

Le présent rapport de recherche a été préparé à la demande du Comité d'examen de la *Loi sur les transports au Canada*. Il renferme les constatations et les opinions du(des) auteur(s), mais ne reflète pas nécessairement les opinions du Comité d'examen ou de ses membres.



Examen de la Loi sur les transports au Canada

Interaction du commerce électronique, de la logistique de pointe des transports et de la productivité industrielle de l'économie canadienne

Rapport final

RÉFÉRENCE T8080-00-1335

Présenté par :

HLB Decision Economics Inc.

Ottawa (Ontario)

Mai 2001

HLB DECISION ECONOMICS INC.

ANALYSE DES RISQUES -
INVESTISSEMENT ET FINANCES -
ÉCONOMIE ET POLITIQUE

Examen de la Loi sur les transports au Canada

**Interaction du commerce électronique,
de la logistique de pointe des transports et de la
productivité industrielle de l'économie canadienne**

RAPPORT FINAL

NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : T8080-00-1335

Présenté par :

**HLB Decision Economics Inc.
Ottawa (Ontario)**

Mai 2001

Référence HLB: 6658

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|------------|
| Table des matières | i |
| Sommaire | S-1 |
| 1 Introduction | 1 |
| 1.1 Évolution de la gestion de la chaîne d’approvisionnement | 2 |
| 1.2 Réorganisation logistique | 4 |
| 1.3 Rôle du commerce électronique | 8 |
| 2 Cadre d’estimation des avantages | 10 |
| 2.1 Vue d’ensemble | 10 |
| 2.2 Cadre pour l’analyse économique | 10 |
| 2.3 Estimation des avantages | 13 |
| 3 Méta-analyse de la réponse logistique | 16 |
| 3.1 Variations des coûts de logistique | 16 |
| 3.2 Variations de la demande de transport | 20 |
| 3.3 Estimation des avantages | 21 |
| 3.4 Sondage auprès des expéditeurs | 23 |
| 4 Conséquences pour la loi sur les transports au Canada | 27 |
| 5 Bibliographie | 30 |
| | |
| Annexe A. Modèle micro-économique des avantages | A-1 |
| Annexe B. Diagramme des données | B-1 |
| Annexe C. Sondage auprès des expéditeurs | C-1 |
| Annexe D. Échantillon d’entreprises | D-1 |
| Annexe E. Élasticités des coûts de logistique | E-1 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|-----|
| Figure 1 : Effet d'une amélioration du transport sur les coûts de logistique | S-2 |
| Figure 2 : Relation entre le coût de logistique total et le nombre d'entrepôts | 5 |
| Figure 3 : Structure globale des coûts des services de transport..... | 6 |
| Figure 4 : Structure de base du coût des stocks | 6 |
| Figure 5 : Niveau des stocks selon une politique « quantité commandée fixe - intervalle de commande variable » | 7 |
| Figure 6 : Les transports dans l'économie | 11 |
| Figure 7 : Courbes de la demande de transport..... | 13 |
| Figure 8 : Réductions des coûts de logistique en fonction des améliorations de la durée de trajet | 16 |
| Figure 9 : Coût de logistique minimum en fonction de la durée de trajet pour divers niveaux de fiabilité..... | 18 |
| Figure 10 : Taux optimal de satisfaction de la demande en fonction de la variabilité des livraisons..... | 19 |
| Figure 11 : Économies et avantages de logistique en fonction de la réduction des coûts de transport. | 23 |
| Figure 12 : Diagramme structurel du cadre micro-économique | B-1 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|-----|
| Tableau 1 : Élasticités empiriques des coûts de logistique par rapport aux améliorations de la durée de trajet | 17 |
| Tableau 2 : Coûts de logistique par suite d'une réduction de 1 % du coût de transport..... | 21 |
| Tableau 3 : Élasticités des coûts de logistique totaux par rapport à la durée de trajet..... | E-1 |
| Tableau 4 : Élasticités des coûts de logistique totaux par rapport à la variation de la durée de trajet | E-2 |
| Tableau 5 : Élasticités des taux de satisfaction de la demande par rapport à la durée de trajet..... | E-2 |
| Tableau 6 : Élasticités des taux de satisfaction de la demande par rapport à la variation de la durée de trajet | E-3 |

SOMMAIRE

La logistique occupe maintenant le devant de la scène par suite d'accords commerciaux comme l'ALÉNA, de l'explosion de l'informatique et des technologies de l'information, du développement des marchés mondiaux ayant amené nombre d'entreprises à exercer leurs activités à l'échelle du globe, et de la priorité que les entreprises accordent à la qualité et au degré de satisfaction des clients.

Ce document traite des liens qui existent entre le commerce électronique, la logistique de pointe des transports et la croissance de la productivité industrielle au sein de l'économie canadienne. On y examine les effets directs et indirects des investissements dans l'infrastructure et l'infostructure des transports sur la croissance de la productivité. Pour ce faire, nous avons établi un cadre pour mesurer les avantages économiques, tant directs qu'indirects, des améliorations apportées au système de transport du Canada.

