



Économie publique/Public economics

10 | 2002/1
Varia

Allocation des sillons ferroviaires : la possibilité d'enchères

Bernard Caillaud



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/economiepublique/482>
ISSN : 1778-7440

Éditeur

IDEP - Institut d'économie publique

Édition imprimée

Date de publication : 15 janvier 2003
ISBN : 2-8041-3943-3
ISSN : 1373-8496

Référence électronique

Bernard Caillaud, « Allocation des sillons ferroviaires : la possibilité d'enchères », *Économie publique/ Public economics* [En ligne], 10 | 2002/1, mis en ligne le 01 janvier 2006, consulté le 01 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/economiepublique/482>

Bernard Gaillaud

CERAS (URA 2036), Ecole Nationale des
Ponts et Chaussées, Paris, et CEPR, Londres

Allocation des sillons ferroviaires : la possibilité d'enchères*

Résumé

Cette note traite de l'allocation efficace des capacités limitées de circulation sur le réseau ferré, c'est-à-dire des sillons ferroviaires, entre différents usages ou différents opérateurs. Les éléments pertinents de la théorie des enchères sont rappelés et il est montré comment ils peuvent être adaptés de manière à rendre compte des spécificités du secteur. La note se concentre particulièrement sur le format de l'enchère de Vickrey généralisée, dans le cadre multi-unitaire avec complémentarités, et discute en détails des limites tant théoriques que pratiques de ce type de procédure.

mots clés : Accès, enchères, transports ferroviaires

Summary

This note addresses the issue of the efficient allocation of limited access capacities on the railtrack network among different usages or different operators. Relevant ideas from the auction theory are presented and we show how the theory can be adapted so as to fit the specific context of railtrack access. The paper mainly focuses on the so-called generalized Vickrey auction format, in a multi-unit setting with complementarities, and we discuss both the theoretical and practical limitation of this type of procedure.

* Ces réflexions ont été développées dans le cadre du groupe « sillons » du Conseil Général des Ponts et Chaussées et au sein d'un atelier du Conseil d'Analyse Economique. Elles ont bénéficié de discussions et critiques de E.Cohen, A.Lambert, J.Maurice, M.Mougeot, E.Quinet et J.Tirole.

Key words : Access, auction, rail transportation

J.E.L. : D44, L92

Introduction

Les transports ferroviaires sont soumis depuis quelques années à de profonds changements, en provenance des pouvoirs publics et des autorités européennes, visant à mettre un terme à une longue période de déclin. Aux réformes instaurant la séparation entre l'infrastructure et les services de transport, clarifiant les formes de subventions publiques et introduisant un degré encore très faible de concurrence, vient s'ajouter la définition par l'État de priorités pour la politique de transport, telles que le redressement du fret ferroviaire et des transports combinés, ou l'autonomie accordée aux régions en matière de transports (développement des TER).

Ces réformes et ces perspectives de croissance du volume de services nécessitent une adaptation de l'appareil de production, en particulier de l'infrastructure elle-même. Réseau Ferré de France (RFF) travaille sur de nombreux projets d'infrastructure, mais ceux-ci s'inscrivent dans le long terme, à la fois pour des raisons techniques et budgétaires. À court terme, la capacité de l'infrastructure à supporter un accroissement de circulation est limitée. Aujourd'hui déjà, on constate l'émergence de conflits entre utilisateurs potentiels (trains grandes lignes, TER, fret, trafic périurbain) sur certains nœuds ou certaines sections du réseau ferré. Le problème à résoudre est donc l'allocation efficace des capacités existantes entre les différents usages ou opérateurs, en l'absence d'un marché concurrentiel parfait.

La nécessité de cette tâche est encore plus évidente si l'on prend en compte les perspectives d'harmonisation européenne et l'élargissement des domaines du transport ferroviaire ouverts à la concurrence. Sans aménagements profonds, l'organisation actuelle, reposant sur un partage flou des responsabilités et des critères imprécis, se heurtera à des exigences élémentaires du droit de la concurrence.

Nous présentons ici quelques éléments de théorie économique permettant d'appréhender la question de l'allocation efficace des sillons.¹ Ces réflexions s'inspirent de travaux académiques récents sur la mise en œuvre pratique de procédures d'allocation de ressources rares et la « construction de marché » (le *market design*), nés sous l'impulsion des demandes de la FCC pour établir une procédure d'allocation du spectre hertzien.²

¹ Les problèmes de comportements non-concurrentiels, collusion, cartellisation ou corruption dans les processus d'enchères débordent du cadre de cette note et sont donc volontairement omis.

² Voir Cramton (1995 & 1997), McAfee-McMillan (1996).

1. Allocation efficace de sillons par un régulateur

1.1. Nature théorique du problème

Le problème économique est l'allocation d'une ressource rare, les sillons, c'est à dire des tranches horaires pour chaque nœud ou segment du réseau, pendant lesquelles cet élément ne peut supporter que la présence d'un seul train ou convoi.

Quels critères doit remplir cette allocation ? La préoccupation majeure de la puissance publique, incarnée par un régulateur, est d'établir une allocation de l'infrastructure qui soit socialement efficace, c'est-à-dire qui participe au mieux à la satisfaction des usagers et des opérateurs dans leur ensemble. À ce critère dit de « premier rang », il convient d'adjoindre généralement des contraintes sur les instruments utilisables et des considérations financières, dans la mesure où le régulateur souhaite retirer du processus d'allocation des revenus importants, lui permettant de relâcher les contraintes pesant sur les finances publiques.

L'infrastructure doit être allouée à des opérateurs qui obéissent à une logique de rentabilité, au sens où ils attribuent une valeur aux sillons, tirée des profits escomptés des services qu'ils peuvent mettre en œuvre sur ces sillons. Cette valeur, ou valuation, représente le prix maximum qu'ils sont prêts à payer pour ces sillons.

