01683674

HAL Id: halshs-01683674

<https://shs.hal.science/halshs-01683674>

Submitted on 25 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

November 2015

“Collusion et possibilité d’entrée en aval dans une
industrie verticalement intégrée”

E. Avenel and Stéphane Caprice

Collusion et possibilité d'entrée en aval dans une industrie verticalement intégrée*

E. Avenel[†] & S. Caprice[‡]

November 4, 2015

Abstract

L'article revisite la question de la soutenabilité d'une entente en présence d'une menace d'entrée dans un contexte où les firmes en place sont verticalement intégrées. Les entrants dépendent des firmes intégrées pour leurs approvisionnements. Alors que l'entrée laisse les profits de collusion inchangés, nous montrons que les profits de déviation sont également inchangés et que l'entrée abaisse les profits dans les périodes de punition. En ce sens, la possibilité d'entrée facilite la collusion entre firmes intégrées.

Classification JEL : D43, L13, L23, L40.

Mots-clés : collusion, intégration verticale, entrée, exclusion.

1 Introduction

L'impact de l'entrée sur la possibilité pour les firmes en place de faire de la collusion est un résultat standard de la littérature sur la collusion tacite. L'entrée n'a aucun impact sur la capacité des firmes à faire de la collusion ou rend la collusion plus difficile.¹ Le résultat précédent ne prend pas en compte que les entreprises en place puissent être verticalement intégrées, en particulier que les entrants potentiels puissent dépendre des firmes intégrées pour leurs approvisionnements. La Commission Européenne écrit dans ses directives sur les fusions non-horizontales que l'intégration verticale peut être un facteur facilitant

*Nous remercions Marie-Laure Allain et Claire Chambolle pour leurs discussions, ainsi que les participants aux séminaires ALISS (Paris, 2012) et CRESSE (Chania, 2012). Cet article a bénéficié du support financier de l'ANR et de la DFG pour le projet de recherche "Competition and Bargaining in Vertical Chains". Une version antérieure de l'article a circulé sous le titre "Collusion and downstream entry in a vertically integrated industry", Avenel et Caprice (2012).

[†]Université de Rennes I and CREM (UMR CNRS 6211), 7 place Hoche, F-35000 Rennes, France. Email: <eric.avenel@univ-rennes1.fr>.

[‡]Toulouse School of Economics (GREMAQ, INRA), Manufacture des Tabacs, 21 allée de Brienne, 31000 Toulouse, France. Email: <caprice@toulouse.inra.fr>.

¹Voir, par exemple, Levenstein et Suslow (2006).

de barrière à l'entrée, de telle sorte que la pression concurrentielle exercée sur une éventuelle entente par les entrants potentiels peut être réduite.² Les enjeux sont importants car les secteurs avec ce type de structure de l'industrie sont multiples : la vente au détail de l'essence, la vente au détail de biens de luxe ou encore les services de télécommunication.

Dans cet article, nous montrons, au contraire que l'entrée en aval peut faciliter la collusion lorsque les firmes en place sont intégrées verticalement et que les entrants dépendent des firmes intégrées pour leurs approvisionnements. L'entrée laisse les profits de collusion et de déviation inchangés, mais les profits de punition sont plus bas. Nous montrons que la déviation qui consiste à dévier sur le marché intermédiaire et à servir les entrants n'est pas optimale, laissant les profits de déviation inchangés. Les entrants sont servis à l'équilibre non-coopératif, rendant la punition plus sévère. En ce sens, la possibilité d'entrée facilite la collusion entre firmes intégrées.

Dans plusieurs cas où les entreprises sont verticalement intégrées, la collusion entre entreprises intégrées a été prouvée ou fortement suspectée. La possibilité qu'il y ait effectivement une relation causale entre le degré d'intégration verticale et l'émergence de collusion dans un secteur est reconnue par le département américain de la justice dans ses lignes directrices sur les fusions non-horizontales (1984, article 4.22) et dans les directives sur les fusions non-horizontales de la Commission Européenne (2008, section IV.C). En 2005, l'autorité de la concurrence a imposé une amende à trois opérateurs de réseaux mobiles, présents sur le marché français des services de téléphonie mobile (Orange France, SFR et Bouygues Télécom) pour une entente anticoncurrentielle (Conseil de la concurrence (2005)). Trois ans plus tard, l'autorité a publié un rapport dans lequel elle a noté le développement très limité en France des opérateurs de réseaux mobiles virtuels par rapport à d'autres pays comme l'Allemagne.³ Le rapport de 2008 ne fait pas de lien entre le faible développement des opérateurs de réseaux mobiles virtuels et le cas de collusion, mais les conditions de marché en 2008 peuvent être considérées comme similaires aux conditions en 2005. Il semble donc raisonnable de supposer que ces conditions étaient favorables à la collusion. Sur la base des directives de la Commission Européenne, il est alors tentant de se demander si les conditions très restrictives proposées par les opérateurs de téléphonie mobile aux opérateurs mobiles virtuels ne faisaient pas partie d'un régime plus large de collusion. Le fait que l'exclusion soit partielle peut résulter

²Commission Européenne (2008), §89 : "Les concentrations verticales peuvent réduire la marge de manoeuvre dont disposent les entreprises étrangères à la coordination pour déstabiliser cette dernière en renforçant les obstacles à l'entrée sur le marché ou en limitant leur capacité à faire face à la concurrence."

Les firmes en place peuvent protéger leur marché et l'impact négatif d'une éventuelle concurrence sur la collusion est plus faible que dans les industries non-intégrées. Voir également Riordan (2008) qui suggère une interprétation similaire de l'article 4.21 des lignes directrices américaines (Département américain de la justice (1984)).

³L'autorité explique ce développement limité par des conditions très restrictives offertes aux réseaux mobiles virtuels par les trois opérateurs intégrés pour l'accès à leurs réseaux (Conseil de la concurrence (2008)). Les opérateurs mobiles virtuels ne disposent pas de leur propre réseau - ils ne sont pas intégrés verticalement et ont donc besoin d'avoir accès au réseau d'au moins un opérateur établi.

d'une volonté de ne pas attirer l'attention de l'autorité ou de l'organisme de régulation des télécommunications sur une éventuelle collusion, ou de la pression exercée par le régulateur sur les opérateurs établis de réseaux mobiles.⁴ Notre article suggère l'analyse suivante : les opérateurs virtuels de téléphonie mobile peuvent être utilisés par les opérateurs en place de téléphonie mobile pour renforcer leur accord de collusion en dégradant les profits de punition, en cas de déviation par l'un des opérateurs intégrés. Les opérateurs virtuels de réseaux mobiles sont sur le marché et, bien que leurs parts de marché soient très faibles, ils peuvent se développer très rapidement une fois qu'ils disposent de conditions d'accès favorables de la part des opérateurs de téléphonie mobile. Le développement des opérateurs virtuels de téléphonie mobile pourrait alors résulter de l'effondrement de la collusion, à la suite d'une déviation de l'un des opérateurs intégrés. L'équilibre non-coopératif inclut les opérateurs virtuels de téléphonie mobile avec des profits plus faibles pour les opérateurs intégrés de téléphonie mobile.⁵

L'article s'appuie sur le travail de Nocke et White (2007) et intègre une menace d'entrée dans le cas extrême d'une industrie verticalement intégrée. La principale différence avec notre article réside dans la structure de l'industrie en aval. Nocke et White supposent que le système de la demande est symétrique, de sorte que les profits de monopole sont obtenus avec toutes les entreprises en aval qui proposent la même quantité et fixent le même prix de vente. Avec cette symétrie, toutes les entreprises sont présentes et il n'y a aucun avantage pour les entreprises en amont, même celles qui sont intégrées, d'exclure une entreprise en aval du marché. Dans notre modèle, l'industrie en aval est asymétrique. Les firmes en place sont sur des marchés très rentables dans lesquels les consommateurs sont prêts à payer des prix élevés pour le bien. En outre, les firmes en place sont intégrées verticalement, de sorte que leur présence sur le marché final ne pose aucun problème. Les entrants opèrent sur des marchés moins rentables dans lesquels ils ne peuvent pas fixer des prix aussi élevés que les firmes en place sur leurs marchés. De plus, ils ne sont pas intégrés verticalement et dépendent des firmes intégrées pour l'accès au bien intermédiaire, et donc au marché final. Lorsqu'ils fixent des prix de détail bas, ils attirent tout ou partie des consommateurs des firmes en place, surtout si celles-ci pratiquent des prix de détail élevés sur leurs marchés. Pour cette raison, la maximisation des profits de l'industrie peut exiger que les entrants soient exclus du marché. Normann (2009), à l'instar de Nocke et White (2007) suppose que l'industrie en aval est composée de firmes en place et le système de demande est symétrique. La principale différence entre les deux articles réside dans l'hypothèse de prix linéaires sur le marché intermé-

⁴Voir, par exemple, les décisions de la Commission Européenne (2003a, b), qui montrent comment les opérateurs historiques ont utilisé diverses stratégies pour résister à la demande des organismes de régulation des télécommunications afin de retarder l'entrée d'opérateurs sur leurs marchés en aval.