Les analyses coûts-avantages conventionnelles portent sur les économies qui découlent directement des améliorations du transport. Par suite de la substitution de divers intrants logistiques, des effets dits de réorganisation peuvent s'exercer dans la chaîne d'approvisionnement au niveau des entreprises. Des avantages de réorganisation peuvent résulter d'améliorations du réseau routier par suite du remaniement de systèmes logistiques, par exemple le déplacement d'usines ou d'entrepôts, la modification de pratiques d'entreposage et l'accès à des marchés différents. Les analyses coûts-avantages conventionnelles ne saisissent pas la valeur de ces avantages indirects.

Le document conclut ce qui suit :

- Les avantages indirects sont réels. Des études de cas antérieures ont démontré sans équivoque les effets des améliorations du transport sur la logistique et les niveaux de service. En recherchant l'équilibre entre les divers coûts (transport, stocks, entreposage et information), il est possible d'abaisser les coûts de la logistique et d'améliorer la productivité de cette dernière. Les avantages d'une réorganisation contribuent aux économies directes au titre des coûts d'exploitation des véhicules, ainsi qu'aux économies liées à la valeur du temps.
- Les avantages sont maintenant mesurables. Nous avons mis au point un cadre micro-économique pour mesurer les avantages économiques des améliorations apportées au transport des marchandises. Dernièrement, un groupe d'experts s'est penché sur ce cadre, qui a eu l'aval du milieu universitaire. Le cadre reflète la théorie, les concepts et les principes de développement de l'économie des transports.
- Les avantages sont importants. Comme l'indique la figure 1 du présent sommaire, des améliorations du système de transport, ou encore des modifications des politiques ou de la réglementation, qui se traduisent par une réduction de 10 % des coûts de transport pour les expéditeurs pourraient entraîner une réduction

estimation de 14,5 % du coût de logistique total. Cette estimation démontre que la réorganisation logistique peut procurer des avantages importants, au-delà des gains liés à une baisse des coûts unitaires de transport.

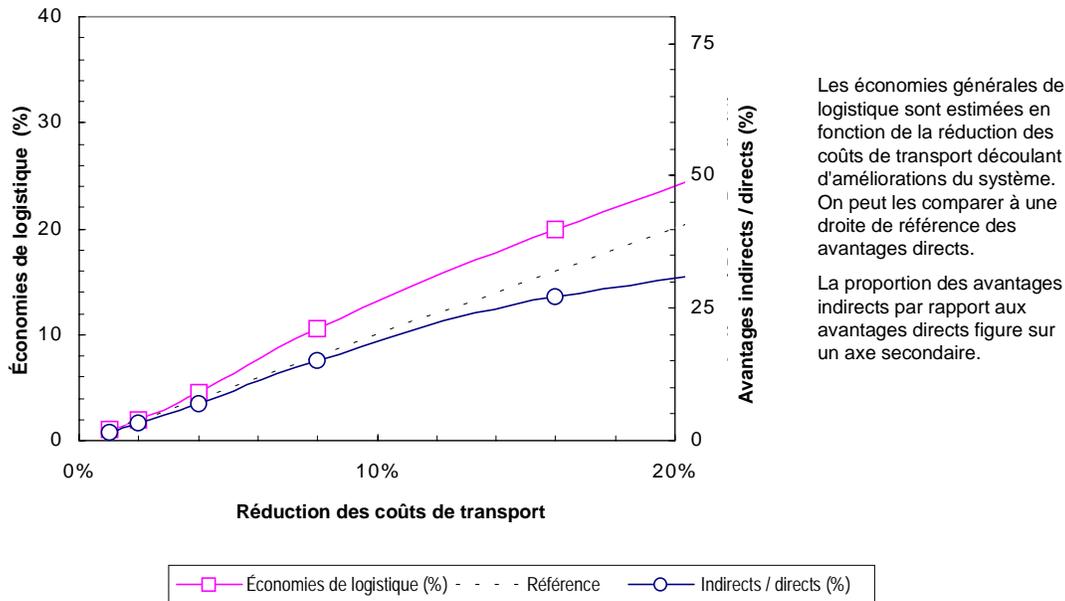


Figure 1 : Effet d'une amélioration du transport sur les coûts de logistique

- Les avantages varient entre les industries. Celles-ci étant organisées différemment et, donc, ayant différentes structures de coûts, l'importance des gains potentiels découlant des améliorations du système de transport et des changements de politiques est variable. Les secteurs à forte intensité logistique, en particulier les industries largement tributaires du transport et ayant un faible taux de rotation des stocks, des chaînes d'approvisionnement mal intégrées et des marchés de vaste étendue géographique ont probablement le plus à gagner des améliorations du transport.

HLB mène actuellement un sondage auprès des entreprises canadiennes afin d'en savoir davantage sur l'importance du rendement du système de transport sur le plan de la logistique et de la productivité dans les différentes industries.

On ne connaît pas exactement le niveau des investissements qui sont requis pour réduire de façon notable les coûts de transport à l'échelle du système. Toutefois, nous savons que l'efficacité dans les transports a un effet amplificateur sur l'efficacité en matière de logistique. Certes, l'ampleur de cet effet dépend de la mesure dans laquelle les entreprises tirent parti des améliorations du transport en optimisant leur chaîne d'approvisionnement, mais c'est une dynamique qui, peut-être, n'est pas pleinement prise en compte dans le processus d'élaboration des politiques. L'omission de prendre en considération cet aspect est susceptible d'entraîner un sous-investissement dans le secteur des transports au Canada.