La théorie économique fournit une recommandation claire pour l'allocation des sillons, lorsqu'il n'existe pas de distorsions économiques sur le marché aval des services. En effet, dans ce cas, la valeur privée des sillons pour les opérateurs reflète leur valeur sociale, et il convient donc d'attribuer les sillons aux opérateurs qui en ont la plus forte valuation. L'efficacité sociale peut être réalisée en tarifant le sillon de façon non-discriminante, à un prix égal à son coût marginal.³ Cependant, en cas de saturation des capacités de l'infrastructure, l'optimum se situe dans une zone où le coût marginal augmente rapidement avec le trafic et une évaluation précise de la demande des opérateurs est alors nécessaire, en plus d'une connaissance de la fonction de coût de l'infrastructure, afin de déterminer le prix d'accès optimal. La recherche de l'efficacité requiert donc des informations précises sur la valeur des sillons pour les opérateurs.

Un régulateur parfaitement informé fait face à un problème mathématique d'optimisation discrète, certes très lourd étant donné le grand nombre, l'hétérogénéité et l'interdépendance des sillons, mais pas vraiment à un problème économique. La solution peut être mise en pratique de diverses manières équivalentes : allocation centralisée autoritaire, décentralisation par les prix, enchères. . . chacune comportant des coûts administratifs ou de gestion qui sont alors déterminants in fine. Dans ce cadre d'information parfaite, la prise en compte d'un pouvoir de marché des opérateurs introduit une distinction entre valeurs privées et valeurs sociales des

³ Du moins en l'absence de fortes complémentarités, voir plus bas.

sillons : ceci affecte la recherche de l'efficacité (contrainte, puisque le marché aval n'est pas lui-même efficace), sans changer la nature du problème ni l'équivalence entre plusieurs procédures, dont la procédure d'optimisation centralisée.

Mais en pratique, le régulateur est confronté à un problème informationnel fondamental. Il ne peut pas *a priori* compter sur les opérateurs pour lui communiquer leurs valuations des sillons, puisque chacun essaie naturellement de s'assurer l'accès, aux dépens de ses concurrents, et à un prix le plus faible possible. Choisir un prix d'accès au hasard ou se livrer à un processus d'allocation « administrative » des sillons comporte des risques : un prix trop élevé induit une sous-exploitation du sillon du point de vue de l'efficacité sociale, et un prix trop faible risque de créer un excès de demande pour l'accès, comme c'est le cas aujourd'hui sur certains segments, sans que le régulateur n'ait d'information sur la valeur, privée ou sociale, des usages concurrents pour le sillon.

C'est pourquoi, si l'on juge le handicap informationnel du régulateur important, il est intéressant d'étudier des mécanismes plus riches, faisant appel au fonctionnement du marché et susceptibles d'en extraire des informations socialement utiles : de telles procédures, de type enchères, déterminent *simultanément* la répartition des sillons et leur tarification, comme les deux facettes indissociables d'un même problème économique.

1.2. Allocation de sillons homogènes avec demandes unitaires⁴

Le régulateur doit donc mettre en place un mécanisme de révélation de la demande, qui donne aux utilisateurs potentiels de l'infrastructure les incitations nécessaires à révéler ces informations. Toutefois, ce mécanisme peut être relativement parcimonieux puisqu'il est seulement nécessaire d'évaluer le prix d'équilibre, et non pas toute la courbe de demande agrégée.

Dans le cas simple où les opérateurs ne s'intéressent qu'à obtenir un parmi n sillons parfaitement substituables, et où les valuations des opérateurs sont indépendantes les unes des autres et reflètent les valeurs sociales, l'efficacité allocative consiste à allouer les sillons aux opérateurs qui attribuent la valeur la plus importante à l'accès au sillon, et engendrent donc le plus grand surplus collectif quand ils obtiennent l'accès. La seule information requise est la valeur de la $(n + 1)^{i\grave{e}me}$ valuation. En fixant le prix à hauteur (ou légèrement au-dessus) de cette $(n + 1)^{i\grave{e}me}$ valuation, seuls les opérateurs qui peuvent en espérer le plus de profit demanderont l'accès et les demandes seront compatibles avec la capacité d'accès. La règle d'allocation demande à chaque opérateur de proposer un prix pour l'accès et octroie l'accès aux

⁴ Pour les principales idées sur les enchères présentées dans cette section, voir Vickrey (1961), Milgrom-Weber (1982) et Myerson (1981), et plus généralement Klemperer (1999) pour une revue exhaustive de la littérature.

n opérateurs qui proposent les prix les plus élevés, en contrepartie d'une charge d'accès égale au $(n + 1)^{i\grave{e}me}$ prix proposé; chaque opérateur est alors incité à proposer un prix correspondant à sa propre valuation et les propositions révèlent l'information pertinente au régulateur.

Cette version simple de l'enchère de Vickrey permet de déterminer l'allocation socialement efficace, même en l'absence d'information préalable du régulateur sur la valeur de l'accès. Elle offre, en outre, de bonnes propriétés de robustesse vis-à-vis de manipulations stratégiques de la part des opérateurs.

La présentation suggère une mise en pratique sous la forme d'une enchère sous pli scellé pour n sillons, au $(n + 1)^{i\grave{e}me}$ prix. Mais la même allocation peut être réalisée de plusieurs autres façons, par exemple comme une enchère ascendante simultanée pour tous les sillons, clôturée quand il ne reste plus que n opérateurs actifs dans l'enchère. Alternativement, on peut réaliser séquentiellement n enchères, une pour chaque sillon, par exemple sur la base de soumissions sous pli scellé au deuxième prix ou sur la base d'enchères ascendantes.