⁵Même si l'affaire de 2005 a fait l'objet d'un arrêt de la Cour de cassation en 2012, notre discussion est ici à titre indicatif. Nous n'accusons pas les entreprises de collusion. En même temps, nous voulons insister sur les avantages pour l'Autorité de la concurrence de considérer ensemble des cas qui ont été traités de manière séparée pour des raisons juridiques ou en raison de la chronologie.

diaire. Notre contribution est différente puisque la question de l'entrée en aval est absente dans leur analyse. Nous analysons ensuite l'impact de l'entrée sur la collusion entre les firmes intégrées.

Dans Nocke et White (2007), l'analyse de la collusion repose principalement sur deux effets : d'une part, un effet punition qui n'est pas favorable à la collusion et d'autre part, un effet débouché, lors des périodes de déviation, qui est favorable à la collusion. La punition est moins sévère pour les divisions aval des firmes intégrées (effet punition). Lorsqu'une partie de l'industrie est intégrée verticalement, la déviation d'une firme amont non-intégrée est moins profitable (effet débouché). Nocke et White montrent dans leur modèle que l'effet débouché l'emporte sur l'effet punition de telle sorte que l'intégration verticale facilite la collusion. De la même manière, dans notre analyse de la collusion, nous retrouvons ces deux effets qui sont d'une part, un effet punition et d'autre part, un effet débouché, même si les mécanismes à l'oeuvre et l'impact de ces effets sur la collusion sont différents. L'effet punition est favorable à la collusion : l'entrée abaisse les profits de l'industrie dans les périodes de punition, en raison de la concurrence sur le marché intermédiaire. L'effet débouché n'est pas favorable à la collusion. Lorsqu'une firme intégrée dévie, elle peut dévier sur le marché final ou sur le marché intermédiaire. Lorsqu'elle dévie sur le marché final, les profits de déviation sont inchangés par rapport au cas sans entrée, les marchés des entrants ne sont pas servis dans cette déviation. Lorsqu'elle dévie sur le marché intermédiaire, elle peut bénéficier d'un effet débouché, les entrants s'approvisionnent sur le marché intermédiaire et les profits de la firme qui dévie sont plus grands. En même temps, un autre effet accompagne l'effet débouché : l'effet réaction.⁶ Les firmes aval fixent leurs prix de détail après avoir observé les prix sur le marché intermédiaire et réagissent de façon optimale dès l'étape suivante au cours de la période de déviation. En ce sens, une déviation qui commence dès l'étape 1 sur le marché intermédiaire peut ne pas être optimale. Dans notre modèle, l'effet réaction contrebalance l'effet débouché et les débouchés supplémentaires ne sont pas exploités en cas de déviation, la déviation optimale consiste à dévier sur le marché final.⁷ Les profits de déviation étant inchangés en cas de menace d'entrée, seul l'effet punition demeure et la collusion est plus facile.⁸

Notre article contribue également à la question de l'exclusion en aval.⁹ Con-

⁶L'effet réaction était également présent dans Nocke et White comme facteur favorisant la collusion.

⁷Pour résumer, la modélisation retenue n'exclut pas que les entreprises intégrées offrent des contrats aux distributeurs entrants pour extraire la rente qu'ils sont sur leur clientèle captive. Au contraire, ce choix est considéré ; en même temps, ce choix ne constitue pas une offre d'équilibre en cas de déviation. L'effet réaction explique que les débouchés supplémentaires ne sont pas exploités en cas de déviation. A la différence de Clark et Houde (2013, 2014) qui expliquent la collusion par un système de punitions asymétriques, notre analyses'appuie explicitement sur la relation avec le marché intermédiaire.

⁸Lorsque les contrats sont secrets sur le marché intermédiaire, l'effet réaction est absent et les deux effets qui sont "punition" et "débouché" jouent en sens inverse. Le résultat des deux effets peut alors être incertain. Ce point est discuté en section 5.

⁹Voir, par exemple, Ordovery et al. (1990), Avenel et Barlet (2000), Choi et Yi (2000), Chen (2001), Ordovery et Shaffer (2007), Avenel (2008), Bourreau et al. (2011) pour des

sidérons le cas le plus simple où une entreprise verticalement intégrée est en monopole sur le marché intermédiaire et fait face à un concurrent potentiel sur le marché final (entrant). L'entrant a besoin du bien intermédiaire pour produire le bien final et ce bien intermédiaire n'est produit que par la firme intégrée. Sauf si les entreprises en aval sont différenciées ou si la firme intégrée fait face à une contrainte de débouchés sur le marché final, elle n'a aucun intérêt à fournir l'entrant. L'entrant est donc exclu du marché final et la firme intégrée reste en position de monopole sur ce marché. Dans l'équilibre du jeu répété que nous analysons, les entrants sont exclus du marché lors des périodes de collusion et sont servis dans les périodes de punition. L'exclusion résulte de la collusion tacite entre les firmes intégrées.

La structure de l'article est la suivante: la section 2 présente le modèle et la section 3 la situation de référence dans laquelle les firmes en place ne font face à aucune menace d'entrée en aval. La résolution du modèle avec entrée et les principaux résultats sont présentés en section 4. La section 5 présente des extensions et discute la robustesse des résultats. La section 6 conclut.

2 Le modèle

L'industrie est composée de deux structures intégrées verticalement, I_A et I_B et de deux entreprises en aval, non intégrées, E_a et E_b . Les coûts de production du bien intermédiaire sont identiques et normalisés à zéro.

Les structures verticalement intégrées peuvent se procurer le bien intermédiaire en interne ; celui-ci est transformé en bien final sur la base de un pour un. Les coûts de transformation sont également normalisés à zéro. Les biens proposés aux consommateurs sont différenciés : A pour I_A et B pour I_B . Les préférences des consommateurs sur ces deux variétés sont hétérogènes. Nous considérons deux groupes de consommateurs, le groupe A et le groupe B . Les consommateurs du groupe A valorisent la variété A à V et la variété B à $V - t$, où t est uniformément réparti sur l'intervalle $[0; T]$. De la même manière, les consommateurs du groupe B valorisent la variété B à V et la variété A à $V - t$. Les groupes A et B ont chacun une masse égale à un. Les préférences des consommateurs sont donc hétérogènes, à la fois parce que les consommateurs sont divisés en deux groupes et parce que à l'intérieur de chaque groupe les consommateurs diffèrent dans leur désutilité t d'acheter la variété alternative.

Les deux autres entreprises en aval sont aussi efficaces que les firmes intégrées dans la transformation du bien intermédiaire en bien final, mais ne sont pas intégrées verticalement. Par conséquent, elles doivent acheter le bien sur le marché intermédiaire, ce qui signifie l'achat à I_A et/ou I_B . Sur le marché final, E_a et E_b agissent comme des franges concurrentielles et ainsi offrent le bien final au coût marginal d'achat.¹⁰ E_a et E_b ont chacun une demande captive.

contributions à cette question ; voir aussi Rey et Tirole (2007) pour une synthèse.

¹⁰L'hypothèse de franges concurrentielles est discutée en section 4 (notes de bas de page 17 et 19).

Les consommateurs du groupe a (qui est de masse égale à un) valorisent la variété de E_a à v et les autres variétés à zéro. E_a peut également vendre aux consommateurs du groupe A . Dans ce cas, l'utilité d'un consommateur du groupe A est donnée par : $V - t - \sigma$, avec $\sigma \geq 0$. L'utilité d'un consommateur du groupe A associée à la variété a est plus faible que celle associée à la variété A . En outre, si un consommateur dans le groupe A est indifférent entre l'achat à E_a et à I_A , nous supposons qu'il achète à I_A . De même, si un consommateur dans le groupe B est indifférent entre l'achat à E_b et à I_B , il achète auprès de I_B . Alors que les consommateurs des groupes a et b ne sont pas mobiles, dans le sens où ils peuvent obtenir une utilité positive d'une seule variété, les consommateurs du groupe A peuvent choisir entre A , B ou la variété a . De même, les consommateurs dans le groupe B peuvent choisir B , A ou b .¹¹

Nous supposons que les entreprises s'engagent dans un jeu répété à l'infini, dans lequel, à chaque période, elles jouent le jeu séquentiel suivant :

- Étape 1 (marché intermédiaire): I_A et I_B offrent simultanément un prix de gros aux firmes entrantes E_a et E_b . Ces offres sont non-discriminantes et publiques.¹² Nous notons respectivement w_A et w_B les prix de gros proposés par I_A et I_B .

- Étape 2 (marché final): I_A et I_B fixent simultanément les prix p_A et p_B sur le marché final pour leurs variétés respectives. Les consommateurs prennent leurs décisions d'achat, étant donné que E_a et E_b offrent un prix de détail donné par $w = \min(w_A, w_B)$. E_a et E_b achètent le produit à la firme intégrée qui offre le prix de gros le plus bas. Si les deux firmes intégrées offrent le même prix, la demande de E_a et E_b est partagée entre I_A et I_B .

Nous analysons des schémas de collusion dans lesquels les firmes I_A et I_B font de la collusion sur le marché intermédiaire et le marché final. Dans le schéma de collusion, I_A et I_B choisissent les prix sur le marché intermédiaire et le marché final de façon à maximiser leurs profits joints à chaque période.¹³ La collusion repose sur des stratégies de punition, à la Friedman (1971), par retour définitif à l'équilibre non-coopératif du jeu séquentiel à deux étapes en cas de déviation. Les déviations peuvent prendre différentes formes. Tout d'abord, l'une des firmes intégrées peut dévier à la deuxième étape du jeu séquentiel (sur le marché final). La punition commence alors à la période suivante. Alternativement, une firme intégrée peut dévier dès la première étape du jeu séquentiel (sur le marché intermédiaire). Lorsque le régime de collusion suppose l'exclusion des entrants, l'entreprise I_A , par exemple, peut offrir un prix de gros qui permet aux

¹¹Supposer que les consommateurs du groupe A peuvent également acheter auprès de E_b (et les consommateurs du groupe B auprès de E_a) ne changerait pas l'analyse. De la même manière, cela ne ferait aucune différence de considérer un seul et unique entrant potentiel auquel les consommateurs des groupes A et B peuvent acheter.