1 INTRODUCTION

« L'approvisionnement et le transport sont liés dans le succès et dans l'échec; l'histoire dépend des deux à la fois. »

Winston Churchill

La logistique occupe maintenant le devant de la scène par suite d'accords commerciaux comme l'ALÉNA, de l'explosion de l'informatique et des technologies de l'information, du développement des marchés mondiaux ayant amené nombre d'entreprises à exercer leurs activités à l'échelle du globe, et de la priorité que les entreprises accordent à la qualité et au degré de satisfaction des clients.

Dans quelle mesure les progrès récents du commerce électronique et de la logistique de pointe ont-ils contribué à la croissance de la productivité industrielle? Les investissements dans l'infrastructure et l'infostructure des transports sont-ils suffisants pour aplanir les obstacles à une telle croissance? Dans le présent document, nous examinons ces enjeux et proposons un cadre pour mesurer les avantages découlant des améliorations du système de transport au Canada.

Le commerce électronique et la gestion de la chaîne d'approvisionnement ayant enregistré des progrès considérables, il est nécessaire de mieux comprendre l'incidence de ces facteurs sur l'économie canadienne. Des services et des ressources de transport nouveaux et améliorés sont de plus en plus réclamés à mesure que les chaînes d'approvisionnement sont intégrées et qu'émergent de nouvelles modalités d'échange entre fournisseurs et clients. Il ne suffit pas au Canada d'offrir, comme il le fait actuellement, des produits de qualité croissante à des prix concurrentiels, mais il doit avoir le moyen de livrer et de distribuer ces produits de façon plus rapide et plus fiable dans toute la chaîne d'approvisionnement, tant au pays qu'à l'échelle internationale.

Puisque 90 % du transport de marchandises à l'intérieur du pays et 70 % du commerce Canada-États-Unis (en valeur) dépendent du transport par camion, le présent document s'intéresse principalement aux améliorations du réseau routier. Les concepts présentés, toutefois, s'étendent naturellement à tous les modes de transport, considérés un à un ou dans un contexte intermodal. Cette étude n'est pas une analyse approfondie des coûts et de la productivité. Dans une perspective axée sur la stratégie, elle présente la relation entre le transport et la productivité en élaborant des concepts illustrés par des exemples.

Le rapport est structuré de la façon suivante. Après la présente introduction qui examine les tendances et situe la question, la section 2 décrit un cadre micro-économique pour quantifier les avantages d'une amélioration du rendement du système de transport, notamment les effets de la réorganisation logistique connexe. La section 3 examine les travaux antérieurs ayant tenté de mesurer de tels avantages. À l'aide des meilleures données disponibles, les avantages généraux sont estimés selon divers scénarios. Le rapport se termine par une évaluation des effets sur le plan logistique et des gains possibles de productivité, dans le contexte de la

révision de la Loi sur les transports au Canada. Une documentation complémentaire et technique est présentée en annexe.

1.1 Évolution de la gestion de la chaîne d’approvisionnement

Selon un sondage mené par McKinsey auprès de plus de 100 fournisseurs de services logistiques, les fournisseurs les plus performants investissent dans des systèmes hautement intégrés qui englobent les chaînes d’approvisionnement internes et externes [1]. Le sondage confirme que les investissements en TI ne sont pas suffisants, à eux seuls, pour créer ou maintenir un avantage concurrentiel. Les entreprises les plus performantes utilisent des systèmes de planification et d’ordonnancement appelés ERP (planification des ressources d’entreprise). Ces systèmes comprennent des fonctions qui permettent d’optimiser la gestion des entrepôts, la gestion des commandes et des stocks et la planification des chargements. Les investissements en TI ont permis d’accélérer considérablement la rotation des stocks, entraînant une réduction des coûts globaux et un meilleur service. De plus en plus, toutefois, les capacités des systèmes de transport représentent un frein aux gains potentiels offerts par les systèmes ERP.

La conception de la chaîne d’approvisionnement peut sûrement être considérée comme un fondement de la réussite commerciale. La gestion de la chaîne d’approvisionnement est une discipline qui vise à intégrer les fournisseurs, les usines, les entrepôts, les centres de distribution et les points de vente au détail de telle sorte que les articles soient produits et livrés au bon client, au moment et à l’endroit appropriés, à un prix qui convient. L’objectif est généralement de réduire les coûts tout en accroissant les niveaux de service. Plusieurs composantes sont en jeu – chacune influant sur le coût et le niveau de service. Le processus ne vise pas à réduire des éléments de coûts particuliers, par exemple à réduire les stocks, mais plutôt à réduire les coûts du système dans son ensemble, à des niveaux de service donnés.