1.3. Allocation de sillons multiples avec hétérogénéité et complémentarités

Le mécanisme précédent s'étend à des cas plus réalistes pour le contexte ferroviaire, où chaque opérateur valorise l'accès multiple à l'infrastructure. Plusieurs cas peuvent survenir dans l'allocation de sillons.

- *Demande décroissante.* Tout d'abord, un opérateur peut valoriser l'accès à de multiples sillons avec une valorisation marginale décroissante par rapport au nombre de sillons. Tel est le cas si le second train GL que peut faire circuler un opérateur se caractérise par un taux de remplissage plus faible que le premier.
- *Sillons hétérogènes substituables.* Un sillon à une heure de pointe est différent d'un sillon hors heure de pointe; les sillons sont hétérogènes et imparfaitement substituables. Un opérateur peut donc avoir une demande pour des sillons multiples et substituables.
- *Complémentarités.* La valorisation d'un sillon supplémentaire peut aussi augmenter avec le nombre de sillons. Ainsi, pour le trafic « banlieue », la présence de trains à intervalles réguliers et rapprochés, le cadencement, est un argument pour attirer les voyageurs. Des complémentarités entre sillons hétérogènes sont aussi naturelles : ainsi, il est nécessaire d'avoir un sillon Paris-Tours et un sillon Tours-Bordeaux contigus dans le temps pour opérer un TGV Paris-Bordeaux.

Le mécanisme décrit plus haut se généralise à ces situations complexes, mais sa mise en œuvre est évidemment plus difficile. Le mécanisme consiste à faire soumettre par les opérateurs des propositions de prix qu'ils sont prêts à payer pour chaque ensemble de sillons qu'ils peuvent se voir attribuer. Il s'agit donc de sou-

missions pour des paquets de sillons (*package bidding*). En toute généralité, avec n sillons, cela correspond à des soumissions pour $(2^n - 1)$ configurations. L'allocation retenue est celle qui permet de dégager la plus forte somme de soumissions en veillant à ce que ces soumissions correspondent à des configurations compatibles. Pour cette allocation, chaque opérateur paie un montant personnalisé, calculé sur la base des soumissions de prix, comme un paiement d'externalité que ses propositions induisent sur l'ensemble des autres opérateurs : ce montant est la différence entre la somme maximale de soumissions compatibles des autres opérateurs si cet opérateur était retiré du processus, et la somme des soumissions sur les sillons alloués aux autres opérateurs dans l'allocation finale retenue.

Si les valuations des opérateurs sont indépendantes les unes des autres et reflètent les valeurs sociales, cette procédure d'enchère conduit à une allocation efficace des sillons. L'enchère est discriminatoire : les opérateurs qui obtiennent des sillons ne paient pas tous le même prix. On se reportera à l'encadré pour un exemple avec trois opérateurs et un segment offrant deux sillons, avec possible complémentarité.⁵

encadré

un exemple d'enchères de Vickrey

Soit un segment avec deux créneaux horaires, 1 et 2 (ou 2 segments voisins), et trois opérateurs, A , B et C . L'opérateur A est un transporteur de voyageurs : un train sur le sillon 1 a une valeur $a_1 > 0$, un train sur le sillon 2, $a_2 > 0$, et les 2 sillons ont une valeur espérée $a_1 + a_2$. L'opérateur B est un transporteur de fret qui a besoin des 2 sillons pour faire passer un train de marchandise plus lent pour un gain de $b > 0$; un seul sillon n'a aucune valeur pour lui (complémentarité). L'opérateur C n'a l'usage que du sillon 1 pour un train banlieue de valeur c .

L'allocation efficace est d'attribuer les 2 sillons à A si $a_1 + a_2 > b$ et $a_1 > c$, à B si $b > a_2 + \sup\{a_1, c\}$ et le sillon 1 à C , le sillon 2 à A si $c + a_2 > b$ et $c > a_1$. En l'absence d'information sur ces valuations, la décision du gestionnaire d'infrastructure ne peut être qu'arbitraire. Par exemple, une priorité voyageur GL force l'allocation des sillons à A , alors qu'il se peut que $a_1 + a_2 < b$.

Le mécanisme de Vickrey adapté à cette situation est le suivant. On demande à A d'annoncer un prix pour chaque sillon, A_1 et A_2 , et à B d'annoncer un prix B pour l'attribution des deux sillons et à C un prix pour le sillon 1, C :

- Si $B > \sup\{A_1, C\} + A_2$, B obtient les sillons et paie $\sup\{A_1, C\} + A_2$;
- Si $B < \sup\{A_1, C\} + A_2$ et $A_1 > C$, A obtient les 2 sillons et paie $\sup\{B, C\}$;
- Si $B < \sup\{A_1, C\} + A_2$ et $A_1 < C$, C obtient le sillon 1 et paie $\sup\{A_1, B - A_2\}$, alors que A obtient le sillon 2 et paie $B - C$.

⁵ Voir Rassenti et al. (1982) et Maskin (1992) pour les premières présentations de cette enchère généralisée.

Quoi que fassent les concurrents, B n'a aucune raison de ne pas proposer un prix $B = b$. Si $B > b$, alors quand $B > \sup\{A_1, C\} + A_2 > b$, il risque d'obtenir les sillons pour plus cher que leur valeur. Inversement, si $B < b$, B risque de ne pas obtenir des sillons profitables (si $b > \sup\{A_1, C\} + A_2 > B$). De même, A ou C n'ont aucune raison de proposer des prix différents de $A_1 = a_1$, $A_2 = a_2$ et $C = c$. Le mécanisme conduit donc à une révélation honnête de l'information et à une allocation efficace.