¹²Cela revient à supposer qu'en cas de discrimination, des possibilités de revente sont possibles entre les entrants, empêchant ainsi toute discrimination tarifaire.

¹³Nous nous concentrons ici sur la question de la faisabilité du profit maximal de collusion. Lorsque celui-ci ne peut pas être atteint, les entreprises peuvent réduire leurs profits à chaque période afin de maintenir un schéma de collusion avec des profits inférieurs. Nous ne considérons pas ici cette possibilité.

entrants d'être actifs sur le marché final. Une telle déviation est alors observée par l'autre entreprise après la première étape du jeu séquentiel et celle-ci adapte son prix sur le marché final à la deuxième étape du jeu, dès la période de déviation. Dans l'étape 2, les entreprises jouent l'équilibre non coopératif du sous-jeu qui résulte de la déviation sur le marché intermédiaire. Dans les périodes suivantes, les entreprises jouent l'équilibre non coopératif du jeu séquentiel à deux étapes. Pour le calcul des valeurs actualisées des profits, les deux entreprises intégrées utilisent le même facteur d'actualisation δ .

Nous limitons l'ensemble des paramètres en supposant que : $0 < T - \sigma \leq v \leq T \leq V/3$. Ces hypothèses ont des implications sur la rentabilité des différents marchés. En particulier, sous ces hypothèses, les marchés a et b peuvent être interprétés comme des marchés périphériques, avec une profitabilité moindre que les marchés A et B considérés comme matures.¹⁴ Toutefois, ils ne sont pas négligeables. En particulier, leur existence joue un rôle dans les profits de déviation et de punition. Dans les sections suivantes, nous montrons que les hypothèses précédentes, sur l'ensemble des paramètres sont des conditions suffisantes pour que la menace d'entrée facilite la collusion entre les firmes intégrées.

3 Situation de référence : l'entrée n'est pas possible

Afin de déterminer l'impact d'une possibilité d'entrée en aval, sur la collusion, nous commençons par analyser la situation dans laquelle il n'y a pas d'entrée. En l'absence d'entrée, nous avons deux entreprises en aval, intégrées verticalement qui se fournissent en interne. La collusion porte sur le marché final. La proposition suivante caractérise l'équilibre du jeu répété à l'infini.

Proposition 1 *L'équilibre du jeu répété à l'infini a les propriétés suivantes: (i) au cours des périodes de collusion, les firmes intégrées pratiquent sur le marché final des prix égaux à V et obtiennent comme profits $\pi_A^K = \pi_B^K = V$, (ii) la déviation en prix sur le marché final consiste à pratiquer un prix égal à $p = V - T$ de sorte que le profit de déviation d'une firme I_i est $\pi_i^D = 2(V - T)$, $i = A, B$ et, (iii) au cours des périodes de punition, les firmes intégrées facturent le produit final à T et obtiennent des profits égaux à $\pi_A^P = \pi_B^P = T$.*

Preuve : En annexe.

Compte tenu des préférences des consommateurs, dans les périodes de collusion, I_A et I_B maximisent les profits joints de l'industrie en fixant $p_A = p_B = V$. Tous les consommateurs du groupe A achètent le bien à la firme I_A (de même, pour les consommateurs du groupe B), de sorte que $\pi_A = \pi_B = V$. L'utilité nette des consommateurs est nulle. Une déviation d'une entreprise, par exemple

¹⁴Dans son analyse du marché français des services de téléphonie mobile (Conseil de la concurrence (2008)), le Conseil de la concurrence a par exemple constaté que les parts de marché des réseaux mobiles virtuels, calculées sur le chiffre d'affaires étaient plus faibles que leurs parts de marché, calculées en termes de nombre de consommateurs, indiquant une moindre profitabilité de ces marchés par consommateur.

I_A , est d'offrir un prix $p < V$. Avec un prix de déviation $p_A^D < V$, les consommateurs situés en A continuent à acheter à I_A . Il y a un effet prix négatif car ils seraient également prêt à acheter à un prix $p_A = V$; en même temps, il existe un effet demande puisqu'une partie des consommateurs du groupe B changent de fournisseur et achètent à I_A . Sous l'hypothèse $T \leq V/3$, la déviation optimale pour I_A est de fixer un prix suffisamment bas pour capturer tous les consommateurs du groupe B . Au cours des périodes de punition, les profits correspondent aux profits d'équilibre du jeu non-coopératif. La concurrence sur le marché final pousse les prix vers le bas, l'équilibre en prix est donné par $p_A = p_B = T$ et les profits des entreprises sont égaux à T . Les deux entreprises se partagent le marché et, en raison de la différenciation des produits, réalisent des marges positives, bien que celles-ci soient plus faibles que dans les périodes de collusion.

4 Collusion avec possibilité d'entrée sur le marché aval

L'entrée en aval n'est possible que dans le cas, où l'une des firmes en place offre un prix de gros sur le marché intermédiaire qui permet aux entrants de rivaliser sur le marché final. Le niveau des prix de gros sur le marché intermédiaire est alors la question centrale que nous avons à traiter dans cette section. Si le prix de gros est inférieur à v , les entrants peuvent fournir les consommateurs situés en a et b et cela va générer des profits pour la firme en place qui sert le marché intermédiaire. Le revers de cette offre sur le marché intermédiaire est l'existence d'une concurrence supplémentaire sur le marché final : les deux firmes en place sont désormais contraintes dans les niveaux de prix qu'elles fixent sur le marché final. Cela signifie, par exemple, qu'elles devront renoncer, au cours des périodes de collusion, en cas d'entrée, au prix de monopole V sur les marchés A et B . A l'opposé, l'exclusion des entrants protège les marchés A et B de la concurrence et permet aux firmes en place, de fixer le prix de monopole, V . La question de la participation sur le marché intermédiaire dépendra donc des situations étudiées, à savoir si les firmes en place font de la collusion, au contraire sont en concurrence, ou si l'une des firmes dévie sur le marché intermédiaire. La proposition suivante caractérise l'équilibre du jeu.

Proposition 2 *L'équilibre du jeu infiniment répété avec possibilité d'entrée en aval possède les propriétés suivantes: (i) au cours des périodes de collusion, les firmes en place ne fournissent pas les entrants sur le marché intermédiaire, ce qui se traduit par l'exclusion des entrants potentiels, (ii) en cas de déviation, il est plus profitable pour une firme en place de dévier sur le marché final (baisser le prix sur le marché final) que de dévier sur le marché intermédiaire (fourniture des entrants) et (iii) dans les périodes de punition, les entrants en aval sont fournis en bien intermédiaire par les firmes en place au coût marginal de production.*

Preuve : En annexe.

Dans les périodes de collusion, les stratégies des firmes intégrées sont, soit

de verrouiller l'accès au marché final (ce qui revient à fixer un prix élevé sur le marché intermédiaire) et de maintenir le prix de monopole sans contrainte sur le marché final ou de fournir l'accès au bien intermédiaire aux entrants, à un prix de gros égal à v .¹⁵ Offrir $w = v$ suppose de baisser les prix sur les marchés A et B . Or avec les hypothèses retenues, cette réduction de prix est trop coûteuse pour être compensée par les profits générés par les marchés a et b . Par conséquent, au cours des périodes de collusion, les entrants sont exclus du marché. Les firmes intégrées maintiennent le prix de collusion sur le marché final qu'elles adopteraient en l'absence d'entrée en aval et l'entrée est bloquée (prix élevé sur le marché intermédiaire).

Le jeu non-coopératif au cours des périodes de punition est un jeu séquentiel. Les entreprises en place choisissent les prix sur le marché intermédiaire, à l'étape 1 et les prix sur le marché final, à l'étape 2. La résolution par induction amont impose que nous considérions d'abord les prix sur le marché final, conditionnellement aux prix sur le marché de gros (voir Lemme 1, en annexe, dans la preuve de la Proposition 2). Il est possible de montrer que les marchés périphériques en raison de l'intégration verticale permettent de relâcher la concurrence sur les marchés A et B à l'instar de Chen (2001). Les profits générés sur le marché intermédiaire compensent la perte de profits sur le marché final. Si I_A sert le marché intermédiaire, I_A facture donc un prix de détail plus élevé que I_B . En même temps, la concurrence à l'étape 1 conduit les firmes intégrées à offrir aux entrants à l'équilibre, des prix de gros égaux au coût marginal de production, qui est ici égal à zéro. Les profits sur le marché intermédiaire à l'équilibre non-coopératif sont donc nuls et les profits sur les marchés A et B sont plus faibles.¹⁶

Dans une période de collusion, la possibilité d'entrée sur le marché final ne fait pas de différence parce que les entreprises en place peuvent et ont intérêt à empêcher l'entrée en proposant le bien intermédiaire à un coût prohibitif. C'est un exemple typique d'exclusion sur le marché intermédiaire. Dans une période de punition, la possibilité d'entrée a des effets différents. Les firmes en place ne peuvent se coordonner sur l'exclusion des entrants, mais plutôt se font concurrence pour les servir. En conséquence, l'entrée se réalise et les prix des firmes en place sur le marché final chutent de T à $(T + \sigma)/2$, engendrant une baisse des profits qui tombent de T à $(T + \sigma)^2/4T$. Les profits de punition sont plus faibles avec les entrants, l'effet punition est donc favorable à la collusion.¹⁷

¹⁵ Offrir un prix de gros inférieur réduirait les prix et les profits sur l'ensemble des marchés et n'est donc pas profitable. Offrir un prix de gros supérieur à v ne permettrait pas aux entrants de servir les consommateurs situés en a et b , ce qui revient à exclure les entrants.

