

1997RP-01

Les Marchés Électroniques Intelligents

Jacques Robert

Rapport de Projet
Project report

Montréal
Janvier 1997



CIRANO
Centre interuniversitaire de recherche
en analyse des organisations

CIRANO

Le CIRANO est un organisme sans but lucratif constitué en vertu de la Loi des compagnies du Québec. Le financement de son infrastructure et de ses activités de recherche provient des cotisations de ses organisations-membres, d'une subvention d'infrastructure du ministère de la Recherche, de la Science et de la Technologie, de même que des subventions et mandats obtenus par ses équipes de recherche.

CIRANO is a private non-profit organization incorporated under the Québec Companies Act. Its infrastructure and research activities are funded through fees paid by member organizations, an infrastructure grant from the Ministère de la Recherche, de la Science et de la Technologie, and grants and research mandates obtained by its research teams.

Les organisations-partenaires / The Partner Organizations

- École des Hautes Études Commerciales
- École Polytechnique de Montréal
- Université Concordia
- Université de Montréal
- Université du Québec à Montréal
- Université Laval
- Université McGill
- Ministère des Finances du Québec
- MRST
- Alcan inc.
- AXA Canada
- Banque du Canada
- Banque Laurentienne du Canada
- Banque Nationale du Canada
- Banque Royale du Canada
- Bell Canada
- Bombardier
- Bourse de Montréal
- Développement des ressources humaines Canada (DRHC)
- Fédération des caisses Desjardins du Québec
- Hydro-Québec
- Industrie Canada
- Pratt & Whitney Canada Inc.
- Raymond Chabot Grant Thornton
- Ville de Montréal

© 1997 Jacques Robert. Tous droits réservés. *All rights reserved.* Reproduction partielle permise avec citation du document source, incluant la notice ©.

Short sections may be quoted without explicit permission, if full credit, including © notice, is given to the source.

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Le projet GAMME (Génération automatisée de multiples marchés électroniques) est un projet de recherche scientifique et expérimental qui vise le développement des compétences scientifiques et techniques nécessaires à la mise en place de mécanismes de marchés et d'échange et de mécanismes d'enchères sur l'autoroute de l'information. Le projet est co-financé par Bell Canada et par le CIRANO. Le CIRANO (Centre Interuniversitaire de Recherche en Analyse des Organisations) est un centre de recherche, de liaison et de transfert. Il réunit des chercheurs universitaires et des professionnels de recherche de haut niveau dont le mandat est de poursuivre la recherche universitaire de pointe et d'en transmettre les résultats au reste de la communauté québécoise. C'est dans ce cadre que s'est formé le projet exposé dans le présent document par les chercheurs du CIRANO.

Le développement de l'autoroute de l'information aura un impact majeur sur la structure de notre économie, sur l'organisation des échanges et des relations entre firmes et sur l'accélération de la globalisation des marchés. L'inforoute a d'ailleurs déjà commencé à modifier en profondeur la valeur des échanges commerciaux, comme en témoignent l'adoption des normes EDI, l'expansion des réseaux de l'inforoute et la création de modes sécuritaires d'encryptage et de paiement électronique : même les gouvernements entendent se convertir au commerce électronique, notamment en ce qui concerne les achats de biens et services. L'objectif de ce projet est le développement d'une expertise unique dans un créneau qui demeure grandement négligé en matière de commerce électronique, à savoir la création, le design et la mise en place de marchés et de mécanismes d'enchère sur l'inforoute.

Nous proposons d'exploiter les intranets commerciaux et sécuritaires, la technologie des systèmes informatiques " objets distribués " et l'analyse scientifique des marchés afin de réduire considérablement les coûts liés à la création de nouveaux marchés et de permettre le développement de marchés électroniques. Dans la mesure où les marchés on ligne constituent le mécanisme d'échange le plus évolué, on doit s'attendre à ce que ce type d'institutions, la technologie aidant, émerge progressivement.

Ce projet nécessite au préalable la maîtrise de la technologie de pointe requise pour le commerce électronique, mais requiert aussi des investissements dans l'analyse scientifique des marchés. À cet égard, une expertise scientifique en matière de design des mécanismes d'enchère et d'échange s'est développée au cours de la dernière décennie. On y a déjà recouru (notamment dans le cas des enchères des droits de téléphonie, organisées par la FCC) et on y recourra encore davantage dans l'avenir pour toute une série d'applications. Par ailleurs, il est possible d'imaginer une foule d'applications commerciales à la technologie des marchés électroniques que nous désirons développer, et nous croyons qu'il existe une demande potentiellement considérable pour la création de tels marchés. D'ici là, nous croyons nécessaire d'engager des ressources universitaires

pour développer, à titre expérimental, l'expertise technique et scientifique nécessaire au design et à la mise en place de marchés efficaces et adaptés aux conditions économiques.

De manière concrète, le projet vise à la création d'un logiciel-prototype d'échange, à la mise sur pied d'un laboratoire d'économie expérimentale et au perfectionnement d'une grille d'analyse pour le design de mécanismes d'échange. À moyen terme, le CIRANO désire s'engager dans des projets-pilotes pour développer une expertise pratique et créer des vitrines pour le concept de marchés électroniques intelligents.

1. INTRODUCTION

L'apparition de ce que l'on appelle l'autoroute électronique ou l'inforoute est susceptible d'avoir un grand impact sur l'organisation générale des échanges et des relations entre firmes. L'inforoute permet de créer un vaste réseau de communication entre ordinateurs, d'échanger instantanément, à des coûts souvent très réduits, des documents partout dans le monde, et d'emmagasiner pour consultation à distance une grande quantité d'informations. Grâce à cette technologie, il est possible d'envisager la création de nouveaux marchés et de nouveaux mécanismes d'échange. Dans la mesure où les marchés on ligne constituent le mécanisme d'échange le plus évolué, on doit s'attendre à ce que ce type d'institutions, la technologie aidant, émerge progressivement. Compte tenu du fait que nos partenaires commerciaux emprunteront eux aussi l'inforoute pour améliorer leur position concurrentielle, nous ne pouvons pas nous permettre de prendre du retard dans l'exploitation de cette nouvelle technologie.