Le financement obtenu est toujours inférieur à $\sup\{a_1 + a_2; b; c + a_2\}$, c'est-à-dire la valeur sociale de l'infrastructure. Si l'infrastructure a un coût fixe F , il se peut donc qu'elle soit déficitaire bien que sa valeur sociale excède son coût. Il existe une tension entre l'efficacité de l'allocation et la contrainte budgétaire pesant sur l'infrastructure. Subventionner F est une possibilité, mais cela empêche d'évaluer l'opportunité de fermer la ligne (ou de la construire si on examine le problème de l'investissement). Imposer un prix de réserve dans le mécanisme d'enchère permet dans le cas d'un sillon unique de forcer l'équilibre budgétaire. Mais ce n'est plus le cas avec des sillons multiples.

Dans le cas présent, nous pouvons ainsi introduire un opérateur fictif avec une valuation F pour l'ensemble des deux sillons. Ceci permet de prendre une décision efficace en terme de fermeture de la ligne ou de maintien. Par exemple, on remplaçant b par F et B par F dans le mécanisme plus haut (avec seulement 2 véritables opérateurs A et C), la décision efficace de fermeture / maintien et d'allocation serait prise. Mais on observe aussi que lorsque $A_1 + A_2 < F < C + A_2$, la somme totale versée est $2F - (C + A_2) < F$, créant un déficit d'infrastructure.

1. Mise en pratique

1.1. Les difficultés de définition des sillons

L'analyse précédente s'appuie sur une notion en apparence simple, celle de sillons. Pourtant, cette notion suppose un découpage en tranches horaires à intervalles bien définis qui masque le problème dû à l'hétérogénéité des utilisateurs potentiels de l'infrastructure, par exemple le fait que l'attribution de l'accès entre 2 points A et B à 9h00 pour un TGV ou pour un train de fret implique des impossibilités d'attribution du même tronçon aux heures voisines, du fait des vitesses différentes et des intervalles nécessaires entre convois. Organiser un mécanisme d'enchère pour l'accès au segment AB entre 9h00 et 9h30 exclut donc peut-être un transporteur de fret parce que le créneau est de durée trop courte.

Formellement, il est rendu compte de cette situation en attribuant une valeur nulle à ce créneau pour un tel transporteur et une valeur positive à l'obtention des deux créneaux consécutifs 9h00-9h30 et 9h30-10h00. Cette réponse théorique laisse

entrevoir la complexité d'un mécanisme efficace général, qui doit reposer sur un découpage suffisamment fin pour éviter ce type de difficulté.

Cette difficulté dans la définition des allocations possibles est inhérente au problème d'allocation, quelle que soit la règle retenue, même si elle est occultée, par exemple, dans la pratique actuelle où un « prix d'accès du sillon » est défini administrativement. Elle force à considérer une grille fine d'allocations, même en situation d'information parfaite, et non pas à renoncer à un processus d'enchère.

1.2. Complexité des enchères combinatoires en pratique

L'enchère de Vickrey générale décrite ci-dessus est une enchère sous pli scellé simultanée pour tous les sillons. La mise en œuvre d'une telle enchère soulève des difficultés, qu'il est utile de préciser sans pour autant que leur gravité soit clairement établie.⁶

1. Les soumissions des opérateurs doivent être multidimensionnelles. Cet aspect doit être relativisé dans la mesure où la plupart des créneaux / des sillons sont indépendants : seuls quelques sillons sont saturés et seules quelques combinaisons offrent des substituabilités ou complémentarités nécessitant l'utilisation de soumissions complexes.
2. L'enchère de Vickrey est plus complexe à décrire qu'une enchère au premier prix et peut donc apparaître moins transparente. Cet argument est recevable, mais la contrepartie est que les opérateurs ont une « stratégie dominante » immédiate, enchérir leurs véritables valuations. De plus, le monde ne manque pas d'économistes susceptibles d'aider chaque opérateur à mieux comprendre les rouages de tels processus et des phases d'apprentissage sont tout à fait envisageables sur des parties restreintes du réseau.
3. L'enchère de Vickrey entraîne une incertitude pour les opérateurs sur le prix effectif payé dans la mesure où les prix payés sont différents des soumissions, et ne peuvent être calculés sans rendre public l'ensemble des soumissions. Cette nécessité cause à son tour des réticences de la part d'entreprises qui ne souhaitent pas que des soumissions sous pli scellé soient systématiquement divulguées.⁷

1.3. Procédures opérationnelles

À la suite de l'enchère de spectre aux États-Unis, nombres de procédures opérationnelles ont été expérimentées, soit pour de véritables phases d'allocation, soit en laboratoire dans des conditions simulées. Les grandes lignes consistent à organiser des enchères ascendantes simultanées sur tous les sillons en même temps,

⁶ Voir Milgrom (1995, 2000).

⁷ Voir sur ce thème Ausubel - Milgrom (2002) and Caillaud - Mezzetti (2002).

procédant par étapes.⁸ À chaque étape, les opérateurs font des soumissions sous pli scellé sur les ensembles de sillons qu'ils souhaitent; la soumission en tête sur chaque sillon est ensuite rendue publique, ainsi éventuellement que des informations sur les autres soumissions; puis une nouvelle étape similaire a lieu. À chaque étape, les nouvelles soumissions sur un sillon doivent améliorer la soumission en tête d'au moins un incrément, prédéterminé. Les enchères cessent lorsque, à une étape, aucune nouvelle soumission n'a été faite, et les soumissions temporairement gagnantes à cette étape sont alors retenues, avec l'allocation correspondante. De plus, à chaque étape, un minimum d'activité est requis.