¹⁶ Le mécanisme conduisant à ce résultat est le même que dans un jeu de duopole standard à la Bertrand avec un bien homogène même si l'analyse est un peu plus sophistiquée. En particulier, les déviations sur le marché intermédiaire conduisent à des équilibres différents sur le marché final et donc des ventes et des profits différents pour les firmes en place sur les marchés A et B . Toutefois, il est possible de montrer que pour tout profil de prix de gros conduisant à un prix de gros supérieur au coût marginal, il existe une déviation profitable qui consiste à proposer un prix de gros plus faible que son concurrent.

¹⁷ Considérer une situation dans laquelle les entrants peuvent exercer un pouvoir de marché

Pour compléter l'analyse du jeu répété, nous avons à étudier deux déviations possibles. La première déviation qui consiste à dévier sur le marché final (à l'étape 2) est exactement celle du jeu sans entrée en aval. La deuxième déviation possible consiste à dévier dès l'étape 1 sur le marché intermédiaire (à noter que cette déviation n'existe pas dans le jeu sans entrants potentiels en aval). Dans le schéma de collusion, les entrants potentiels sont exclus du marché final. En conséquence, une déviation sur le marché intermédiaire peut consister à offrir à l'un des entrants un prix de gros acceptable. Parmi les déviations possibles sur le marché intermédiaire, qui consistent à offrir un prix de gros inférieur ou égal à v , v est la déviation optimale : offrir un prix de gros strictement inférieur à v augmente la pression concurrentielle sur le marché final des firmes intégrées et ne permet pas de capter l'ensemble des profits sur les consommateurs situés en a et b .¹⁸ Lorsque les entrants sont servis, $w_i^D = v$, deux effets sont à l'oeuvre : un effet débouché et un effet réaction. Une déviation dès l'étape 1 sur le marché intermédiaire permet de capter la demande des consommateurs situés en a et b , les consommateurs des groupes A et B peuvent également se tourner vers les entrants. L'effet débouché, dans le cas d'une déviation de I_A se définit à p_B inchangé et égal au prix de monopole, $p_B = V$. En particulier, avec $w_A^D = v$, la demande des entrants est alors formée des consommateurs situés en a , b et B , les consommateurs de la division aval de I_B se tournent vers les entrants. La firme I_A qui dévie sur le marché intermédiaire peut alors ajuster son prix sur le marché final afin de discriminer les consommateurs situés en A en fonction de leur désutilité à se servir auprès des entrants, $t \in [0, T]$.¹⁹ Par exemple, si $v = T = \frac{V}{3}$, l'effet débouché implique que la déviation qui commence dès

"limité" ne remet pas en cause le signe de l'effet punition, même si celui-ci est plus faible en valeur absolue. Avec des franges concurrentielles, les prix proposés par les entrants sur le marché final sont nuls à l'équilibre. Supposer une situation dans laquelle les entrants disposent d'un pouvoir de marché "limité" a pour effet de relâcher la concurrence sur le marché final, et d'augmenter les profits des firmes en place sur le marché final au cours des périodes de punition. En même temps, en raison de la concurrence vive sur le marché intermédiaire, les firmes en place font nécessairement des profits plus faibles qu'en l'absence d'entrée.

Considérer un pouvoir de marché "limité" des entrants pose toutefois la question de la nature des contrats employés sur le marché intermédiaire. Avec des franges concurrentielles, l'ensemble des profits des entrants est capté par la firme intégrée qui sert le marché intermédiaire. Avec un pouvoir de marché "limité" des entrants, d'autres contrats tels que des contrats affines avec une partie fixe doivent être considérés pour capter l'ensemble des profits des entrants et éviter le problème de double marginalisation qui apparaît.

¹⁸L'utilisation de tarifs linéaires sur le marché intermédiaire est optimale et permet d'extraire l'ensemble de la rente des entrants. Considérer des contrats affines avec une partie fixe ne modifierait pas l'analyse dans la mesure où les contrats utilisés sont déjà optimaux.

¹⁹Il est possible de montrer que le prix proposé sur le marché final est $p_A^D = v + \frac{T+\sigma}{2}$; celui-ci permet de discriminer les consommateurs du groupe A en deux sous-groupes, les consommateurs dont le coût de transport est faible, $0 \leq t < p_A^D - v - \sigma$ qui se tournent vers E_a et les consommateurs dont le coût de transport est élevé, $p_A^D - v - \sigma \leq t \leq T$ qui sont servis par la division aval de I_A . Ainsi, le profit de déviation, à p_B donné et égal à V , qui consiste à servir les entrants s'écrit :

$$3v + v \left(\frac{p_A^D - v - \sigma}{T} \right) + p_A^D \left[\frac{T - (p_A^D - v - \sigma)}{T} \right].$$

l'étape 1 sur le marché intermédiaire est préférable à une déviation à l'étape 2 sur le marché final.²⁰ Toutefois, l'effet débouché s'accompagne d'un effet réaction. L'effet réaction est liée à la réaction de I_B sur le marché final (étape 2) dans le cas d'une déviation à l'étape 1 sur le marché intermédiaire. En raison de la publicité des contrats sur le marché intermédiaire, I_B réagit dès l'étape suivante au cours de la période de déviation en baissant son prix sur le marché final. Le prix de collusion, $p_B = V$ est abandonné dès la période de déviation au profit d'un nouvel équilibre sur le marché final entre I_A et I_B . L'effet réaction contrebalance l'effet débouché et implique que la déviation qui commence dès l'étape 1 n'est jamais choisie comme déviation optimale. La plus profitable est une déviation à l'étape 2. En résumé, la présence d'entrants potentiels en aval ouvre de nouvelles possibilités de déviation pour les firmes en place (effet débouché), mais celles-ci sont moins rentables que celles déjà accessibles en l'absence d'entrée en raison de l'effet réaction.²¹ Les profits de déviation sont donc inchangés en cas de menace d'entrée.

En rassemblant les éléments ci-dessus de comparaison entre les équilibres possibles du jeu répété avec et sans entrée potentielle en aval, les conclusions sont claires. Celles-ci sont résumées dans la proposition ci-dessous.

Proposition 3 *La possibilité d'entrée sur le marché aval laisse les profits de collusion et de déviation inchangés. Seuls les profits de punition baissent. Par conséquent, il est plus facile pour les firmes intégrées de soutenir une collusion (celle-ci est possible pour des δ inférieurs) lorsque l'entrée est possible en aval.*

Preuve : En annexe.

La question de l'entrée est une question importante ; en particulier, nous avons montré que celle-ci ne se réalise pas au cours d'une période de déviation. La section suivante aborde des situations dans lesquelles l'entrée est effective au cours des périodes de collusion ou de déviation.

5 Extensions et discussion des résultats

Nous discutons brièvement ici deux extensions possibles. Dans la première, nous considérons que les marchés périphériques peuvent être plus rentables. L'exclusion des entrants au cours des périodes de collusion est un élément essentiel dans notre analyse de la collusion entre firmes intégrées. A contrario, une plus grande rentabilité relative des marchés périphériques conduit à inclure les entrants au cours des périodes de collusion. La deuxième extension est relative à la nature des contrats sur le marché intermédiaire. Considérer la possibilité

²⁰ Avec $v = T = \frac{V}{3}$, on a :

$$3v + v \left(\frac{p_A^D - v - \sigma}{T} \right) + p_A^D \left[\frac{T - (p_A^D - v - \sigma)}{T} \right] = \frac{4V}{3} + \frac{\sigma}{4} \left(1 + \frac{3\sigma}{V} \right),$$

qui est supérieur aux profits de déviation sur le marché final : $2(V - T) = \frac{4V}{3}$, puisque $\frac{\sigma}{4} \left(1 + \frac{3\sigma}{V} \right) > 0$,

²¹ Cet effet était déjà présent dans une extension de Nocke et White (2007).

de contrats secrets sur le marché intermédiaire repose la question de la nature de la déviation optimale.²²

Question de l'entrée au cours des périodes de collusion

Nous supposons maintenant que les entrants font partie du schéma de collusion. La profitabilité relative des marchés périphériques, a et b est plus grande et les firmes en place ont intérêt à être sur ces marchés en servant les entrants même si elles doivent baisser leurs prix sur leurs marchés. L'équilibre et les profits de collusion diffèrent donc de ce qu'ils sont en l'absence d'entrée. La déviation optimale peut aussi être différente. La profitabilité de la déviation à l'étape 2 se trouve réduite, du fait de la présence des entrants. La déviation optimale peut consister à dévier à l'étape 1 sur le marché intermédiaire. Toutefois, en raison de l'hypothèse d'observabilité des contrats, la déviation à l'étape 2, qui consiste à dévier sur le marché final peut toujours être la déviation optimale. Lorsque l'effet réaction contrebalance l'effet débouché, la profitabilité de la déviation sur le marché intermédiaire est réduite et la déviation optimale peut toujours être la déviation sur le marché final. Dans ce cas, le résultat selon lequel l'entrée facilite la collusion est inchangé puisque les profits de collusion sont désormais plus grands, les profits de punition inchangés et les profits de déviation plus faibles. Lorsque la déviation optimale est sur le marché intermédiaire, la question de la faisabilité de la collusion est plus complexe, puisque les profits de collusion et de déviation augmentent par rapport à la situation sans les entrants. L'entrée sera alors favorable à la collusion si la variation de la somme des profits actualisés au cours des périodes de collusion est plus grande que la variation des profits qui résultent de la déviation optimale, à profits de punition inchangés.