Le projet vise à exploiter les Intranets commerciaux et sécuritaires et l'analyse scientifique des marchés afin de réduire considérablement les coûts liés à la création de nouveaux marchés et de permettre le développement de marchés électroniques. Le projet permettra au Québec de se doter d'une expertise unique dans un créneau d'avenir.

Dans la Section 2, nous situons la création de marchés électroniques intelligents dans le contexte du développement global du commerce électronique. Dans la Section 3, nous soulignons l'importance du design des mécanismes de marché et d'enchère et décrivons comment l'analyse scientifique des marchés permet de suggérer des mécanismes d'échange adaptés aux besoins des utilisateurs. Dans la Section 4, nous montrons comment les mécanismes formels d'allocation des ressources et de détermination des prix peuvent devenir des outils de gestion pour l'État. Un des objectifs du projet est de susciter l'intérêt des décideurs publics pour les marchés électroniques en les leur présentant comme un instrument de politique économique. La Section 5 souligne l'intérêt commercial d'un outil de création de marché sur l'inforoute. Enfin, l'architecture technologique du projet, basée sur les systèmes multi-agents distribués, est présentée dans la Section 6.

2. DU COMMERCE ÉLECTRONIQUE AUX MARCHÉS INTELLIGENTS

Le commerce électronique est aujourd'hui un monde en pleine ébullition et tout porte à croire qu'il se substituera bientôt aux formes traditionnelles de commerce pour assurer les relations d'affaires. Déjà, les normes EDI (Electronic Data Interchange/Échange de Données Informatisées) sont adoptées par un nombre croissant d'agents commerciaux, et Internet est en voie de devenir un marché électronique géant, ouvert à toutes les firmes ou associations dans le monde : des dizaines de milliers de catalogues sont disponibles et le marketing par Internet est déjà pratique courante pour de très nombreuses entreprises. À la fin de 1994, le réseau comptait près de 22 000 adresses commerciales.

Les inquiétudes associées à la confidentialité de l'information restent le frein le plus important au développement du commerce électronique sur les réseaux d'Internet. Des consortiums américains travaillent actuellement à développer les outils d'encryptage qui permettront d'assurer la confidentialité des échanges. Plusieurs ont investi des ressources considérables au cours des dernières années pour trouver des solutions pratiques aux problèmes d'encryptage et d'identification : c'est le cas notamment du consortium Commerce Net qui regroupe plus de 50 sociétés dont les grandes sociétés informatiques américaines (Apple, Hewlett-Packard, IBM, Motorola, Silicon Graphics, Intel, etc...). La technologie d'encryptage est bien connue. La cryptographie à clés publiques, brevetée par RSA aux États-Unis rend possible la codification sécuritaire des transactions sur les réseaux, notamment par l'introduction d'un système qui élimine les possibilités de signatures contrefaites. Cette technologie a été expérimentée pendant plus de 20 ans, et différents protocoles d'implémentation des logiciels d'encryptage et de signatures électroniques sur Internet existent maintenant, notamment celui développé par Nortel, Entrust. De telles initiatives devraient assurer le développement à grande échelle du commerce électronique sur l'autoroute de l'information.

Dans le cadre de ce projet, nous allons devoir maîtriser la technologie de pointe requise pour le commerce électronique. Mais nous croyons devoir faire plus. L'EDI facilite principalement les communications d'affaires bilatérales entre deux partenaires commerciaux, mais ses multiples applications ne permettent pas à l'heure actuelle de créer des mécanismes compétitifs multilatéraux et de prospecter d'éventuels marchés. CommerceNet propose une formule plus avant-gardiste : celle de la corporation virtuelle. La corporation virtuelle crée un maillage via Internet entre une firme, ses fournisseurs et les sociétés de transport pour offrir à ses clients des produits sur mesure intégrés. Or la technologie requise pour gérer le commerce électronique permet aussi le développement d'une forme plus évoluée de commerce électronique : celle des enchères et marchés virtuels intelligents. C'est ce créneau que notre projet voudrait explorer.

Dans une économie, les échanges ne se font pas nécessairement facilement. Les firmes doivent éventuellement engager des ressources importantes pour gérer leurs ventes et leurs achats et prospecter les marchés. Souvent, la survie même de l'organisation dépend de sa capacité à trouver de nouveaux marchés. En offrant aux acheteurs et aux vendeurs un lieu focal où ils peuvent se rencontrer, un marché centralisé et ouvert permet de réduire sensiblement les coûts de transaction.

Le premier rôle d'un marché est de réduire les coûts de transaction et d'assurer l'exploitation maximale des gains à l'échange. Son second rôle est de générer de l'information. En rendant publics les prix, les "asks" et les "bids", le marché permet à certains de ses agents de déduire une partie de l'information détenue par d'autres agents. L'information contenue dans les prix signale aux acheteurs et aux vendeurs potentiels qu'ils ont, les premiers, intérêt à acheter et les seconds, intérêt à vendre. Cette information permet de coordonner les actions des agents et d'assurer une allocation efficace des ressources. Avec l'essor que connaît l'inforoute depuis quelques années, le rôle informationnel des marchés devient important, car les risques de surcharge de l'information se multiplient. Dans ce contexte, les marchés permettraient de colliger l'information via le mécanisme de détermination des prix et de fournir rapidement aux agents l'essentiel de l'information nécessaire à leurs prises de décision. Les enchères jouent un rôle similaire à celui d'un marché. En effet, enchère et marché sont tous deux des modes compétitifs et formels d'allocation des ressources et de détermination des prix; la différence est que dans le cas des enchères, il n'y a concurrence que d'un seul côté du marché.