Une chaîne d’approvisionnement intégrée est essentielle à la réduction des coûts et à la hausse des niveaux de service. De ce point de vue, l’infrastructure peut être considérée comme aussi importante que l’infrastructure. Puisque de multiples intervenants ayant des objectifs différents et parfois contraires sont en présence, trouver la stratégie optimale pour la chaîne d’approvisionnement dans son ensemble est un défi de taille. L’objectif global de l’intégration est d’obtenir une réduction de coût bien supérieure à celle qu’on obtiendrait en permettant à chaque intervenant de la chaîne d’approvisionnement de trouver sa politique optimale. L’optimisation « séquentielle », de plus en plus, cède la place à l’optimisation « conjointe ». Des partenariats stratégiques entre fournisseurs et acheteurs ont permis l’adoption de stratégies telles que : réponse rapide, réapprovisionnement continu; planification collaborative, prévision et réapprovisionnement (CPFR); et stocks gérés par le fournisseur (VMI). La valeur de chacune de ces stratégies, basées sur l’information et la collaboration en vue de mieux apparier l’offre et la demande, est difficile à estimer. Ici, nous nous concentrons sur un élément particulier de la logistique et de la chaîne d’approvisionnement : le transport.

Le Council of Logistics Management définit la logistique comme « le processus qui consiste à planifier, à mettre en oeuvre et à contrôler le flux et l'entreposage efficaces et efficients des matières premières, des stocks en cours de fabrication, des produits finis et de l'information connexe depuis le point d'origine jusqu'au point de consommation dans le but de répondre aux exigences du client ». De vastes capitaux sont engagés dans les activités liées à la logistique. Malheureusement, il n'existe pas de statistiques officielles sur l'industrie de la logistique [2] et il existe des estimations très différentes de la taille de l'industrie. McDonald (195) cite des données gouvernementales datant de 1992 qui estiment le coût total de la logistique au Canada à 40,7 milliards de dollars, ou 7,3 % du PIB (une estimation prudente). Une proportion d'environ 40 % de ce total est attribuable au transport de marchandises, tandis que le reste est attribuable en majeure partie aux coûts des stocks et à l'entreposage. Une réduction de faible ampleur des coûts de transport non seulement engendrera des économies de coûts de transport, mais pourrait aussi modifier l'équilibre des coûts des stocks, d'entreposage et de distribution. De toute évidence, il y a beaucoup à gagner d'une gestion efficace de la chaîne d'approvisionnement.

Notre préoccupation principale est donc d'évaluer l'incidence du transport sur l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement et, par voie de conséquence, sur la productivité de l'économie dans son ensemble. Les avantages des améliorations du transport dépassent les économies conventionnelles, et la mesure de ces avantages est l'objet du présent document.

Il y a six ou sept ans, la conception de la chaîne d'approvisionnement aurait incombé, dans les entreprises, aux dirigeants chargés du transport. Les entreprises reconnaissent maintenant qu'une participation beaucoup plus vaste est nécessaire. Les dirigeants de l'exploitation surveillent les stocks, le transport et la production. Le secteur ventes et marketing intervient également par des prévisions de la demande et peut analyser l'impact des niveaux de service sur les ventes et, par conséquent, les revenus. La recherche d'information et de données sur les effets des améliorations du transport permet d'observer des incidences à de multiples niveaux. Puisque chaque entreprise a son propre réseau logistique et d'approvisionnement, l'information sur les avantages potentiels doit être recueillie à l'échelon de chacune d'elles. Il n'est pas possible d'intégrer la production, les stocks et le transport dans une même équation à tout autre échelon que celui de l'entreprise ou de segments particuliers de la chaîne d'approvisionnement.

Sur le plan stratégique, les entreprises élaborent leur réseau logistique en fonction des marchés et de l'infrastructure de transport. Elles doivent déterminer le nombre d'entrepôts à maintenir, leur emplacement, etc. Certaines de ces décisions sont modelées par les installations et ressources intermodales disponibles.

Les industries ne réagiront pas toutes de la même façon aux améliorations du système de transport. Dans le secteur des boissons gazeuses, où les coûts de transport sont énormes mais les coûts de production ne sont pas très élevés, on cherchera peut-être à réduire au minimum les distances de transport. Une réduction des coûts de transport pourrait permettre à ce secteur de regrouper des entrepôts et de réduire les stocks. Dans le secteur des ordinateurs personnels, dont les coûts de production sont élevés et qui vise avant tout à apparier l'offre et

la demande avec des niveaux de service plus élevés, la livraison au moment opportun et la fiabilité sont plus critiques. Pour ces raisons, toute étude sur la productivité de la logistique doit se faire de façon systématique, à l'échelon des entreprises.

1.2 Réorganisation logistique

L'industrie des services de logistique s'efforce d'assurer un flux efficace des produits tout au long de la chaîne d'approvisionnement [4]. Avec la déréglementation, les changements technologiques et la plus grande intégration de la production et de la distribution à travers les frontières nationales, l'importance des services de logistique ne cesse de s'accroître. Compte tenu de leur part importante dans les coûts de production, les coûts de logistique sont un facteur que les entreprises ont grandement avantage à contrôler. Dans le secteur manufacturier, les coûts internes canadiens liés à la logistique représentent entre 2 % et 10,5 % des coûts de production [5]. Dans le secteur des produits alimentaires au Canada, la logistique représente des coûts de près de 3 milliards de dollars. Les réductions des coûts de logistique ont un important impact en bout de ligne. Par exemple, si le bénéfice net sur les ventes est de 2,0 %, une réduction de 2 000 \$ des coûts de logistique équivaut à un accroissement des ventes de 100 000 \$.