Contrats secrets sur le marché intermédiaire

Lorsque les contrats sont publics sur le marché intermédiaire, nous avons montré que deux effets sont à l'oeuvre dans le cas d'une déviation sur le marché intermédiaire : un effet débouché et un effet réaction. Dans le cas où les contrats sont secrets, seul l'effet débouché persiste et la déviation optimale peut consister à dévier sur le marché intermédiaire. Bien évidemment, si l'effet débouché est trop faible pour assurer une déviation sur le marché intermédiaire, la déviation optimale consiste encore une fois à dévier sur le marché final et les résultats de notre analyse sont inchangés.²³ Une condition suffisante pour obtenir ce résultat consiste à accentuer l'asymétrie entre les marchés matures des firmes intégrées et les marchés périphériques des entrants : $V > 4T$ avec $v \leq T$.²⁴ Dans ce cas, la rentabilité relative des marchés principaux des firmes intégrées est grande et la déviation optimale est toujours sur le marché final, les entrants ne sont pas servis en cas de déviation. Le cas le plus intéressant consiste à considérer une situation

²²Nous remercions Marie-Laure Allain pour ses commentaires, qui nous ont amenés à écrire ces extensions.

²³L'équilibre du jeu séquentiel qui correspond à l'équilibre au cours des périodes de punition ne change pas avec des contrats secrets.

²⁴Cette inégalité est obtenue en comparant les profits joints de l'industrie avec les entrants et les profits de déviation sur le marché final, les profits résultant d'une déviation sur le marché intermédiaire étant inférieurs aux profits joints de l'industrie avec les entrants.

dans laquelle l'effet débouché est suffisamment grand pour avoir une déviation sur le marché intermédiaire qui soit optimale. Par exemple, si $v = T = \frac{V}{3}$, la rentabilité relative des marchés périphériques est grande et la déviation optimale consiste alors à servir les entrants afin de capter ces marchés périphériques.²⁵ L'analyse de l'impact de l'entrée sur la collusion consiste ensuite à comparer les gains associés à la déviation avec cet effet débouché (profits de déviation lorsque les entrants sont servis moins profits de déviation sur le marché final, sans les entrants) avec la valeur actualisée, $\frac{\delta}{1-\delta}$ des pertes associées à la punition lorsque les entrants sont servis (profits de punition lorsque les entrants sont servis moins profits de punition sans les entrants).²⁶ Si ces gains sont inférieurs aux pertes alors l'entrée est favorable à la collusion. En prenant, $V = 1$, nous avons $v = T = \frac{V}{3} = \frac{1}{3}$ et obtenons que l'entrée est favorable à la collusion pour $\sigma < \frac{1}{9}(-2 + \sqrt{13}) \simeq 0.18$.²⁷ Cette configuration correspond à une situation où la pression concurrentielle exercée par les marchés périphériques sur les marchés principaux est grande : l'effet débouché est faible et l'effet punition est grand.

6 Conclusion

Nous considérons un jeu répété à l'infini entre deux firmes en place et deux entrants sur un marché final composé d'un marché principal et d'un marché périphérique. Les firmes en place bénéficient d'un avantage concurrentiel sur les entrants puisque leurs produits correspondent aux goûts des groupes de consommateurs les plus rentables. En outre, elles sont intégrées verticalement dans la production d'un bien intermédiaire, essentiel pour le marché final. Les entrants dépendent des firmes en place pour leur approvisionnement sur le marché intermédiaire pour pouvoir opérer sur le marché final. Nous considérons une situation dans laquelle les firmes en place ne servent pas les entrants dans le schéma de collusion. La possibilité d'entrée ne change donc pas la structure de l'industrie observée à l'équilibre de collusion, seuls les profits de déviation et de punition peuvent changer. Nous montrons que l'entrée facilite la collusion. Ce n'est pas dû à une modification des profits de déviation, puisque la déviation optimale, qui consiste à dévier sur le marché final, en excluant ainsi les entrants est ici inchangée. Deux effets sont à l'oeuvre pour expliquer ce résultat, un effet débouché et un effet réaction. Une déviation sur le marché intermédiaire,

²⁵Pour rappel, une déviation optimale de la firme I_A qui commence dès l'étape 1 consiste à proposer $w^D = v$ et $p_A^D = v + \frac{T+\sigma}{2}$, à $p_B = V$ donné. Le profit de déviation, avec $v = T = \frac{V}{3}$ s'écrit :

$$3v + v \left(\frac{p_A^D - v - \sigma}{T} \right) + p_A^D \left[\frac{T - (p_A^D - v - \sigma)}{T} \right] = \frac{4V}{3} + \frac{\sigma}{4} \left(1 + \frac{3\sigma}{V} \right),$$

qui est supérieur avec $\frac{\sigma}{4} \left(1 + \frac{3\sigma}{V} \right) > 0$ au profit de déviation sur le marché final : $2(V - T) = \frac{4V}{3}$.

²⁶ Soit, $\left[\frac{4V}{3} + \frac{\sigma}{4} \left(1 + \frac{3\sigma}{V} \right) \right] - \left[\frac{4V}{3} \right] = \frac{\sigma}{4} \left(1 + \frac{3\sigma}{V} \right)$ avec $T - \left[\frac{(T+\sigma)^2}{4T} \right] = \frac{V}{3} - \left[\frac{\left(\frac{V}{3} + \sigma \right)^2}{4 \frac{V}{3}} \right]$ pour $v = T = \frac{V}{3}$.

²⁷ Ce seuil est obtenu en utilisant le fait que la collusion est possible, sans entrée, pour $\delta > \frac{1}{3}$.

suppose une réaction de l'entreprise concurrente, dès l'étape suivante au cours de la période de déviation, contrebalançant ainsi l'effet débouché qui consisterait à servir les entrants. L'impact de l'entrée sur la faisabilité de la collusion est ensuite entièrement dû à un changement dans les profits de punition. A l'équilibre non-coopératif, au cours des périodes de punition, les entrants sont servis et l'entrée intensifie la concurrence sur le marché final, ce qui conduit à une baisse des profits des firmes en place. La possibilité d'entrée renforce ainsi les incitations des firmes en place à faire de la collusion.

L'analyse que nous développons s'applique à une situation où le marché d'approvisionnement est servi uniquement par les firmes intégrées. Une extension possible consisterait à permettre l'entrée d'un autre acteur en amont : les firmes intégrées seraient en concurrence avec une alternative d'approvisionnement sur le marché intermédiaire. Toutefois, la structure de l'industrie proposée nous semble cohérente avec de nombreux exemples d'industries où l'entrée en amont est difficile (industries de réseaux, coûts fixes élevés en amont, contraintes réglementaires limitant l'entrée en amont, ...).

Le traitement juridique des autorités de la concurrence et des tribunaux du type de pratiques que les firmes en place adoptent dans notre équilibre de collusion mérite une brève discussion. De toute évidence, ce que nous avons ici est un cas typique de collusion. Cependant, le traitement juridique de la collusion dépend de la distinction faite entre collusion tacite et collusion explicite. La collusion explicite sera prouvée en particulier si les preuves de la communication bilatérale entre les entreprises, coupables de collusion peuvent être trouvées. En l'absence de telles preuves, cependant, on ne peut exclure la possibilité que la collusion soit tacite. Dans l'Union Européenne, la collusion tacite est traitée comme un cas de position dominante collective. Ici, le verrouillage du marché intermédiaire, excluant les entrants potentiels en aval pourrait être considéré comme un abus de position dominante collective. C'est pourquoi une analyse plus large sur des cas tels que l'entente sur les services de téléphonie mobile en France, indiquée dans l'introduction, mériterait d'être développée par les autorités antitrust, qui sont à la recherche d'instruments juridiques pour lutter contre ce qu'elles perçoivent comme un comportement anticoncurrentiel.

7 References

Avenel, E., 2008, Strategic vertical integration without foreclosure, *Journal of Industrial Economics*, Vol. LVI (2), 247-262.

Avenel, E. et C. Barlet, 2000, Vertical foreclosure, technological choice, and entry in intermediate markets, *Journal of Economics & Management Strategy*, Vol. 9 (2), 211-230.

Avenel, E. et C. Caprice, 2012, Collusion and downstream entry in a vertically integrated industry, document de travail, Université de Rennes, CREM, WP 2012-08.

Bourreau, M., J. Hombert, J. Pouyet et N. Schutz, 2011, Upstream competition between vertically integrated firms, *Journal of Industrial Economics*, Vol.

54 (4), 677-713.

Chen, Y., 2001, On vertical mergers and their competitive effects, *Rand Journal of Economics*, Vol. 32 (4), 667-685.