Les marchés bien organisés sont nécessaires au développement de nos économies qui, sans eux, seraient assurément moins prospères; si de tels marchés n'existaient pas, il nous faudrait les inventer. Dans certains cas, c'est exactement ce que nous devons faire. La création de marchés et de mécanismes compétitifs constitue un instrument de politique économique dont l'emploi, souvent recommandé par les économistes, n'est pourtant pas courant. Le problème est que l'organisation d'un marché peut être une opération complexe. Il s'agit (i) d'identifier un lieu commun, facilement accessible aux agents; (ii) de définir un protocole d'échange et les règles de fonctionnement du marché; (iii) de faire en sorte que la demande et l'offre soient suffisamment fortes pour s'activer l'une l'autre; et (iv) de veiller au contrôle du marché et des opérations d'échange. Des ressources sont requises pour assurer le fonctionnement efficace des marchés. Dans certains cas, les gains à l'échange ne justifient pas de tels investissements. Dans d'autres cas, il est difficile de coordonner les agents pour créer la masse critique nécessaire au fonctionnement des marchés. Les marchés peuvent être interprétés comme des biens publics et, bien souvent, la création de marchés nécessite l'initiative d'une agence gouvernementale ou d'une association de producteurs, lesquelles n'ont pas toujours les ressources ni la compétence technique pour mettre en oeuvre de tels projets.

Le principal objectif du projet GAMME est de développer la compétence technique nécessaire au design et à la mise en place de marchés efficaces et adaptés aux conditions économiques. Associée à la technologie de l'authoroute de l'information, la compétence technique est susceptible de transformer en profondeur la manière d'organiser les marchés et les coûts de leur mise en oeuvre. Il sera possible de créer des lieux virtuels (un espace dans la mémoire d'un ordinateur) accessibles à tous sur le vaste réseau de l'inforoute et d'assurer la surveillance électronique des marchés. Aussi, la création de nouveaux marchés peut être envisagée là où, initialement, les coûts estimés la rendaient hautement improbable. Les frais de déplacement, les délais, la paperasse, etc. sont éliminés. Les marchés électroniques présentent enfin ce dernier avantage de pouvoir être gérés par logiciels, ce qui réduit le coût de diffusion des connaissances générées par ce programme de recherche. En effet, pour un grand nombre de marchés, l'usage de logiciels de gestion s'avère relativement peu coûteux.

La création de logiciels de gestion de marchés et d'enchères exige la maîtrise de la technologie de pointe associée à l'inforoute et au commerce électronique, elle nécessite aussi le développement d'une expertise organisationnelle basée sur l'analyse scientifique des marchés.

3. L'APPORT DE L'ANALYSE SCIENTIFIQUE DES MARCHÉS

L'analyse scientifique des marchés est assez récente. Longtemps, le marché a été considéré comme un mécanisme impersonnel, une sorte de boîte noire dont le rôle était de fournir un prix d'équilibre, et ce, même si les économistes y voyaient une institution privilégiée capable d'assurer une allocation efficace des ressources. Ce n'est que tout récemment qu'on a commencé à modéliser les marchés comme un environnement institutionnel où les agents détenteurs d'informations privées interagissent pour fixer les termes des échanges. Cette nouvelle approche montre que les règles de fonctionnement des marchés peuvent varier considérablement et qu'elles influent souvent sur l'efficacité des échanges et sur la qualité de l'information contenue dans les prix.

L'analyse scientifique des marchés peut contribuer de trois manières concrètes à mieux structurer les marchés. Premièrement, la théorie des enchères optimales et la théorie de la microstructure des marchés, ainsi que leurs multiples applications respectives, nous permettent d'indiquer quels sont les mécanismes d'intermédiation optimaux et de comparer les performances de différents mécanismes d'échange. Deuxièmement, l'économie expérimentale permet de vérifier la validité de la théorie, de comparer les avantages de différents mécanismes, de rendre compte des problèmes pratiques d'implantation et de fournir un outil pédagogique et promotionnel pour expliquer et vendre un nouveau mécanisme d'échange. Enfin, troisièmement, un volet empirique et économétrique permettrait d'évaluer la performance des marchés implantés à l'aide des données enregistrées par le réseau. Ces trois volets pourraient être intégrés afin d'assurer l'efficacité des marchés.

3.1 Le design de marché et d'enchère

S'agissant du design initial des marchés, la théorie des incitations et du design de mécanismes suggère des procédures de vente ou d'intermédiation efficaces et conformes aux objectifs du marché. La clé réside dans les informations détenues par les agents du marché : combien chacun est-il prêt à offrir? quelle information détient-il sur la valeur des droits de vente?... Pour les détenteurs d'informations, il s'agira de tirer le maximum de bénéficié de cette information tandis que l'objectif du design de marché est de réduire cette rente informationnelle tout en assurant une allocation efficace des ressources. Les mécanismes optimaux tels que les conçoit la théorie économique varient souvent selon les circonstances et les objectifs visés, mais ils ont en commun d'être compétitifs, transparents et non arbitraires.

Les mécanismes d'enchère et de marché peuvent admettre des règles de fonctionnement très variées. La structure optimale d'un marché dépend d'un grand nombre de facteurs : les agents hésitent-ils à courir des risques? font-ils face à des contraintes financières? peuvent-ils revendre les droits qu'ils achètent? la valeur des contrats pour un agent dépend-elle bien de l'information détenue par les autres agents (valeur affiliée)? les agents sont-ils asymétriques?... Le design optimal d'un marché dépend aussi des objectifs poursuivis : désire-t-on maximiser le revenu du

ou des vendeurs (minimiser le coût des acheteurs)? souhaite-t-on favoriser certains types de agents? doit-on avant tout assurer une allocation efficace des ressources?...

Notre programme de recherche développe et teste la grille d'analyse permettant de définir, selon les circonstances, le type de règles à observer.

La contribution de la science économique au design de marché a été illustrée de manière éloquentes lors des enchères de droits de téléphonie organisées par la Federal Communications Commission (FCC) aux États-Unis. L'objectif principal de la FCC était d'assurer une allocation efficace de centaines de licences sur des fréquences électromagnétiques. Ses enchères sont des enchères inusitées, dont les règles ont été proposées par les professeurs R. P. McAfee (Texas), P. Milgrom (Stanford) et R. Wilson (Stanford). Deux caractéristiques de la vente des droits ont été prises en considération : (i) la complémentarité des licences et (ii) un phénomène appelé la malédiction du gagnant. La valeur d'un droit de téléphonie sur un lot varie pour une compagnie selon les droits qu'elle possède ou non sur les lots adjacents. La stratégie d'une firme dépendant de ce qui se passe sur tous les lots, il a été décidé de vendre simultanément des lots jugés complémentaires. Les enchères sont restées ouvertes sur tous les lots jusqu'à la fin. Lorsque la valeur d'un lot pour une firme dépend d'informations détenues par les autres agents, le vainqueur d'une enchère doit se rendre compte que s'il a gagné, c'est que les autres attachaient une valeur inférieure au lot en vente. C'est ce phénomène qui correspond à la malédiction du vainqueur. Il a été démontré de manière générale qu'une enchère ouverte à prix ascendant permet de réduire l'incidence de la malédiction du vainqueur et d'augmenter les mises, et on a donc convenu de créer une enchère simultanée ouverte à prix ascendant.