Au cours de cette procédure, les opérateurs ont une stratégie : soumettre de nouvelles offres tant que ces soumissions sont profitables. En présence de sillons hétérogènes et (imparfaitement) substituables, cette procédure conduit à une allocation qui correspond à un équilibre concurrentiel approché sur les n marchés correspondant aux n sillons différents, donc à l'allocation efficace, où l'approximation est de l'ordre de grandeur de l'incrément retenu pour faire une nouvelle soumission. Chaque opérateur réalloue ses soumissions, au fur et à mesure du processus, de manière à tenir compte des substituabilités entre sillons.

Cependant, en présence de fortes complémentarités, les valuations des opérateurs peuvent être telles qu'il n'existe pas d'équilibre concurrentiel.⁹ En effet, un opérateur désirant tirer partie de fortes complémentarités doit acquérir chacun des sillons complémentaires; il est donc soumis au risque d'une concurrence forte sur l'un d'entre eux qui lui interdit l'acquisition dans l'ensemble convoité et l'empêche de réaliser les complémentarités désirées; l'acquisition des autres sillons peut alors représenter une perte pour cet opérateur.

C'est pourquoi, dans le cas général de complémentarités entre sillons, il est nécessaire d'avoir recours à des enchères sur des ensembles de sillons. Une procédure dite *AUSM* a déjà été expérimentée, en laboratoire et sur le marché des échanges de crédits environnementaux en Californie.¹⁰ Elle consiste à autoriser toute forme de soumissions, pour sillons séparés ou joints en nombre quelconque, à n'importe quel instant (enchère continue); le régulateur affiche à chaque instant la combinaison de soumissions en tête et l'arrêt est déterminé par le régulateur.

En autorisant les soumissions pour des ensembles de sillons, cette procédure rend la tâche difficile pour des petits opérateurs désirant supplanter un gros opérateur : elle avantage les offres multi-sillons. En effet, il existe un problème de « passager clandestin » dans le processus d'enchère, chaque petit opérateur préférant que les

⁸ Voir Ausubel (1997), Milgrom (2000), Cramton (1995,1997), McAfee-McMillan (1996).

⁹ Avec, par exemple, deux sillons 1 et 2, et deux opérateurs A et B. Les valuations de A sont de 100 pour un sillon, et 600 pour l'ensemble des deux sillons (forte complémentarité); celles de B sont de 400 pour un sillon isolé, et 500 pour l'ensemble des deux. Un équilibre concurrentiel p_1 et p_2 doit être tel que l'opérateur A obtient les deux sillons. Donc, il faut que $p_1 > 400$ et $p_2 > 400$ pour qu'il n'y ait pas d'excès de demande, provenant de l'opérateur B, et $p_1 + p_2 < 600$ pour que l'opérateur A demande effectivement les deux sillons en équilibre. Or les deux dernières propriétés sont incompatibles !

¹⁰ Voir Banks et al. (1989), DeMartini et al. (1999), Ledyard et al. (1997).

autres fassent l'effort de soumettre un prix plus élevé sur leurs sillons respectifs, afin que l'ensemble des « petites » offres séparées supplante l'offre globale. Un remède consiste à organiser conjointement à l'enchère principale, une file d'attente, où des offres sur des paquets restreints sont affichées en l'attente qu'un éventuel autre opérateur puisse faire une soumission jointe utilisant une offre en attente complétée par une offre propre.

Quelques expériences ont été réalisées afin d'adapter des procédures plus ou moins complexes, telles que celles décrites ici, au cas précis de l'allocation de sillons ferrés.¹¹ Les situations modélisées dans ces expériences correspondent, d'une part, à des situations de conflit entre deux opérateurs pour un sillon et l'utilisation de sillons (imparfaitement) substituables pour réaliser un compromis (sillons hétérogènes et substituables), et d'autre part, à des situations de conflit entre une soumission jointe sur plusieurs sillons et un ensemble de soumissions sur chacun des sillons (situations de complémentarité). Ces expériences démontrent tout d'abord que les procédures sous pli scellé, de type Vickrey ou au premier prix, et les procédures ascendantes donnent toutes des allocations qui approchent de manière remarquable l'efficacité, avec une performance légèrement meilleure pour les enchères au second prix ou ascendantes. Le second type de résultat concerne l'excellente concordance statistique entre les comportements des opérateurs (virtuels) et les prévisions théoriques. Concernant les enchères de Vickrey ou ascendantes, la principale déviation est la présence de quelques soumissions au-dessus des valuations correspondantes et qui sont perdantes en équilibre : l'explication avancée suggère qu'un tel comportement vise à punir l'opérateur gagnant en lui faisant payer plus que le véritable paiement d'externalité, afin de le dissuader d'être aussi agressif à l'avenir ou de réduire ses capacités financières pour acquérir d'autres sillons.

2. Limites à l'efficacité d'un processus d'enchère

2.1. La nature des opérateurs

Le mécanisme présenté précédemment suppose que les opérateurs sont indépendants et obéissent à une logique de rentabilité privée, si bien qu'il existe un double levier, l'accès et le prix à payer pour cet accès, auquel les opérateurs sont sensibles. La réalité du secteur est quelque peu différente. Les différentes catégories d'usages, représentées par des divisions de la SNCF, cherchent pour l'essentiel à obtenir l'accès sans argumentation précise en terme de profitabilité. Les demandes des différentes divisions sont filtrées et l'arbitrage s'opère de manière interne à la

¹¹ Voir Starkie (1993), Brewer-Plott (1996), Nilsson (1999), Isacsson-Nilsson (1999).