Clark, R. et J.-F. Houde, 2013, Collusion with asymmetric retailers: Evidence from a gasoline price-fixing case, *American Economic Journal: Microeconomics*, Vol. 5 (3), 1-30.

Clark, R. et J.-F. Houde, 2014, The effect of explicit communication on pricing: evidence from the collapse of a gasoline cartel, *Journal of Industrial Economics*, Vol. 62 (2), 191-228.

Choi, J. P. et S.-S. Yi, 2000, Vertical foreclosure with the choice of input specifications, *RAND Journal of Economics*, Vol. 31 (4), 717-743.

Commission Européenne, 2003a, Décision de la commission européenne du 21 mai 2003 relative à l'application de l'article 82 du traité de l'union européenne (Case COMP/C-1/37.451, 37.578, 37.579 — Deutsche Telekom AG), *Official Journal of the European Union* L 263 of 14/10/2003.

Commission Européenne, 2003b, Décision de la commission européenne du 16 juillet 2003 relative à l'application de l'article 82 du traité de l'union européenne (COMP/38.233 - Wanadoo Interactive) ; disponible à : http://ec.europa.eu/competition/antitrust/cases/dec_docs/38233/38233_88_1.pdf.

Commission Européenne, 2008, Guidelines on the assessment of non-horizontal mergers under the Council Regulation on the control of concentrations between undertakings, *Official Journal of the European Union* C 265 of 18/10/2008.

Conseil de la concurrence, 2005, Décision n° 05-D-65 du 30 novembre 2005 relative à des pratiques constatées dans le secteur de la téléphonie mobile ; disponible à : http://www.autoritedelaconcurrence.fr/user/standard.php?id_rub=149&id_article=501#.

Conseil de la concurrence, 2008, Avis n° 08-A-16 du 30 juillet 2008 relatif à la situation des opérateurs de réseaux mobiles virtuels (MVNO) sur le marché français de la téléphonie mobile ; disponible à : http://www.autoritedelaconcurrence.fr/user/standard.php?id_rub=255&id_article=955.

Cour de cassation, 2012, Pourvoi n° 11-22.144 du 30 mai 2012, relatif à des pratiques constatées dans le secteur de la téléphonie mobile ; disponible à : http://www.autoritedelaconcurrence.fr/doc/cass3_mobiles_mai12.pdf.

Département américain de la justice, 1984, Non-horizontal merger guidelines ; disponible à : <http://www.justice.gov/atr/public/guidelines/2614.htm>.

Friedman, J. W., 1971, A non-cooperative equilibrium for supergames, *Review of Economic Studies*, Vol. 38 (11:3), 1-12.

Levenstein, M. C. et V. Y. Suslow, 2006, What determines cartel success?, *Journal of Economic Literature*, Vol. XLIV (March 2006), 43-95.

Nocke, V. et L. White, 2007, Do vertical mergers facilitate upstream collusion, *American Economic Review*, Vol. 97 (4), 1321-1339.

Normann, H.-T., 2009, Vertical integration, raising rivals' costs and upstream collusion, *European Economic Review*, Vol. 53, 461-480.

Ordover, J. A., G. Saloner et S. C. Salop, 1990, Equilibrium vertical foreclosure, *American Economic Review*, Vol. 80 (1), 127-142.

Ordover J. et G. Shaffer, 2007, Wholesale access in multi-firm markets: When is it profitable to supply a competitor?, *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 25 (5), 1026-1045.

Rey, P. et J. Tirole, 2007, Chapitre 33: A primer on foreclosure, in Handbook of Industrial Organization, Vol. 3, 2145-2220.

Riordan, M.H., 2008, Competitive effects of vertical integration, in: Buc-cirossi, P. (Ed.), Handbook of Antitrust Economics, MIT Press, Cambridge, MA, 145-182.

Annexe

Les hypothèses sur l'ensemble des paramètres sont numérotées de la façon suivante :

hypothèse 1 : $0 < T - \sigma$; hypothèse 2 : $T - \sigma \leq v$; hypothèse 3 : $v \leq T$;
hypothèse 4 : $T \leq V/3$.

Proposition 1 :

Comme les profits de collusion sont évidents, nous considérerons successivement ici les profits de déviation et de punition.

- Déviation : Supposons que I_A s'écarte du prix de collusion sur le marché final et offre $p_A^D = V - d < V$ (une offre avec $p_A^D > V$ est strictement dominée). La demande pour I_A des consommateurs situés en B est donnée par $\frac{d}{T}$. Pour $d = T$, tous les consommateurs situés en B sont captés par I_A . L'augmentation de d au-dessus de T réduit les profits de I_A . Pour $d \leq T$, les profits de I_A sont donnés par $\pi_A^D = (1 + \frac{d}{T})(V - d)$. π_A^D est une fonction concave en d , dont la dérivée en $d = T$ est strictement positive sous l'hypothèse 4. La déviation optimale de I_A est donc $d = T$; tous les consommateurs situés en B changent de produit et achètent à I_A et les profits de I_A sont donnés par $\pi_A^D = 2(V - T)$.

- Punition : les profits de punition sont obtenus à partir de la résolution du jeu séquentiel. Nous commençons par calculer la demande de I_A . Si $p_A > p_B + T$, alors $D_A = 0$ et $D_B = 2$: tous les consommateurs, situés en B et A achètent à I_B . Si $p_B + T \geq p_A \geq p_B$, alors $D_A = 1 - \frac{p_A - p_B}{T}$ et $D_B = 1 + \frac{p_A - p_B}{T}$: les consommateurs situés en B achètent à I_B ; pour un consommateur en A , acheter à I_A lui donne une utilité $V - p_A$, tandis qu'acheter à I_B lui donne $V - p_B - t$. Ainsi un consommateur en A achète à I_A ssi $V - p_A \geq V - p_B - t$, ce qui correspond à $t \geq p_A - p_B$, la demande de I_A est alors $1 - \frac{p_A - p_B}{T}$. A l'inverse si $p_B > p_A \geq p_B - T$, la demande pour I_A est $D_A = 1 + \frac{p_B - p_A}{T}$ et celle de I_B , $D_B = 1 - \frac{p_B - p_A}{T}$. Enfin, tous les consommateurs situés en A et B achètent à A ssi $V - p_A - t > V - p_B$, ce qui correspond à $t < p_B - p_A$. Pour $p_A < p_B - T$, alors $D_A = 2$ et $D_B = 0$. Pour résumer, on a

$$\begin{array}{lll} p_A < p_B - T & D_A = 2 & D_B = 0 \\ p_B + T \geq p_A \geq p_B - T & D_A = 1 + \frac{p_B - p_A}{T} & D_B = 1 - \frac{p_B - p_A}{T} \\ p_A > p_B + T & D_A = 0 & D_B = 2. \end{array}$$

Déterminons, maintenant la fonction de meilleure réponse de I_A à p_B donné. Si $p_B \leq T$, alors p_A ne peut être strictement plus faible que $p_B - T$. I_A maximise ses profits pour $p_A \in [0; p_B + T]$; les profits sont donnés par $\pi_A = p_A D_A = p_A (1 + \frac{p_B - p_A}{T})$. Cette fonction admet un maximum en $p_A = \frac{p_B + T}{2}$, intérieur pour les valeurs considérées. Ainsi, la meilleure réponse de I_A à p_B donné est $BR_A(p_B) = \frac{p_B + T}{2}$. Si $T < p_B \leq 3T$, alors I_A fixe un prix $p_A = \frac{p_B + T}{2}$ (qui maximise $p_A (1 + \frac{p_B - p_A}{T})$) tant que $\frac{p_B + T}{2} < p_B - T$. Avec $p_B \leq 3T$, on a $\frac{p_B + T}{2} \geq p_B - T$, ainsi $BR_A(p_B) = \frac{p_B + T}{2}$. Si $3T < p_B \leq V$, alors $\frac{p_B + T}{2} < p_B - T$ et il est optimal pour I_A de capturer tous les consommateurs

situés en B : $BR_A(p_B) = p_B - T$. Enfin, si $p_B > V$, I_A est en monopole sur les deux localisations et il est optimal pour I_A de servir les deux localisation : $BR_A(p_B) = V - T$. Pour résumer, on a

$$\begin{array}{ll} p_B \leq 3T & BR_A(p_B) = \frac{p_B + T}{2} \\ 3T < p_B \leq V & BR_A(p_B) = p_B - T \\ V < p_B & BR_A(p_B) = V - T \end{array}$$

A l'identique, on peut définir la fonction de meilleure réponse de I_B à p_A donné. Les fonctions de meilleure réponse se croisent en $p_A = p_B = T$; les profits associés sont $\pi_A = \pi_B = T$.

Proposition 2 :

Nous étudions successivement les profits de collusion, de punition et de déviation.

1. Profits de collusion :

I_A et I_B n'ont pas intérêt à fixer sur le marché intermédiaire un prix de gros $w < v$. Par rapport à $w = v$, leurs profits sur les marchés périphériques a et b seraient plus faibles, et leurs prix sur le marché final en A et B seraient alors contraints ; ainsi, on a $w \geq v$.

Si $w > v$, les consommateurs en a et b ne sont pas servis par les entrants. Il est alors optimal pour I_A et I_B de fixer un prix de gros le plus élevé possible pour que les consommateurs situés en A et B n'achètent pas aux entrants ; ainsi, on a $w \geq V$. Les firmes intégrées peuvent continuer à fixer le prix de monopole sur le marché final, V avec des profits, $\pi_A = \pi_B = V$.