Les premières enchères organisées par la FCC selon ces règles se sont avérées très fructueuses. Le succès technique et financier de ces enchères témoigne de l'importance du design de tels mécanismes.

3.2 L'expérimentation en laboratoire

L'économie expérimentale est une branche relativement nouvelle de la science économique. Elle consiste à créer des jeux qui reproduisent des situations réelles de conflit et de prise de décisions. Par le canal d'ordinateurs en réseau, les participants sont amenés à interagir, à faire des choix, à gagner ou perdre de l'argent. De telles expériences simulent assez bien la réalité, à cette différence près que les montants d'argent en jeu sont bien inférieurs à ceux engagés en situation réelle. En contrôlant les règles du jeu, les gains des participants et les modalités de communication, il est possible de mieux comprendre le comportement des agents en situation de conflit.

Appliquées à l'analyse des marchés, ces expériences constituent un instrument aux usages multiples. Premièrement, l'implantation concrète de nouvelles structures de marché suppose la résolution de problèmes pratiques auxquels on pourrait ne pas penser a priori. Or, il faut résoudre ces problèmes avant de faire une expérience. En reliant par un réseau d'ordinateurs les agents,

nous devons accomplir exactement ce que nous désirons réaliser dans le monde réel. Les expériences permettent donc de roder efficacement les mécanismes de marché envisagés, de développer les logiciels requis, etc. Deuxièmement, la simulation d'opérations financières fournit un outil pédagogique idéal à qui veut enseigner aux futurs agents les règles de fonctionnement de marchés et les amener à développer des stratégies de participation adéquates. Dans le cas de l'enchère de la FCC, tous les participants sérieux se sont soumis aux règles des enchères simulées. Finalement, les marchés expérimentaux permettraient de tester la validité des modèles théoriques de comportement des agents en situation de conflit et de veiller à leur amélioration : c'est pourquoi ils nous apparaissent comme une composante essentielle du projet GAMME.

3.3 L'analyse empirique et économétrique

Nous avons déjà mentionné que la structure optimale d'un marché ou d'une enchère pouvait dépendre de l'aversion au risque, de l'asymétrie entre les agents, de la valeur affiliée, etc. Les techniques économétriques nous permettent de détecter la présence ou non de ces facteurs, une fois le marché implanté, et de modifier en conséquence le design du marché ou de l'enchère. Dans certains cas, il est possible de détecter la présence de collusion entre les agents. De manière générale, nous pouvons recourir aux techniques économétriques de pointe pour évaluer de façon rigoureuse les mécanismes de marché utilisés et mieux comprendre les comportements des agents sur ces marchés.

La qualité des données est un ingrédient essentiel à l'avancement des connaissances. Si ce projet nous permet de recueillir de meilleures données (les meilleures au monde) sur le fonctionnement des marchés, nous pouvons nous assurer de la collaboration et de l'intérêt des meilleurs chercheurs au niveau international. Cette collaboration nous permettrait de développer une expertise unique et utile non seulement pour créer ici des marchés plus performants, mais aussi pour exporter notre savoir-faire.

4. L'ÉTAT ET LA CRÉATION DE MARCHÉS

Inévitablement, les firmes, les municipalités et le gouvernement québécois devront se " brancher " sur l'autoroute de l'information. Pour eux, le véritable défi sera d'utiliser les moyens que cette technologie met à leur disposition afin de transformer les modes d'intervention de l'État et la manière dont on fait les affaires. Nous croyons que l'État peut jouer un rôle moteur dans le développement de l'inforoute et la création de nouveaux marchés électroniques.

L'État intervient de nombreuses manières dans l'économie. Il gère les ressources naturelles qui relèvent du domaine public, il réglemente les industries, il aide les producteurs locaux à exporter leurs produits à l'étranger, il est le plus gros acheteurs de biens et de services, etc. Pour chacune de ces interventions, les marchés électroniques sont en mesure d'aider l'État à accroître la concurrence, à améliorer l'efficacité de l'allocation des ressources, à assurer une plus grande transparence et à augmenter la visibilité des produits québécois. Nous croyons que les mécanismes formels compétitifs peuvent être considérés à plusieurs titres comme un outil privilégié de politique économique.

Les marchés peuvent aider de différentes manières les législateurs. Nous en soulignons ici quelques-unes :

(i) Les gouvernements se fixent des objectifs de réglementation relativement généraux tels le nombre de prises de pêche acceptable par an ou la quantité permise d'émissions de polluants. Certaines modalités d'application de ces objectifs laissent l'État indifférent; ce qui compte c'est le résultat. Un marché permettrait d'atteindre les objectifs généraux de l'État selon les modalités les plus économiquement rentables et efficaces.

(ii) Les marchés - c'est l'un des avantages importants qu'ils présentent - permettent de générer de l'information qui ne serait pas disponible sans eux. Par la concurrence, ils forcent les agents à révéler la valeur qu'ils attribuent aux droits et privilèges accordés par l'État. Cette information peut être très utile au décideur public. Elle permet, entre autres, de déterminer les coûts privés du maintien de la qualité de l'environnement ou la valeur d'usage des ressources, renouvelables ou non, appartenant au domaine public.

(iii) En favorisant la concurrence entre agents selon des règles claires, non arbitraires et transparentes, les marchés diminuent les risques de trafic d'influence et de favoritisme. Un marché ou une enchère bien définie offre à chacun des chances égales, et c'est pourquoi la compétition ouverte entre les utilisateurs contribue à faire des marchés un instrument équitable d'intervention gouvernementale.