SNCF, selon des objectifs de priorité dont les fondements économiques restent à éclaircir. Ces priorités (priorité à la vitesse le jour, au trafic péri-urbain aux heures de pointe, au fret la nuit. . .) sont de plus trop grossières pour refléter des objectifs financiers, en terme de résultat d'exploitation par exemple, même si elles peuvent constituer une première étape utile dans la classification des valuations des sillons.¹²

Cet état de fait a deux types de conséquences. D'une part, l'arbitrage répond souvent à des logiques de lutte de pouvoir et de négociation (sans transfert) au sein de la SNCF, qui faussent les priorités et rendent inefficace l'allocation entre les divisions. D'autre part, cette centralisation des demandes agit comme un cartel d'opérateurs qui fausse la concurrence pour les sillons aux dépens d'autres opérateurs comme les Régions, des entrants potentiels.

2.2. Alignement des valeurs sociales et privées : pouvoir de marché, externalités

Les valuations privées des opérateurs reflètent-elles la valeur sociale des allocations ? On peut répondre par l'affirmative si les différentes valuations dépendent essentiellement de technologies, de méthodes ou d'organisations du travail propres à chaque opérateur ou chaque activité et se reflétant dans les coûts, car dans ce cas les coûts privés représentent aussi des coûts pour la société, et si les opérateurs concurrents servent des marchés en grande partie indépendants et à fortes élasticités, leurs tarifications respectives étant alors proches de la tarification efficace des services sur ces marchés.

L'hypothèse devient contestable si les opérateurs exercent un pouvoir de marché non négligeable à l'aval. La valeur d'un sillon correspond alors à la valeur des profits dus au pouvoir de marché, et non pas à la valeur du bien-être global engendré. L'allocation des sillons aux opérateurs qui leur attribuent le plus de valeur n'est donc pas nécessairement l'allocation socialement optimale. Ainsi, un opérateur est prêt à payer plus cher un sillon lui permettant de conserver une position de monopole qu'un entrant pour prendre pied sur le marché aval, alors que l'efficacité sociale requiert une ouverture à la concurrence.

Si les distorsions entre valeurs privées et valeurs sociales sont connues du régulateur, le problème disparaît bien sûr, au sens où l'enchère peut-être amendée pour rendre compte de ces distorsions de concurrence (par exemple en imposant un nombre limite de sillons par opérateur, ou en réservant des sillons / corridors entiers à des entrants). Dans le cas où ces distorsions ne sont pas connues, en revanche, l'enchère ne peut pas permettre d'atteindre l'efficacité sociale. Mais aucune autre

¹² Voir à ce propos le diagnostic du rapport du Conseil Général des Ponts. Ainsi, la priorité de nuit pour le fret sous-estime dramatiquement les délais entraînés et leur impact sur les clients chargeurs.

procédure n'en est capable, et si les valeurs privées sont suffisamment corrélées avec les valeurs sociales des allocations de sillons, une procédure d'enchère induit quand même une allocation proche de l'allocation efficace.

La présence de pouvoir de marché n'est pas la seule cause de divergence entre la somme des valeurs privées et la valeur sociale d'une allocation. Sont ainsi omis des éléments relatifs aux diverses externalités (diminution du trafic routier sur l'axe parallèle, environnement. . .) qu'implique telle allocation des sillons par rapport à telle autre. Pour que tous les acteurs concernés puissent transmettre leurs valuations, la procédure doit leur être ouverte. Ainsi, une région doit pouvoir aussi faire une proposition de prix pour certaines allocations de sillons, au même titre que les opérateurs. Cette proposition correspond à une subvention que la région est prête à verser pour réduire le trafic poids lourds sur un axe routier par exemple en ouvrant des sillons au fret, et elle peut venir appuyer la soumission faite par un opérateur de fret. Bien sûr, certaines catégories d'acteurs ne sont pas structurées et se heurtent donc à un problème de « passager clandestin » dans la représentation et la défense de leurs intérêts. C'est un problème classique, cependant, dont on ne voit pas pourquoi il serait mieux résolu dans une autre procédure.

2.3. Interdépendance et/ou corrélations des valuations privées

La concurrence entre opérateurs pour le même service sur une même desserte pose de nouveaux problèmes. Les valuations attribuées par exemple par la division fret de la SNCF ou un autre transporteur de fret ont ainsi des bases communes, comme la demande des chargeurs pour lesquels ces deux opérateurs seront en concurrence. Ceci entraîne deux types de déviation par rapport au cadre de référence utilisé jusqu'à présent.

Dans le premier cas, les opérateurs ont obtenu par des canaux indépendants des informations sur ces bases communes (indépendance stochastique des informations), mais l'estimation de la valeur privée d'un sillon pour un opérateur particulier dépend de l'ensemble de ces informations, dont une partie lui est inconnue. La recherche récente a montré qu'un mécanisme de Vickrey généralisé mène encore à l'efficacité sous certaines conditions.¹³ Le message général est cependant qu'en présence de nombreuses sources d'interdépendance entre les valeurs des opérateurs, inconnues du régulateur, il n'existe aucune procédure susceptible d'atteindre l'allocation efficace ! La détermination de la meilleure procédure, dite alors de second rang, est une question ouverte mais, sur le plan pratique, l'enchère généralisée de Vickrey, ou une procédure équivalente, demeure une référence acceptable si les composantes communes sont limitées ou en grande partie connues.

¹³ Voir Maskin (1992), Jehiel-Moldovanu (2001), Dasgupta-Maskin (2000).

Le second cas de figure concerne les situations où les opérateurs ont des informations corrélées et où toute l'information nécessaire pour l'estimation de la valuation d'un opérateur est détenue par cet opérateur. La différence avec le cas précédent repose sur le fait que les soumissions d'un opérateur n'ont pas d'utilité pour un autre opérateur. En revanche, du point de vue du régulateur, le lien entre les informations des opérateurs peut être utilisé pour contrôler que les soumissions reflètent les véritables valuations, dans la mesure où le régulateur a une idée des degrés de corrélation : les soumissions doivent en effet répercuter la corrélation des informations. L'efficacité peut donc être réalisée plus aisément dans ce cas, et souvent accompagnée de revenus d'accès plus élevés. Les procédures à mettre en place pour exploiter cette possibilité sont cependant sophistiquées et fragiles à maints égards (connaissance des corrélations, possibilité de comportements de collusion, . . .).