Modifications de l'infrastructure des réseaux logistiques

Une entreprise peut réorganiser sa logistique de multiples façons par suite d'une baisse des coûts du transport. Elle pourrait par exemple réduire le nombre d'entrepôts et, par conséquent, accroître le recours aux services de transport. Quatre facteurs influent sur le nombre d'entrepôts qu'une entreprise décide de maintenir : coût des ventes perdues, coûts des stocks, coûts d'entreposage et coûts de transport.

Coût des ventes perdues. Le coût des ventes perdues est le facteur le plus difficile à chiffrer. En général, il baisse avec l'augmentation du nombre d'entrepôts et varie selon l'industrie, l'entreprise, le produit et la clientèle. Les autres éléments de coûts sont plus uniformes d'une entreprise et d'une industrie à l'autre.

Coûts des stocks. Les coûts des stocks augmentent avec le nombre d'entrepôts car l'entreprise maintient un stock de sécurité pour l'ensemble (ou la plupart) de ses produits à chaque endroit. Il y a augmentation de l'espace total requis.

Coûts d'entreposage. Un plus grand nombre d'entrepôts signifie qu'il faut posséder ou louer plus d'espace. Les coûts fixes de plusieurs entrepôts sont supérieurs aux coûts variables marginaux d'un moins grand nombre d'emplacements.

Coûts de transport. Les coûts de transport diminuent initialement avec le nombre accru d'emplacements, en raison de la proximité des destinations. Mais ils finissent par augmenter s'il y a trop d'entrepôts, en raison de la combinaison des coûts du transport d'arrivée et de départ.

Une entreprise cherchant à réduire au minimum les coûts totaux (somme des éléments ci-dessus) pourrait équilibrer tous les éléments de coûts en résolvant un problème de

localisation multi-installations. Lorsque, toutefois, les coûts de transport baissent (p. ex. par suite d'un investissement dans l'infrastructure routière), le coût total minimum sera généralement obtenu avec moins d'entrepôts. La nature et le moment de la réorganisation seront différents pour chaque entreprise. Les gains potentiels devront être suffisants avant qu'un taux de rendement minimal de l'investissement soit dépassé.

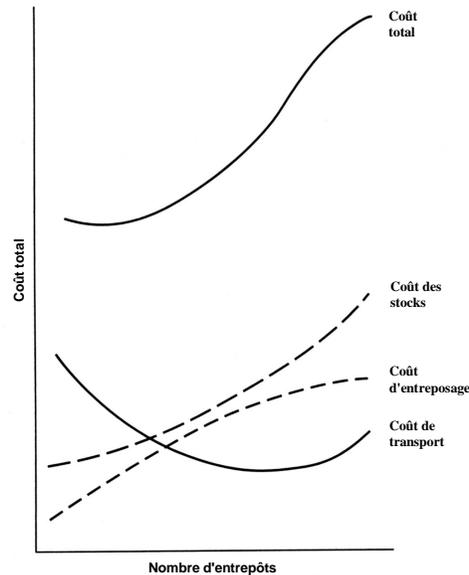


Figure 2 : Relation entre le coût de logistique total et le nombre d'entrepôts

Modifications de la politique de gestion des stocks

Une réaction plus simple et plus rapide à une réduction des coûts de transport, des durées de trajet et de la variabilité des délais de livraison consiste à modifier la politique de gestion des stocks de l'entreprise. Pour montrer l'incidence directe des durées de trajet et de leur variabilité sur le coût de logistique total, examinons le cas simple d'une entreprise ayant une usine de production centrale et un seul entrepôt, situé à l'intérieur du marché qu'elle dessert. Les relations théoriques entre le coût total et les divers éléments de coûts sont illustrées à la figure 3.

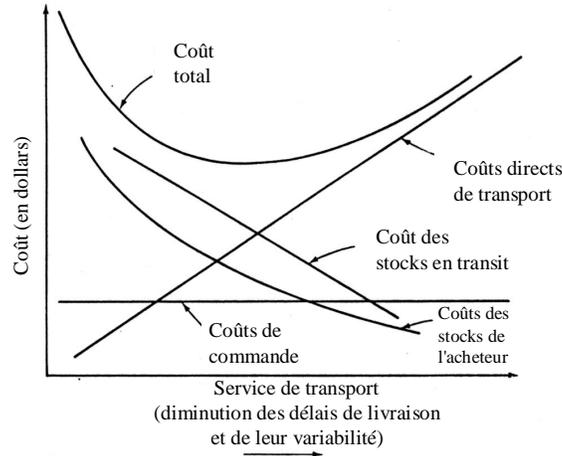


Figure 3 : Structure globale des coûts des services de transport

Lorsque les coûts directs de transport sont moins élevés, le point minimum du coût de logistique total se déplace vers la droite. Une entreprise maximisant les profits accroîtrait la demande de services de transport.

Une augmentation des durées de trajet et de la variabilité de ces durées peut être coûteuse. Les montants investis en stocks, à l'évidence, ne rapportent pas d'intérêt. Plus il faut du temps pour livrer des marchandises non durables (p. ex. fruits et légumes frais, journaux et magazines, vêtements de haute mode), plus elles se déprécient. C'est la quasi-élimination de la variabilité des durées de trajet qui rend possible la gestion des stocks juste à temps.