(iv) Il existe un grand nombre de droits que l'État répartit entre agents privés. Les droits de coupe, les droits de pêche, les permis de construction sur plusieurs étages et ceux de pollution en sont des exemples. Souvent, ces droits sont accordés gratuitement par décrets ou loteries. La vente par enchère de ces droits pourrait constituer une source importante de revenus. L'exemple le plus marquant de la contribution des mécanismes compétitifs aux coffres de l'État reste les enchères de droits sur les bandes électromagnétiques pour la téléphonie, organisées par la Federal Communications Commission (FCC) aux États-Unis : les premières de ces enchères ont, à elles seules, rapporté au gouvernement près de 18 milliards de dollars. De telles sources de revenus ne sont pas négligeables : on calcule que la valeur marchande des droits pour le cellulaire, qui ont été alloués gratuitement dans les années 80, est d'environ 40 milliards de dollars américains.

Dans cette section, nous donnons quelques exemples de domaines qui se sont convertis aux lois du marché électronique. Ces exemples ne découlent pas d'une analyse scientifique approfondie ou d'une analyse institutionnelle détaillée : ils ne sont présentés qu'à titre illustratif. Nous désirons montrer comment les marchés électroniques peuvent modifier et améliorer les mécanismes de prises de décision et d'intervention de l'État.

4.1 L'octroi des droits et privilèges par l'État

Dans ses opérations courantes, l'État est amené à octroyer des droits d'exploitation à des firmes privées ou à des individus. Ces droits peuvent être octroyés par audience, appels d'offre ou discrétion administrative. Le cas des droits de téléphonie aux États-Unis montre bien comment la réingénierie des processus d'octroi des droits accroît l'efficacité économique et permet à l'État d'augmenter ses revenus. Ces idées peuvent être appliquées à l'octroi de droits de coupe ou de forage, à la distribution de permis de pollution ou de pêche, etc. Nous donnons deux exemples.

Périodiquement, les autorités locales modifient le zonage du territoire urbain ou agricole. Les décisions de dézonage modifient la valeur du terrain et ce, quelquefois, de manière importante, et c'est pourquoi le public les suspecte souvent de patronage et de trafic d'influence. Un mécanisme compétitif pourrait modifier cette perception tout en profitant à l'État.

Imaginons qu'une agence publique doive sélectionner un lot pour fin de dézonage : la procédure de sélection la plus transparente et la plus équitable serait, selon nous, la suivante. Les propriétaires des lots déterminent le prix des lots qu'ils souhaitent vendre et ces prix sont annoncés publiquement. Les investisseurs potentiels participent alors à une enchère ascendante simultanée, analogue à celle des droits de téléphonie aux États-Unis. Les agents surenchérissent jusqu'à ce que les prix cessent de monter. Le ou les lots dézonés seront ceux où l'écart entre le prix demandé par le propriétaire et le prix offert par le promoteur aura été le plus grand. Cette différence est versée à l'État.

La transparence du système, la compétition ouverte entre les propriétaires de terrain et entre les investisseurs, et le retour de la plus-value des terrains dézonés dans les coffres de l'État diminuent les risques de corruption du processus de dézonage et découragent l'achat de terrains zonés à des fins purement spéculatives. Il s'agit d'un mécanisme simple pour identifier les lots où le gain économique du dézonage est maximal. Le dézonage est un exemple, parmi bien d'autres, de situations où le trafic d'influence est possible et perçu comme un problème. L'adoption de règles d'enchères publiques et transparentes constitue une barrière efficace contre la corruption et la capture des agences de réglementation. Les enchères peuvent aussi contribuer à remplir les coffres de l'État.

Actuellement, au Québec, les usines de transformation du bois possèdent des garanties d'accès à la forêt publique et on utilise la technique de la parité pour évaluer la valeur marchande des bois sur pied en forêt publique et établir la redevance payée par les exploitants. Toutefois, on ne sait pas si ce mécanisme permet à l'État d'accaparer toute la rente. Si les acheteurs se disputaient le droit de récolter le bois d'un territoire donné, le prix payé se rapprocherait alors de la valeur réelle de la rente économique.

Éventuellement, l'État pourrait vendre aux enchères du bois sur pied en provenance de la forêt publique à des individus ou des corporations opérant dans l'exploitation forestière. La totalité de la coupe annuelle possible pourrait être partagée en fonction des mises des firmes, mais aussi, si nécessaire, de façon à favoriser une structure diversifiée de l'industrie forestière. Avec une telle

mise en marché des bois sur pied, on s'assure que les entreprises les plus efficaces obtiennent du bois et que l'État reçoit un juste prix en retour.

Dans le présent cas, le marché permet de déterminer la valeur marchande réelle du bois et d'identifier les firmes les plus aptes à exploiter de manière rentable la ressource. Mais il existe d'autres bénéfices informationnels générés par le marché. L'État, par exemple, peut vendre des droits sur différents lots de forêts. Chacun de ces lots différant par la qualité de ses essences et son accessibilité, le marché permettrait de déterminer la valeur économique des voies d'accès aux territoires forestiers, ce qui éclairerait les agences gouvernementales sur l'opportunité de construire de nouvelles voies d'accès. Les marchés offrent en outre aux divers entrepreneurs de nouvelles occasions d'affaires : dans le cas de ressources renouvelables comme celle du bois, un marché ouvert des droits de coupe encouragerait l'exploitation de plantations. Pour un gouvernement désireux de stimuler l'emploi en région, la création d'un marché ouvert du bois sur pied présenterait des avantages certains.

4.2 L'aide aux offices de commercialisation

Dans un certain nombre de cas, les marchés demeurent très décentralisés. Vendeurs et acheteurs échangent grâce à leur réseau de contacts et se tiennent au courant de l'évolution du marché par le "bouche-à-oreille". Dans d'autres cas, il existe des marchés centralisés qui fonctionnent relativement bien mais dont les agents doivent être physiquement présents à la bourse ou doivent communiquer par l'intermédiaire d'un courtier. En créant un lieu commun où les biens sont échangés et où producteurs, importateurs étrangers et autres intervenants potentiels peuvent suivre l'évolution des marchés et même y participer activement sans avoir à se déplacer, il est possible de réduire considérablement les coûts de transaction et de changer les rapports de force entre les agents, comme en témoigne bien l'exemple québécois suivant.