Bien sûr, en pratique, ces deux cas sont difficilement dissociables et il n'est pas possible, en l'état actuel des connaissances, de caractériser précisément les propriétés d'efficacité de tel ou tel système d'enchère, dès que le cadre d'analyse est suffisamment riche. Les enseignements apportés par la théorie n'en gardent pas moins une pertinence, et il revient vraisemblablement à l'expérimentation en grandeur réelle le soin d'identifier les améliorations à apporter à la marge à une procédure donnée pour résoudre ces difficultés.

2.4. Autres objectifs pour une allocation des sillons

Les idées développées précédemment s'inscrivent dans un monde de « premier rang », où le régulateur gère l'infrastructure et peut mettre en place des transferts forfaitaires au sein de la société de manière éventuellement à combler un déficit des comptes infrastructure. Or, le mécanisme d'allocation efficace ne maximise généralement pas le revenu des charges d'accès. Il peut donc conduire à un financement déficitaire alors même que l'infrastructure doit être maintenue d'un point de vue d'efficacité sociale. Or, le gestionnaire d'infrastructure est en fait un établissement public soumis à des contraintes financières.

Pour remédier à cette difficulté, on peut considérer qu'un usage concurrent d'un segment est sa fermeture. RFF doit donc être considéré comme un opérateur supplémentaire, dont la valuation pour un sillon est égale aux coûts évités si ce segment est fermé (maintenance, entretien, signalisation. . .); RFF doit être invité à soumettre des propositions de prix à ce titre. Il convient bien sûr que l'enchère soit alors organisée par une autorité indépendante, et que des incitations financières réelles soient imposées à RFF. La procédure suggérée permet alors une décision de fermeture ou de maintien de la ligne efficace (en plus de l'efficacité de l'allocation des sillons en cas de maintien). Elle ne permet cependant pas d'assurer l'équilibre budgétaire de la ligne (voir Encadré).

Dès lors qu'un objectif de revenu est introduit (contrainte budgétaire ferme, ou introduction d'un coût des fonds publics), la solution proposée n'est plus nécessairement optimale, puisqu'elle ne vise plus simplement l'efficacité sociale de premier rang. Soulignons qu'en pratique, le problème se pose pour quelques liaisons bien identifiées qui ne sont précisément pas celles pour lesquelles un rationnement est aujourd'hui nécessaire, mais aussi pour l'ouverture de liaisons nouvelles susceptibles de décongestionner des liaisons existantes.

2.5. Un marché de revente pour les sillons ?

Il existe une autre voie pour résoudre le problème de l'allocation des sillons autrement que par voie d'enchère. Elle repose sur les idées de Coase.

L'idée simple consiste à allouer pour une période donnée un droit d'utilisation des sillons à des opérateurs sans trop se soucier de l'efficacité de cette allocation, mais en autorisant ensuite les négociations entre opérateurs et la revente de ces droits d'utilisation. Si le transfert d'un sillon d'un opérateur à un autre n'occasionne aucun coût de transaction, alors le libre jeu des négociations permet à l'opérateur qui attribue la plus grande valeur à un sillon de l'acheter à l'opérateur qui en est le détenteur initial, à un prix mutuellement avantageux. Et l'issue finale d'un marché de revente est alors efficace.

Cette procédure a un avantage évident, la simplicité de sa gestion administrative. Mais plusieurs obstacles en limitent la pertinence. Tout d'abord, dans un contexte d'imperfections informationnelles, les opérateurs eux-mêmes ignorent les valuations de leurs concurrents. Dans un tel cas, le marché ne fonctionne pas efficacement et certains gains à l'échange ne sont pas exploités. De plus, les biens à échanger sont hétérogènes et impliquent des complémentarités fortes; cette complexité peut réduire notablement les performances des mécanismes de négociation.¹⁴ Enfin, l'élaboration des graphiques de circulation, ainsi que diverses contraintes sur le trafic, limite l'ensemble des allocations possibles et milite pour une allocation stable et surveillée des sillons, qu'un marché trop volatile pourrait compromettre.

Ces arguments ne doivent pas non plus être exagérés. Les asymétries d'information entre opérateurs sont vraisemblablement moins fortes qu'entre les opérateurs et le gestionnaire d'infrastructure, surtout quand des éléments communs rentrent en ligne de compte. La complexité des échanges est préoccupante, mais il existe des marchés électroniques fort complexes qui fonctionnent aujourd'hui parfaitement. Enfin, une autorité de surveillance du marché et un déroulement temporel maîtrisé des échanges peuvent être envisagés et un marché peut fonctionner sans changement du plan global de circulation si la nature de l'utilisation des sillons n'est pas modifiée par l'échange.

¹⁴ Voir Jéhiel-Moldovanu (1995 a & b)

Une dernière limitation est la propagation d'un pouvoir de marché, du marché de services vers celui de revente des sillons. Un opérateur en position dominante, comme la SNCF aujourd'hui, aura tendance à se comporter comme un monopole sur le marché de revente des sillons, en particulier si l'allocation initiale le favorise. Cette difficulté fait bien sûr écho à celle déjà mentionnée dans le cadre d'une enchère.

L'idée de marché des sillons soulève aussi la question des gains à une allocation de long terme des sillons (régularité de la demande) comparés aux gains à la flexibilité dans l'allocation de court terme des sillons en cas d'événements exceptionnels ou d'opportunités ponctuelles pour un opérateur, qui n'ont pu être prévus. Les droits de revente de sillons peuvent permettre à titre exceptionnel des ré-allocations avantageuses, que le système d'enchère initial n'aurait pas pu prendre en compte.