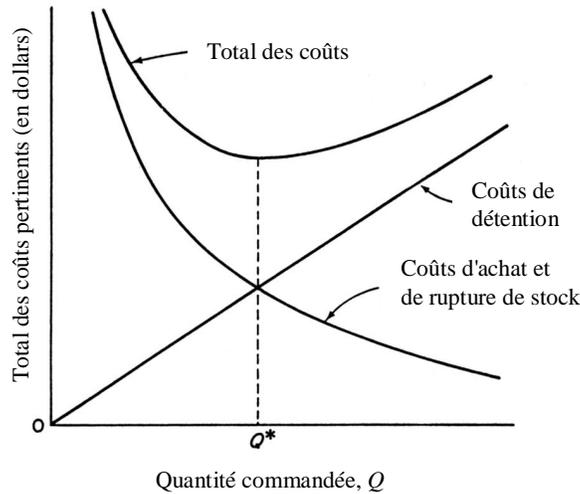


Figure 4 : Structure de base du coût des stocks

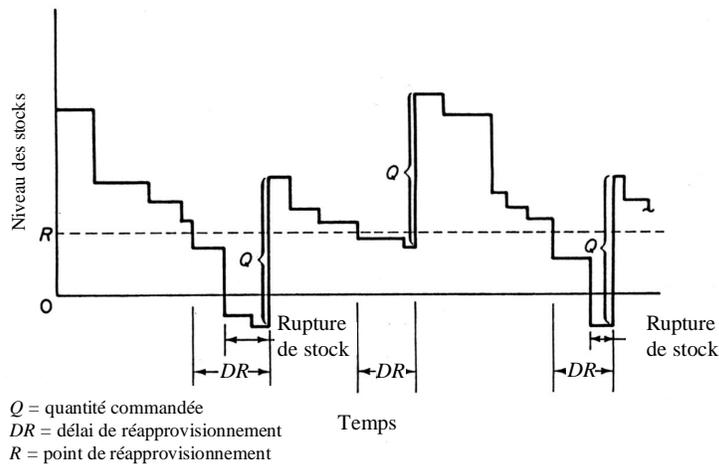


Figure 5 : Niveau des stocks selon une politique « quantité commandée fixe - intervalle de commande variable »

Les coûts de rupture de stock et de commande en souffrance¹ sont une fonction de la distribution des délais de réapprovisionnement. Ceux-ci, à leur tour, sont liés aux durées de trajet et à leur variabilité. Les réductions des durées de trajet et/ou de leur variabilité se répercutent directement sur divers éléments de coûts logistiques et peuvent déclencher une réorganisation au niveau de l'entreprise. Des délais de réapprovisionnement plus courts et plus prévisibles peuvent permettre aux entreprises d'abaisser leur point de réapprovisionnement et le niveau moyen des stocks tout en maintenant la qualité de leur service. Les coûts de détention de stocks sont alors réduits à leur tour.

Mesures liées aux stocks

La rotation des stocks est une mesure efficace du rendement de la chaîne d'approvisionnement. Simple et facile à comprendre, c'est une mesure dont les entreprises font le suivi et pour laquelle il existe des repères permettant la comparaison entre industries. L'Enquête mensuelle sur les industries manufacturières au Canada montre une baisse régulière des ratios stocks-livraisons, ce qui laisse croire que les entreprises manufacturières disposent de systèmes logistiques améliorés, sous forme de processus efficaces de production et de distribution juste à temps.

Les secteurs ayant des taux annuels moyens plus faibles de rotation des stocks ont beaucoup à gagner, car il existe une relation inverse entre la rotation des stocks et les coûts de détention [6]. Dans le secteur manufacturier, ces secteurs comprennent les textiles, le bois, la

¹ Des périodes de rupture de stock surviennent lorsqu'un produit n'est pas disponible. Ces périodes ont un effet déterminant sur le service à la clientèle. Des coûts de rupture de stock peuvent survenir lorsqu'une commande est reçue, mais que l'article n'est pas en stock. Ces coûts peuvent être des coûts de ventes perdues ou des coûts de commandes en souffrance. Les commandes en souffrance entraînent souvent un traitement additionnel et des coûts de transport si elles ne sont pas remplies par le circuit de distribution normal.

machinerie et les métaux précieux. La croissance des taux de rotation, toujours dans le secteur manufacturier, a été la plus forte dans les produits électroniques, les boissons, et les produits du pétrole et du charbon.

1.3 Rôle du commerce électronique

Le commerce électronique interentreprises représente plus de 80 % de l'ensemble du commerce électronique et sera vraisemblablement un moteur de l'activité commerciale dans l'avenir. Bien que dans ce domaine, le Canada tire de l'arrière par rapport aux États-Unis, on estime que le taux de croissance annuel composé du commerce électronique atteindra près de 68 % entre 1999 et 2004 [7]. Les observations laissent croire que l'adoption progressive du commerce électronique modifie la nature de la demande de transport.