Avant qu'ils ne créent l'Encan Électronique du Porc, les producteurs de porc du Québec devaient négocier individuellement avec les abattoirs et les prix étaient en moyenne de 15 % inférieurs aux prix américains et ontariens. En forçant les abattoirs à acheter les porcs par enchères dans un marché unique, les producteurs ont transformé la nature du marché. Aujourd'hui, les prix québécois sont en moyenne légèrement supérieurs aux prix américains, les livraisons de cochons se font "juste-en-temps" grâce à un système centralisé de répartition des bêtes, qui limite les pertes dues au transport, et les producteurs sont payés directement à la banque pour leurs ventes de la semaine.

Le gouvernement offre des soutiens divers aux industries québécoises. L'aide à la création de marchés électroniques pourrait s'ajouter à celle que le gouvernement offre déjà aux offices de commercialisation. La création d'un marché électronique permettrait de faciliter la commercialisation du porc, du sirop d'érable, du bois, du copeau de bois ou de tout autre produit québécois au meilleur bénéfice des producteurs. Il s'agit d'une forme d'aide en accord avec l'esprit des ententes internationales de libre-échange.

4.3 Les marchés : une aide à la réglementation

La réglementation gouvernementale couvre un grand nombre de domaines : la protection des consommateurs, les normes de sécurité, le zonage, le contrôle des polluants et des pollueurs, etc. Elle se justifie dans la mesure où les activités privées doivent être encadrées si l'on veut tenir compte de leur incidence sur le bien-être collectif. Si ses objectifs généraux sont faciles à définir, ses modalités d'application restent, elles, difficiles à préciser. Pour simplifier cette réglementation, il suffirait de laisser un mécanisme de marché décider à la place du législateur comment allouer les ressources privées dans le respect des objectifs de l'État.

Pour illustrer cette idée, considérons les permis échangeables qui ont été délivrés, aux États-Unis, pour contrôler la quantité de plomb contenu dans l'essence. Le but de ce programme était d'assurer aux raffineurs une plus grande flexibilité pour la période durant laquelle la quantité de plomb dans l'essence devait être progressivement éliminée.

Les firmes pouvaient obtenir des crédits si elles produisaient de l'essence contenant moins de plomb que ne l'exigeait le standard. Les raffineurs pouvaient reporter ces crédits à des trimestres ultérieurs ou les vendre à d'autres firmes utilisant plus de plomb. En 1985, plus de la moitié des raffineries étaient impliquées dans des échanges avec d'autres raffineries. Environ 15 % des crédits de plomb avaient été échangés et près de 35 % des crédits disponibles avaient été mis à la banque pour une utilisation future ou en vue d'un échange futur. À bien des égards, ce programme a été un succès. Il a permis d'atteindre les objectifs environnementaux et de faire des économies, estimées à environ 200 millions de dollars par année, sur les coûts liés à la réduction de la pollution.

Dans le cas d'activités réglementées par l'État, le design des mécanismes d'enchère et d'échange s'avère particulièrement important. Il faut que les règles du marché garantissent le respect des normes gouvernementales tout en accordant aux firmes la latitude nécessaire pour absorber les coûts entraînés par l'application desdites normes. Appliqué intelligemment, le concept de marché électronique peut être un instrument efficace pour les régulateurs.

4.4 Enchères électroniques et approvisionnement

Dans un mémorandum du 26 octobre 1993, le président Clinton recommandait l'adoption d'un système d'acquisition électronique pour l'ensemble des achats du gouvernement américain, un marché de 200 milliards de dollars. L'échéancier prévoit que, d'ici janvier 1997, ce système sera pleinement implanté. L'objectif est de créer un protocole de communication unique, permettant au gouvernement et aux fournisseurs privés d'échanger électroniquement les appels d'offre, les devis et les soumissions, les commandes, les ordres de paiement, et d'enregistrer toutes les transactions pour fin d'étude et de vérification. On s'attend à ce que les échanges électroniques permettent au gouvernement d'augmenter la concurrence, de réduire ses coûts, de réduire le coût et le temps requis pour acquérir des biens ou des services et d'assurer une meilleure gestion des inventaires et de l'information. Les fournisseurs pourront profiter d'un guichet unique et

simplifié; il deviendra plus facile de saisir les occasions d'affaires offertes par les achats gouvernementaux et le processus de paiement pourra éventuellement être automatisé.

Le gouvernement québécois, en association avec les autres gouvernements fédéral et provinciaux, envisage aussi le recours au commerce électronique pour ses achats de biens et de services. Mais au-delà de la simple informatisation des processus d'achat, c'est toute la gestion des appels d'offres qui pourrait être transformée grâce, entre autres, à l'analyse scientifique des marchés. En matière de sous-traitance, la technique la plus connue est celle des appels d'offres par enveloppes scellées au meilleur prix. La technique standard d'appel d'offres, apparentée à l'enchère du premier prix, est la plus courante, mais elle n'est pas nécessairement, selon les circonstances et les objectifs poursuivis, la méthode optimale d'impartition des contrats ou des droits. L'exemple qui suit devrait suffire à le démontrer.

Approvisionnement-Montréal est une société à but non lucratif chargée des achats de l'ensemble des fournitures des hôpitaux du Grand Montréal. Présentement, l'achat des fournitures médicales se fait par un système d'appels d'offres regroupés par type de produit. Les hôpitaux sont invités à délivrer un mandat d'achat en spécifiant les fournitures dont ils auront besoin pour une période de 12 à 60 mois selon le type de produit. Approvisionnement-Montréal soumet aux fournisseurs accrédités le cahier des charges, qui détaille les quantités demandées de chacun des médicaments ou de chacune des fournitures, tandis que de leur côté, les fournisseurs soumissionnent les médicaments ou les fournitures qu'ils désirent offrir. Les cahiers des charges complétés doivent parvenir à une date précise à Approvisionnement-Montréal, qui dresse alors la liste des soumissions par ordre de prix. Après consultation avec les pharmaciens et les acheteurs, les contrats sont octroyés aux meilleures offres.