Conclusion

Pour répondre au problème de l'allocation de sillons sur une infrastructure surchargée, il existe donc un ensemble de théories, encore incomplètes mais déjà développées, ainsi qu'une gamme d'expériences, soit en laboratoire soit dans de véritables processus d'allocation, qui fournissent au régulateur des recommandations importantes. Ces éléments ont leurs limites, qu'il appartient à la recherche de faire reculer. Mais ces limites ne doivent pas être considérées comme rédhibitoires, face aux améliorations importantes que les recommandations mentionnées sont susceptibles d'apporter, surtout en regard des processus actuels. Dans une seconde étape, il convient bien sûr de se placer dans une perspective de développement de long terme de l'infrastructure. Le processus d'enchère résout à court terme, pour une infrastructure donnée, la question de l'allocation efficace de cette infrastructure. Mais il faut ensuite s'interroger sur la politique d'investissement à mettre en place, compte tenu de l'apparition des contraintes de rareté.

Ceci étant, à notre connaissance, aucun train n'a jamais circulé sur un sillon qui aurait été alloué à un opérateur par un processus d'enchère !

Références

- Ausubel, L. (1997), "An Efficient Ascending-bid Auction for Multiple Objects", WP97-06, University of Mariland.
- Ausubel, L. & P. Milgrom (2002), "Ascending Auctions with Package Bidding", *Frontiers of Theoretical Economics*, Vol 1(1), [http : //www.bepress.com/bejte/frontiers/vol1/iss1/art1](http://www.bepress.com/bejte/frontiers/vol1/iss1/art1).
- Banks, J., J. Ledyard & D. Porter (1989), "Allocating Uncertain and Unresponsive Resources : An Experimental Approach", *RAND Journal of Economics*, 20, 1-25.
- Brewer, P. & C. Plot, (1996), "A Binary Conflict Ascending Price (BICAP) Mechanism for the Decentralized Allocation of the right to use Railroad Tracks", *International Journal of Industrial Organization*, 14, 857-886.
- Caillaud, B. & C. Mezzetti (2002), *Equilibrium Reserve Prices in Sequential Ascending Auctions*, mimeo CERAS, disponible sur [http : //www.enpc.fr/ceras/caillaud](http://www.enpc.fr/ceras/caillaud).
- Cramton, P. (1995), "Money out of Thin Air : The Nationwide Narrowband PCS Auction", *Journal of Economics and Management Strategy*, 4, 267-343.
- Cramton, P. (1997), "The FCC Spectrum Auctions : AN Early Assessment", *Journal of Economics and Management Strategy*, 6(3), 431-495.
- Conseil Général des Ponts, (2000), *Expertise relative à la gestion des priorités dans l'allocation des capacités d'infrastructure ferroviaire*, mimeo CGP.
- Dasgupta, P. & E.Maskin (2000), "Efficient Auctions", *Quarterly Journal of Economics*, Vol 115, 341-389.
- DeMartini, C., A. Kwasnica, J. Ledyard & D. Porter (1999), *A New and Improved Design for Multi-Object Iterative Auctions*, mimeo CalTech.
- Isacsson, G. & J. E. Nilsson (1999), *An Experimental Comparison of First- and Second-Price Auctions of a Complex Commodity : The Case of Track Capacity Allocation*, mimeo.
- Jehiel, P. & B. Moldovanu (1995a), "Negative Externalities may Cause Delay in Negotiation", *Econometrica*, 63(6), 1321-1336.
- Jehiel, P. & B. Moldovanu (1995b), "Cyclical Delay in Bargaining with Externalities", *Review of Economic Studies*, 62(4), 619-638.
- Jehiel, P. & B. Moldovanu (2001), "Efficient Design with Interdependent Valuations", *Econometrica*, Vol 69(5), 1237-1260.
- Klemperer, P. (1999), "Auction Theory : A Guide to the Literature", *Journal of Economic Surveys*, 13(3), 227-286.
- Ledyard, J., D. Porter & A. Rangel (1997), "Experiments Testing Multiobject Allocation Mechanisms", *Journal of Economics and Management Strategy*, 6(3), 639-675.

- Maskin, E. (1992), "Auctions and Privatizations", in *Privatization*, H. Siebert ed., Kiel.
- McAfee, P. & J. McMillan (1996), "Analyzing the Airwaves Auctions", *Journal of Economic Perspective*, 10, 159-175.
- Milgrom, P. (1995), *Putting Auction Theory to Work*, Cambridge University Press, en préparation.
- Milgrom, P. (2000), "Putting Auction Theory to Work : The Simultaneous Ascending Auction", *Journal of Political Economy*, Vol 108, 2, 245-272.
- Milgrom, P. & R. Weber (1982), "A Theory of Auctions and Competitive Bidding", *Econometrica*, 50(5), 1089-1122.
- Myerson, R. (1981), "Optimal Auction Design", *Math. of Operation Research*, 6, 58-73.
- Nilsson, J.-E. (1999), "Allocation of Track Capacity : Experimental Evidence on the Use of Vickrey Auctioning in the Railway Industry", *International Journal of Industrial Organization*,
- Rassenti, S., V. Smith & R. Bulfin (1982), "A Combinatorial Auction Mechanism for Airport Time Slot Allocation", *Bell Journal of Economics*, 13, 402-417.
- Starkie, D. (1993), "Train Service Co-ordination in a Competitive Market", *Fiscal Studies*, 4, 53-64.
- Vickrey, W. (1961), "Counterspeculation, Auctions, and Competitive Sealed Tenders", *Journal of Finance*, 16, 8-37.

— |

| —

— |

| —