Selon Chow [8], le commerce électronique a permis une meilleure intégration de la chaîne d'approvisionnement et impose de nouvelles exigences aux entreprises de transport en ce qui touche la technologie, les services et d'autres capacités. En facilitant la désintermédiation des participants à la chaîne d'approvisionnement, le commerce électronique modifie la nature de la demande de transport et les types de services demandés. Le partage d'information tout au long de la chaîne d'approvisionnement diminue le besoin de maintenir de vastes stocks de sécurité. Avec l'accroissement de la fiabilité des transports, le rôle des entrepôts intermédiaires diminuera, aussi bien dans les marchés industriels que dans les marchés de consommation. Il pourrait en résulter des consolidations d'entrepôts, une réduction des stocks globaux et une demande accrue de services de transport rapides et fiables.

Chow signale également que la croissance du commerce électronique entreprises-consommateurs a accru la demande de livraison à grande distance de petits colis directement aux consommateurs, sept jours par semaine. L'adoption d'un système axé sur la demande amène les entreprises à réagir davantage en fonction de la demande réelle reçue des consommateurs, ce qui entraîne une multiplication des transports de petites quantités de marchandises.

Les efforts visant à réduire au minimum les coûts de la chaîne d'approvisionnement par le biais de l'intégration se traduiront par une augmentation des transports par camions à partir de plaques tournantes. L'ampleur des répercussions, en termes de circulation et d'infrastructure, sur les routes urbaines et les plaques tournantes intermodales n'est pas encore totalement connue. Avec l'évolution vers le commerce électronique, la désintermédiation et la livraison juste à temps, il arrivera un point où le système de transport pourrait ne plus pouvoir répondre à la demande, devenant ainsi un obstacle à la croissance de la productivité.

Résumé

Les avantages des améliorations du transport ne se limitent pas à la réduction des coûts directs. Les entreprises ont la possibilité d'optimiser leur logistique en se réorganisant de façon à tirer parti de cette baisse des coûts. L'ampleur du passage à une politique axée sur le transport plutôt que sur les stocks et l'entreposage, et le moment où une telle politique sera

mise en oeuvre, varieront d'une entreprise à l'autre. Les avantages d'une amélioration du transport sont notamment les suivants :

- Économies directes dues à la réduction des coûts d'exploitation des véhicules et aux économies de temps
- Économies indirectes dues à la réduction des coûts de la logistique grâce à une rationalisation des stocks, des emplacements et des niveaux de qualité du service

L'approche systémique a toujours été un élément crucial de la logistique. La logistique est, en soi, un système. C'est un réseau d'activités interdépendantes qui visent à gérer le flux ordonné du matériel et du personnel au sein de la filière logistique. Dans la prochaine section, nous décrivons un cadre économique permettant d'estimer les avantages d'améliorations du système de transport. Ce cadre est conçu de manière à mesurer les avantages de façon exhaustive, tout en évitant les doubles comptes.

2 CADRE D'ESTIMATION DES AVANTAGES

2.1 Vue d'ensemble

HLB Decision Economics a mis au point un cadre micro-économique pour mesurer les avantages économiques des améliorations apportées au transport des marchandises. Un objectif clé était de s'assurer que ce cadre d'analyse tienne compte des gains en bien-être économique (efficacité) qui découlent de la tendance de l'industrie à adopter une « logistique de pointe », génératrice de gains de productivité, en réponse aux améliorations apportées à l'infrastructure des transports. Le cadre est structuré de façon à mesurer de façon distincte à la fois les avantages indirects et les avantages conventionnels d'une telle réorganisation.

L'effort le plus important à ce jour pour étudier les effets du stock de capital routier sur les coûts et la productivité des entreprises réside dans les travaux du professeur Ishaq Nadiri [9] de l'université de New York, parrainés par la U.S. Federal Highway Administration (FHWA). Les travaux de Nadiri ont montré que ces effets étaient significatifs. Son analyse s'intéresse à l'impact de toutes les améliorations du réseau routier (dans un système de niveau relativement élevé) sur l'ensemble des entreprises. Même si l'analyse de Nadiri n'était pas centrée sur le transport de marchandises, ce dernier est néanmoins l'un des facteurs mesurés, mais ce n'est pas le seul, car les améliorations du transport routier de voyageurs ont également des effets sur le rendement des entreprises. Quoi qu'il en soit, les travaux de Nadiri n'offrent pas une base pour estimer les avantages d'améliorations futures du transport routier de marchandises. Une approche entièrement différente est nécessaire, fondée sur les préceptes de l'analyse coûts-avantages, qui vise à estimer les avantages d'investissements proposés.

2.2 Cadre pour l'analyse économique

Les méthodes classiques des analyses coûts-avantages dans le domaine des transports ne tiennent pas compte des avantages potentiels de réorganisation. Les analyses des investissements routiers tiennent compte habituellement des avantages obtenus par les utilisateurs immédiats des routes. Ces avantages comprennent les économies de temps, la réduction des coûts d'exploitation et la diminution du coût des accidents. Les avantages des économies au chapitre du temps de transport par camion sont calculés d'après des estimations de la rémunération des chauffeurs. Dans le contexte du transport de marchandises, ce sont des avantages pour les transporteurs, qui font abstraction des avantages obtenus par les expéditeurs à titre de propriétaires des marchandises.

Les avantages obtenus vont au-delà des seules réductions des coûts d'exploitation du camionnage. L'impact sur les expéditeurs doit également être pris en compte. Dans les industries ayant des coûts de logistique relativement élevés, c'est peut-être davantage les expéditeurs que les transporteurs qui profitent le plus des améliorations du transport de marchandises. Les réductions de coûts liées au temps de transport – durées de trajet réduites

et fiabilité accrue – ont une valeur considérable pour les expéditeurs. Cette valeur doit être estimée et ajoutée aux avantages examinés dans les analyses classiques.