Le mécanisme utilisé correspond au mécanisme d'appel d'offres conventionnel, soit celui de l'enveloppe scellée au meilleur prix. C'est le mécanisme obligatoire pour les appels d'offres gouvernementaux. Or, deux éléments importants sont à souligner en ce qui concerne le mécanisme actuel. D'abord, tout se fait sur papier. Un système basé sur les technologies de l'inforoute permettrait d'assurer l'échange électronique de tous les formulaires, ce qui pourrait réduire considérablement les coûts de gestion du système. Le second élément concerne les règles de concurrence pour les appels d'offres. Les " enchères " scellées au meilleur prix ne sont pas les mécanismes qui favorisent la plus la concurrence entre vendeurs ou entre acheteurs. Des mécanismes plus efficaces pourraient être mis en place.

Il existe, dans le système actuel d'appels d'offres, deux problèmes principaux. D'abord, dans l'enchère scellée au meilleur prix, le vendeur doit faire un pari difficile : s'il mise trop haut, il risque de perdre son contrat; s'il mise trop bas, il perd des profits. Dans ce contexte, il est plus utile de se demander ce que les autres vont miser que de faire une évaluation précise du seuil de rentabilité. En conséquence, l'allocation n'est pas toujours efficace et certaines firmes regrettent ex-post de ne pas avoir misé plus bas ou plus haut. Ces problèmes de regret peuvent être évités grâce à une enchère ouverte descendante où les agents sont invités à battre le meilleur prix jusqu'à ce que personne n'accepte de baisser son prix. Le second problème tient au fait que chacun est invité à miser sur tous les items simultanément. Comment, dans ce contexte, une firme qui a la capacité de produire une centaine de médicaments différents doit-elle miser? Lui

faut-il cibler une centaine d'items en prenant le risque de n'en produire qu'une cinquantaine? Ou alors étaler sa mise sur un grand éventail d'items en prenant le risque de ne pouvoir fournir la commande? Encore là, un appel d'offres par enveloppe scellée ne fournit pas l'information nécessaire pour éviter le regret des participants et assurer une allocation efficace des contrats. Des enchères séquentielles, item par item, pourraient résoudre en partie ce problème.

D'autres mécanismes de vente existent ou peuvent être conçus pour les besoins spécifiques d'Approvisionnements-Montréal. Il est possible d'admettre des mises conjointes sur plusieurs items : le soumissionnaire obtiendra le contrat si son prix est inférieur à la somme des meilleurs prix sur chacun des items individuellement. Il est aussi possible de recourir au "dual-sourcing", une procédure qui consiste à conserver deux fournisseurs pour maintenir la concurrence au-delà de la période d'appels d'offres.

Sur le plan opérationnel, certains des mécanismes d'appel d'offres mentionnés ci-haut sont impraticables avec les moyens conventionnels, mais il est possible de les mettre en place de manière sécuritaire grâce aux technologies de l'inforoute. L'inforoute permet de créer des lieux virtuels accessibles, peu importe où l'on se trouve. Ainsi, des règles d'enchères plus ouvertes et éventuellement plus complexes peuvent être définies grâce à des logiciels d'échange installés sur des serveurs Web. Il est donc possible d'exploiter l'inforoute non seulement pour le transfert de la documentation relative aux appels d'offres, mais aussi pour la révision de la procédure d'appels d'offres à la lumière de la recherche de pointe en sciences économiques. C'est ce dernier volet qui distingue le projet GAMME des autres projets d'implantation du commerce électronique.

5. LA CRÉATION DE MARCHÉS : UNE OCCASION D'AFFAIRES

Lorsque la radio a été inventée au début du siècle, un analyste prévoyait qu'elle serait utilisée principalement par les curés : n'étaient-ils pas les seuls à s'adresser régulièrement à un vaste public? Il est difficile d'imaginer toutes les applications commerciales d'une technologie comme celle que nous désirons créer, mais plusieurs d'entre elles, dont certaines seront très lucratives, peuvent déjà être envisagées.

Nous croyons qu'il existe une demande pour la création de marchés électroniques. En créant l'Encan Électronique du Porc, les producteurs de porcs ont bénéficié des nombreux avantages qui accompagnent l'informatisation des échanges commerciaux. On peut imaginer que d'autres associations de producteurs voudront s'engager dans la même voie. Une firme privée ou un consortium de firmes pourraient définir les besoins des associations intéressées, établir le design du marché, assurer la mise en réseau et l'implémentation du logiciel d'échange, garantir l'intégrité du marché et du réseau et assurer le paiement électronique des agents.

Déjà, les discussions que nous avons eues avec nos partenaires ont permis de dresser la liste des applications possibles : marché spot pour l'achat de biens et de services (gaz naturel, copeau de bois, places libres dans les avions, destinations voyage ou restaurants), mécanisme de vente par enchère de maisons ou d'automobiles usagées à l'aide du multimédia, mécanisme de détermination des prix d'accès à l'inforoute, etc. La liste est longue, et le sera sans doute davantage dans les années à venir. La technologie développée dans ce projet permet de gérer la forme la plus évoluée de mécanisme d'échanges multilatéraux et, donc, à peu près tous les mécanismes d'allocation multilatéraux : système de co-voiturage, réservation de places d'hôtel, répartition des internes ou des patients dans les hôpitaux, admission aux CEGEPS ou aux universités, etc. Nous espérons pouvoir inciter, à l'aide de séances de formation et de projets-pilotes, un engouement pour les marchés et les enchères électroniques. Le potentiel commercial de cette technologie nous semble sans limite.

Dans ce qui suit, nous proposons une application commerciale du projet. Ici encore, cet exemple ne découle pas d'une analyse scientifique approfondie ou d'une analyse institutionnelle détaillée et n'est présenté qu'à titre illustratif. Le potentiel financier de cette application peut être très important.

5.1 Les offres initiales d'achat (IPO)

Les offres initiales d'achat (Initial Public Offerings, IPO) sont des opérations financières qui permettent à des firmes d'élargir leur mode de financement et d'émettre de nouveaux titres financiers. Pour l'acheteur, l'achat de ces titres présente un certain risque : comme ils ne sont pas transigés sur le marché, il est souvent difficile d'évaluer correctement leur valeur.

Ces titres sont souvent vendus par des courtiers qui agissent comme intermédiaires entre la firme émettrice et les investisseurs institutionnels et individuels. Le courtier fixe le prix du titre et écoule les actions sur le marché. Selon le type d'entente qu'il conclut avec la firme, le courtier peut s'engager à conserver les titres non vendus.