Si $w = v$, alors les consommateurs situés en a et b sont servis, mais I_A et I_B ne peuvent fixer p_A et p_B à V sur le marché final. En effet, pour $p_A = p_B = V$, tous les consommateurs en A et B achètent aux entrants (tandis que l'utilité d'un consommateur de type T en A d'acheter à I_A à V est 0, celle d'acheter à E_a à v est $V - v - T - \sigma > 0$). Ainsi, I_A et I_B doivent fixer $p < V$. Le prix optimal sur le marché final, p appartient à l'intervalle $[v + \sigma; v + \sigma + T]$. En effet, tandis que pour $p \leq v + \sigma$, aucun des consommateurs des groupes A et B achète aux entrants, pour $p > v + \sigma + T$, tous les consommateurs de ces groupes achètent aux entrants (au-delà de ce seuil, les profits des firmes intégrées sur le marché final sont nuls). Pour $p \in [v + \sigma; v + \sigma + T]$, on a $\pi_A = v + p \left(1 - \frac{p-v-\sigma}{T}\right) + v \left(\frac{p-v-\sigma}{T}\right)$ avec un maximum en $p = v + \frac{\sigma+T}{2}$, qui appartient à l'intervalle considéré $[v + \sigma; v + \sigma + T]$, avec $\sigma < T$ (Hypothèse 1). Le profit obtenu $\pi_A = 2v + \frac{(\sigma+T)^2}{4T}$ est inférieur à $2v + T$ avec $\sigma < T$ (Hypothèse 1), qui est lui-même inférieur ou égal à V avec $v \leq T$ (Hypothèse 3) et $3T \leq V$ (Hypothèse 4). Il résulte de la comparaison des profits ($2v + \frac{(\sigma+T)^2}{4T} < V$) que les entrants sont exclus à l'équilibre de collusion.

2. Profits de punition

Les profits de punition sont obtenus à partir du jeu séquentiel que nous résolvons par induction vers l'amont. L'équilibre du sous-jeu commençant à l'étape 2 est présenté dans le lemme qui suit.

Lemme 1 *A w donné, on a :*

Pour $w \geq T - \sigma$, $p_A = p_B = T$,
 Pour $w < T - \sigma$ et $w_A < w_B$, $p_A = \frac{\sigma+T}{2} + w$ et $p_B = \frac{\sigma+T}{2} + \frac{1}{2}w$
 (symétrie pour $w_B < w_A$),
 Pour $w < 2(T - \sigma)$ et $w_A = w_B$, $p_A = p_B = \frac{\sigma+T}{2} + \frac{3}{4}w$.

Preuve du Lemme 1 :

Considérons d'abord le cas où $p_A \leq \sigma + w$. Les consommateurs des groupes A et B n'achètent pas aux entrants. I_B est seulement en concurrence avec I_A et joue donc $p_B = BR_B(p_A)$. De même, I_A est seulement en concurrence avec I_B and joue donc $p_A = BR_A(p_B)$. $p_A = p_B = T$ est un équilibre si $w \geq T - \sigma$. Inversement, pour $w < T - \sigma$, il n'y a pas d'équilibre où $p_A \leq \sigma + w$ ou $p_B \leq \sigma + w$.

Lorsque $p_A > \sigma + w$ et $p_B > \sigma + w$, chaque firme en place est en concurrence avec un entrant, et joue ainsi une meilleure réponse à $\sigma + w$. En conséquence, les prix sont les suivants :

$$\begin{aligned} \text{si } w_A = w_B, p_A = p_B &= \frac{T+\sigma}{2} + \frac{3}{4}w, \\ \text{si } w_A < w_B, p_A = \frac{T+\sigma}{2} + w \text{ et } p_B &= \frac{T+\sigma}{2} + \frac{1}{2}w, \\ \text{si } w_A > w_B, p_A = \frac{T+\sigma}{2} + \frac{1}{2}w \text{ et } p_B &= \frac{T+\sigma}{2} + w. \end{aligned}$$

Afin que les conditions $p_A > \sigma + w$ et $p_B > \sigma + w$ soient satisfaites, on a $w < T - \sigma$ ou $w_A = w_B < 2(T - \sigma)$. À noter, pour $T - \sigma \leq w < 2(T - \sigma)$, il y a deux équilibres à l'étape 2 lorsque $w_A = w_B$.

Ensuite, l'équilibre du jeu complet (résolution de l'étape 1) est présenté dans le lemme qui suit.

Lemme 2 *Le jeu séquentiel a un unique équilibre, dans lequel :*

$$w_A = w_B = 0, p_A = p_B = \frac{T + \sigma}{2} \text{ et } \pi_A = \pi_B = \frac{(T + \sigma)^2}{4T}.$$

Preuve du Lemme 2 :

Nous procédons par élimination des autres équilibres candidats et montrons que l'équilibre unique est $w_A = w_B = 0$, $p_A = p_B = \frac{T+\sigma}{2}$.

Considérons d'abord $w \geq 2(T - \sigma)$. Alors, les prix de détail sont donnés par $p_A = p_B = T$. Les profits sont fonctions de w : si w est supérieur ou inférieur à v . Si $w > v$, alors les consommateurs en a et b n'achètent pas le bien. Si une firme intégrée, par exemple I_A , dévie et offre $w_A = v \geq T - \sigma$, les prix de détail sont inchangés et I_A obtient comme profits sur le marché intermédiaire $2v$ avec les entrants. Si $w \leq v$, alors au moins une des firmes intégrées à intérêt de proposer un prix de gros inférieur : en particulier, si $w = w_A < w_B$, I_B offre $w - \varepsilon$, les prix de détail sont inchangés et I_B capte les profits des entrants. Si $w = w_A = w_B$, I_B offre $w - \varepsilon$, les prix de détail sont inchangés et I_B obtient tous les profits des entrants au lieu de les partager avec I_A .

Examinons maintenant le cas où $w \in (T - \sigma; 2(T - \sigma))$. Si l'une des firmes intégrées offre un prix de gros strictement plus faible que l'autre, la preuve est similaire au cas précédent. Toutefois, si $w = w_A = w_B$, nous devons considérer les deux équilibres possibles à l'étape 2. Lorsque les firmes intégrées fixent $p_A = p_B = T$ à l'étape 2, la preuve est de nouveau identique au cas précédent.

Concentrons-nous sur le cas où, à l'étape 2 les firmes intégrées fixent $p_A = p_B = p = \frac{T+\sigma}{2} + \frac{3}{4}w$. Si $w \leq v$, $\pi_A = p \left(1 - \frac{p-w-\sigma}{T}\right) + w \left(\frac{p-w-\sigma}{T}\right) + w$, ou de façon équivalente, $\pi_A = \frac{T}{4} + 2w - \frac{w^2}{16T} + \frac{\sigma}{2} + \frac{\sigma^2}{4T}$. Lorsque I_B propose un prix de gros inférieur $w - \varepsilon$, on a $p_A = p_B = T$ à l'étape 2 et $\pi_A^D = T + 2w - 2\varepsilon$. Une telle déviation est profitable ssi $\frac{T}{4} + 2w - \frac{w^2}{16T} + \frac{\sigma}{2} + \frac{\sigma^2}{4T} < T + 2w$, c'est-à-dire $\frac{3T}{4} + \frac{w^2}{16T} - \frac{\sigma}{2} - \frac{\sigma^2}{4T} > 0$. Comme $w < 2(T - \sigma)$ implique $\sigma < T - \frac{w}{2}$, on a $\frac{3T}{4} + \frac{w^2}{16T} - \frac{\sigma}{2} - \frac{\sigma^2}{4T} > \frac{1}{2}w > 0$, la déviation est profitable. Si $w > v$, les consommateurs des groupes a et b n'achètent pas le bien, on a $\pi_A = p \left(1 - \frac{p-w-\sigma}{T}\right) + w \left(\frac{p-w-\sigma}{T}\right) = \frac{T}{4} + w - \frac{w^2}{16T} + \frac{\sigma}{2} + \frac{\sigma^2}{4T}$. Une déviation possible pour I_A est $w_A = v$, avec $p_A = p_B = T$ à l'étape 2 et $\pi_A^D = T + 2v$. Une telle déviation est profitable ssi $\frac{T}{4} + w - \frac{w^2}{16T} + \frac{\sigma}{2} + \frac{\sigma^2}{4T} < T + 2v$, ou de façon équivalente $\frac{3T}{4} + 2v - w + \frac{w^2}{16T} - \frac{\sigma}{2} - \frac{\sigma^2}{4T} > 0$. Comme $\sigma < T - \frac{w}{2}$, on a $\frac{3T}{4} + 2v - w + \frac{w^2}{16T} - \frac{\sigma}{2} - \frac{\sigma^2}{4T} > 2v - \frac{w}{2}$. De plus, comme $\sigma \geq T - v$, on a $2v - \frac{w}{2} > 0$ et la déviation est profitable. Il n'y a pas d'équilibre tel que $w \in (T - \sigma; 2(T - \sigma))$.