Ce type de mécanisme à prix fixe pose certains problèmes. Si le prix est trop élevé, l'émission est un échec, ce qui entache la crédibilité du courtier. De plus, le système de prise ferme n'incite pas le courtier à maximiser le prix puisque l'achat de l'émission déséquilibre son portefeuille et l'incite à vendre rapidement. Ainsi, le montant des offres initiales d'achat est souvent en-dessous de la valeur réelle des titres et il y a rationnement parmi les acheteurs. Ce mécanisme est coûteux pour la firme émettrice; la commission du courtier et la sous-évaluation de ses titres peuvent correspondre à 20 % de la valeur de l'émission. Ces coûts de transaction découragent l'émission de capital-action.

Nous proposons ici un mécanisme alternatif de mise en vente de nouvelles actions, qui s'apparente au mécanisme d'adjudication des bons du trésor. Ce système comprend deux catégories de mises : les mises dites compétitives et les mises non compétitives. Les demandes non compétitives sont satisfaites d'office, ensuite les mises compétitives les plus élevées sont

satisfaites jusqu'à ce que l'offre corresponde à la demande. Les émetteurs des mises compétitives paient le montant de leur mise; les émetteurs des mises non compétitives paient le montant moyen des mises compétitives acceptées plus une prime. En distinguant mises compétitives et non compétitives, nous donnons aux agents non informés la possibilité de profiter, moyennant une prime, de l'information détenue par les agents informés et nous nous assurons du même coup de lever ce que nous avons appelé la malédiction du gagnant et d'augmenter le montant des mises. Ce mécanisme garantit que le prix s'ajuste en fonction de la demande; le prix ainsi généré résume les informations détenues par les agents sur la valeur du titre.

Un pareil mécanisme peut être amendé pour admettre des prix de réserve. Il offre assurément une plus grande souplesse que le mécanisme actuel. Nous croyons qu'il s'agit là d'une voie de recherche intéressante pour réformer le mécanisme d'émission de nouvelles actions.

6. ARCHITECTURE TECHNOLOGIQUE

Le volet technologique du projet s'appuie sur l'état de l'art dans le domaine du réseau Internet et du commerce électronique, actuellement en ébullition. Ainsi, plusieurs composantes du monde Internet servent de fondation à ce projet : le protocole HTTP et la norme HTML, la cryptographie à clef publique et les programmes " objets distribués ". Le projet consistera à exploiter ces outils et à créer une architecture fonctionnelle, capable de mettre en place des marchés sécuritaires sur Internet. Pour ce faire, différents blocs fonctionnels devront être construits.

a. Encanteur : Ce système rassemble l'information et les algorithmes Java utilisés pour un marché ou une enchère et achemine ces données vers le serveur Web, sous la forme d'une page HTML contenant des JavaScript et appelant les objets Java appropriés. Ce logiciel de création de scénario sera le poste de travail de l'économiste responsable du design des marchés.

b. Serveur Web sécuritaire : Ce logiciel est un serveur HTTP muni d'extensions de sécurité comme SSL mentionnés précédemment. Il redistribue l'information et les objets aux postes de travail des acheteurs et des vendeurs de l'enchère. Il distribue l'information textuelle et graphique sous forme de page HTML aux stations clientes. De plus, il fournit les programmes objets Java qui favorisent l'activité des stations clientes (achat ou vente) sur les marchés, ou lors des enchères.

c. Serveur maître des enchères : Ce logiciel unique est un portier qui démarre le serveur spécialisé d'enchère ou envoie le nouveau agent au bon serveur spécialisé d'enchère. Il vérifie l'identité des agents aux enchères et leur crédit auprès du serveur des comptes. Il obtient les " jetons " de crédit électronique qui serviront lors des enchères et les retourne aux acheteurs.

d. Serveur spécialisé d'enchère : Ce logiciel comporte autant d'instances qu'il y a d'enchères en cours. Il reçoit les messages encryptés et signés des agents, soit en différé dans le cas des transactions asynchrones soit en temps réel dans celui des transactions synchrones. Selon chaque type de transaction, il devra retrouver l'algorithme et les données d'acceptation, d'achat ou de vente, propres à une enchère. Il consulte la base de données des enchères en cours. Ce logiciel doit être optimisé pour un temps de réponse court et pouvoir desservir plusieurs centaines de agents simultanément.

e. Serveur des comptes : Ce système gère l'identification sécuritaire des agents et les informations relatives à leurs données financières. Outre la liste complète des agents, il fournit donc, pour chacun d'entre eux, la clef publique et certaines informations financières (numéro de compte, marge de crédit, etc.). Il génère des " jetons " électroniques au début de la session d'un agent, puis il reçoit du serveur des échanges un rapport des dépenses. Les échanges avec les systèmes financiers externes dépendent aussi de ce système.

f. Protocoles sécuritaires : Ce réseau sera bâti selon les protocoles TCP/IP qui ont fait la popularité d'Internet. Initialement, ce projet utilisera le RISQ entre les centres de recherches, mais à terme il utilisera les réseaux commerciaux, notamment ceux de Bell. La sécurité sera assurée par les protocoles cryptographiques commerciaux.

g. Les logiciels fouineurs avec Java : Non seulement les agents des différents marchés sont dispersés géographiquement, mais ils emploient aussi des technologies différentes comme Windows, MacOS ou Unix. Les logiciels fouineurs (browser) avec Java, Netscape, Mosaic ou autres, fonctionnent de façon identique sur divers matériels. Cela permet de créer une machine cliente virtuelle commune à tous les agents. La plate-forme initiale de travail sera le logiciel Netscape.

Les différents blocs présentés ci-haut n'existent présentement qu'à titre expérimental. L'objectif du volet informatique sera de monter un logiciel-prototype réunissant ces blocs de manière fonctionnelle. Les premiers efforts se porteront sur la programmation du coeur même du marché, soit le bloc serveur spécialisé d'enchère, pour pouvoir rapidement simuler des marchés. Cette première étape accomplie, nous procéderons à la programmation des codes périphériques: gestion des comptes, contrôle de la sécurité et cryptographie, etc.