Considérons ensuite $w = T - \sigma$. Si $w_A < w_B$, alors $\pi_B = T$. Offrir $w_B^D = w_A$ implique $\pi_B^D = T + w > \pi_B$. Si $w_A = w_B$ et $p_A = p_B = \frac{T+\sigma}{2} + \frac{3}{4}w$, la preuve est similaire au cas précédent. Si $w_A = w_B$ et $p_A = p_B = T$, on a $\pi_B = T + w$. Si I_B propose un prix de gros plus faible $w_B^D = w - \varepsilon$, son profit π_B^D est tel que $T\pi_B^D \sim \left(\frac{T+\sigma}{2}\right)^2 + \left(\frac{T+\sigma}{2} + 3T - \sigma\right)w - \frac{1}{2}w^2 > T^2 + wT$ et la déviation est profitable.

Enfin, considérons le cas $w < T - \sigma$. Comme $T - \sigma \leq v$, les consommateurs des groupes a et b achètent le bien. Supposons d'abord que $w_A = w_B = w$, $\pi_A = p_A \left(\frac{T+\sigma+w-p_A}{T}\right) + \frac{1}{2}w \left(\frac{p_A-\sigma-w}{T}\right) + \frac{1}{2}w \left(\frac{p_B-\sigma-w}{T}\right) + w$, ou de façon équivalente $T\pi_A = \left(\frac{T+\sigma}{2}\right)^2 + \left(\frac{3T+\sigma}{2} + \frac{T-\sigma}{2}\right)w - \frac{1}{16}w^2$. Si I_A dévie et offre $w - \varepsilon$ à l'étape 1, il obtient $\pi_A^D = p_A^D \left(\frac{T+\sigma+w-\varepsilon-p_A^D}{T}\right) + (w - \varepsilon) \left(\frac{p_A^D-\sigma-w+\varepsilon}{T}\right) + (w - \varepsilon) \left(\frac{p_B^D-\sigma-w+\varepsilon}{T}\right) + 2(w - \varepsilon)$, où p_A^D et p_B^D sont les prix fixés par I_A et I_B à l'étape 2 pour $w - \varepsilon$. Négligeant les termes en ε et ε^2 , on obtient $T\pi_A^D \sim \left(\frac{T+\sigma}{2}\right)^2 + \left(\frac{T+\sigma}{2} + 3T - \sigma\right)w - \frac{1}{2}w^2$. En conséquence, on a $T(\pi_A^D - \pi_A) \sim w \left(\frac{3T-\sigma}{2} - \frac{7}{16}w\right)$. Pour $w < T - \sigma$, $\left(\frac{3T-\sigma}{2} - \frac{7}{16}w\right) > 0$, la déviation est profitable. Considérons maintenant $w_A < w_B$, alors $\pi_B = p_B \left(\frac{T+\sigma+w-p_B}{T}\right) = \frac{1}{T} \left(\frac{T+\sigma}{2} + \frac{1}{2}w\right)^2$, ou de façon équivalente $T\pi_B = \left(\frac{T+\sigma}{2}\right)^2 + \left(\frac{T+\sigma}{2}\right)w + \frac{1}{4}w^2$. Si I_B dévie et offre $w - \varepsilon$, il obtient $\pi_B^D = p_B^D \left(\frac{T+\sigma+w-\varepsilon-p_B^D}{T}\right) + (w - \varepsilon) \left(1 + \frac{p_A^D-\sigma-w+\varepsilon}{T}\right) + (w - \varepsilon) \left(1 + \frac{p_B^D-\sigma-w+\varepsilon}{T}\right)$ avec $T\pi_B^D \sim \left(\frac{T+\sigma}{2}\right)^2 + \left(\frac{T+\sigma}{2} + 3T - \sigma\right)w - \frac{1}{2}w^2$. En conséquence, $T(\pi_B^D - \pi_B) \sim (3T - \sigma)w - \frac{3}{4}w^2 = w \left(3T - \sigma - \frac{3}{4}w\right) > 0$. Il n'y a pas d'équilibre tel que $w < T - \sigma$ et $0 < w_A = w < w_B$, et d'équilibre tel que $w < T - \sigma$ et $0 < w_B = w < w_A$, pour les mêmes raisons. Pour $w_A = w = 0 < w_B$, $\pi_A = \left(\frac{T+\sigma}{2}\right) \left(\frac{T+\sigma - \frac{T+\sigma}{2}}{T}\right) = \frac{1}{T} \left(\frac{T+\sigma}{2}\right)^2$. Il résulte que si I_A dévie et offre $w_A^D =$

$\varepsilon < w_B$, il obtient $\pi_A^D = p_A^D \left(\frac{T+\sigma+\varepsilon-p_A^D}{T} \right) + \varepsilon \left(1 + \frac{p_A^D-\sigma-\varepsilon}{T} \right) + \varepsilon \left(1 + \frac{p_B^D-\sigma-\varepsilon}{T} \right)$ avec $T\pi_A^D = \left(\frac{T+\sigma}{2} \right)^2 + \left(\frac{T+\sigma}{2} + 3T - \sigma \right) \varepsilon - \frac{1}{2}\varepsilon^2$. Comme $T(\pi_A^D - \pi_A) = \varepsilon \left(\frac{T+\sigma}{2} + 3T - \sigma - \frac{1}{2}\varepsilon \right) > 0$ pour ε strictement positif et suffisamment petit, il n'y a pas d'équilibre tel que $w_A = w = 0 < w_B$. Pour conclure, il existe un unique candidat équilibre, $w_A = w_B = w = 0$ (avec $p_A = p_B = \frac{T+\sigma}{2}$ à l'étape 2). En l'absence de déviation profitable à l'étape 1, il constitue l'unique équilibre.

3. Profits de déviation

Une déviation à l'étape 2 implique pour une firme qui dévie un profit égal à $2(V - T)$. Considérons maintenant une déviation à l'étape 1. Supposons que I_A offre $w < T - \sigma$, on a $\pi_A^D = p_A^D \left(\frac{T+\sigma+w-p_A^D}{T} \right) + w \left(1 + \frac{p_A^D-\sigma-w}{T} \right) + w \left(1 + \frac{p_B^D-\sigma-w}{T} \right)$ ou, de façon équivalente en remplaçant p_A^D et p_B^D , $T\pi_A^D = \left(\frac{T+\sigma}{2} \right)^2 + \frac{7T-\sigma}{2}w - \frac{1}{2}w^2$. Cette expression atteint un maximum non contraint en $w = \frac{7T-\sigma}{2}$. Or, $\frac{7T-\sigma}{2} > T - \sigma$, la déviation optimale consiste donc à proposer un prix de gros, w le plus près possible de $T - \sigma$, avec des profits associés de $\pi_A^D = \frac{13}{4}T - \frac{10}{4}\sigma + \frac{\sigma^2}{4T}$. Supposons maintenant que I_A offre $w \in [T - \sigma; v]$, on a $\pi_A^D = T + 2w$, qui est maximal pour $w = v$; les profits associés sont $T + 2v$. Offrir $w = v$ est plus profitable que d'offrir $w = T - \sigma - \varepsilon$ ssi $\frac{13}{4}T - \frac{10}{4}\sigma + \frac{\sigma^2}{4T} < T + 2v$, cette inégalité est satisfaite pour $\sigma \leq T$ (Hypothèse 1) et $v \geq T - \sigma$ (Hypothèse 2). Enfin, offrir $w > v$ n'est pas profitable. En effet, aucun des consommateurs des groupes a et b achètent et une déviation I_A qui consiste à capturer seulement les consommateurs de B est plus profitable, si elle s'effectue à l'étape 2 (la firme I_B ne peut ajuster son prix de détail). La comparaison de $T + 2v$ et $2(V - T)$ montre que la déviation la plus profitable est une déviation à l'étape 2 ($2(V - T)$).

Proposition 3 :

Bien que le résultat est une conséquence directe des propositions précédentes, il peut être retrouvé par la comparaison des facteurs d'actualisation pour lesquels la collusion est soutenable. Nous explicitons ces valeurs dans les lemmes qui suivent, pour le cas de référence et le cas général.

Lemme 3 Dans le cas de référence, la collusion est possible ssi $\delta \geq \frac{V-2T}{2V-3T}$.

Preuve du Lemme 3 :

Avec les profits de collusion, de déviation et de punition, la condition de stabilité $\pi_A^K \left(\frac{1}{1-\delta} \right) \geq \pi_A^D + \delta \left(\frac{1}{1-\delta} \right) \pi_A^P$ donne $V \left(\frac{1}{1-\delta} \right) \geq 2(V - T) + \delta \left(\frac{1}{1-\delta} \right) T$, soit $\delta \geq \frac{V-2T}{2V-3T}$, où $\frac{V-2T}{2V-3T}$ est inférieur à 1 sous l'hypothèse 4.

Lemme 4 Dans le cas général, la collusion est possible ssi $\delta \geq \frac{V-2T}{2(V-T) - \frac{(T+\sigma)^2}{4T}}$.

Preuve du Lemme 4 :

La condition de stabilité, en remplaçant les profits de collusion, de déviation et de punition, donne $V \left(\frac{1}{1-\delta} \right) \geq 2(V - T) + \delta \left(\frac{1}{1-\delta} \right) \frac{(T+\sigma)^2}{4T}$, soit $\delta \geq \frac{V-2T}{2(V-T) - \frac{(T+\sigma)^2}{4T}}$.

La comparaison des valeurs seuils achève la démonstration :

$$\frac{V - 2T}{2(V - T) - \frac{(T+\sigma)^2}{4T}} < \frac{V - 2T}{2V - 3T} < 1.$$