Le cadre complet d'analyse coûts-avantages, toutefois, ne s'arrête pas là. Il y a d'importants effets des améliorations du transport de marchandises qui s'ajoutent aux réductions de coûts immédiates pour les transporteurs et les expéditeurs. Les améliorations du système de circulation des marchandises peuvent permettre aux entreprises de modifier leur mode de fonctionnement et, ainsi, de réaliser des gains additionnels de productivité. Dans un article publié il y a plus de trente ans, Mohring [10] a appelé ce phénomène l'« effet de réorganisation ». Dans cet article fondamental, Mohring décrit le processus consistant à minimiser les coûts totaux en déterminant le mode de production qui réduit au minimum les coûts de fabrication moyens et les coûts de distribution directs. Ces travaux ont depuis été généralisés de façon à inclure l'ensemble des coûts de logistique [11].

Une amélioration du transport pourrait procurer aux entreprises des économies de densité ou d'échelle si, par exemple, cela leur permet de construire des usines, des entrepôts ou des magasins plus vastes du fait qu'elles ont accès, à partir d'une même installation, à un plus grand territoire de desserte ou d'approvisionnement. Dans une grande mesure, une entreprise réagira à une réduction des coûts de transport par une réorganisation de sa logistique. L'entreprise transportera les marchandises sur de plus longues distances, utilisera moins d'entrepôts et maintiendra moins de stocks pour un chiffre de ventes donné. Elle achètera davantage de services de transport et réalisera des gains grâce à sa logistique améliorée. Les entreprises peuvent aussi modifier d'autres façons leur mode de fonctionnement, par exemple miser sur une réduction des coûts pour améliorer leur produit et, ainsi, accroître leurs exportations et leurs ventes.

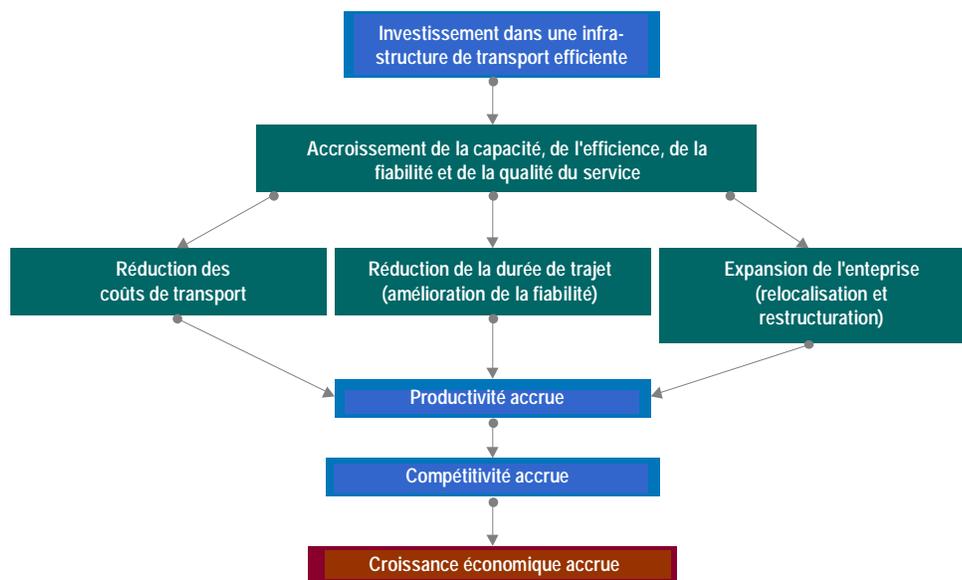


Figure 6 : Les transports dans l'économie

L'offre et la demande de transport de marchandises peuvent être examinées du point de vue des consommateurs de ce service, c.-à-d. les expéditeurs. Les réductions de coûts causées par une amélioration peuvent être considérées comme une modification de l'offre de transport de marchandises aux expéditeurs. Leur réaction à cette modification de l'offre est déterminée par les conditions de leur demande de transport de marchandises. Cette demande reflète à la fois la demande de leurs produits sur le marché et la façon dont ils utilisent le transport de marchandises comme intrant de leurs processus de production et /ou distribution.

Les conditions de la demande sont exprimées dans une « courbe de demande ». Dans notre contexte, cette courbe montre la quantité de transport de marchandises qu'une entreprise achètera à divers « prix », inclusion faite des coûts assumés par l'expéditeur. Les positions des courbes de demande D_1 , D_2 et D_3 à la figure 7 reflètent l'évolution dans le temps de la demande de transport des expéditeurs par suite d'une amélioration du transport. La ligne verticale, D_1 , montre ce qui se passe immédiatement après l'amélioration. À ce moment, les expéditeurs ne reçoivent que des avantages de premier ordre. Avec le temps, ils peuvent modifier leur exploitation et profiter de l'amélioration en adoptant des processus de production et de distribution consommant davantage de transport. La courbe D_2 illustre les modifications de l'exploitation au bout d'une certaine période, par exemple un an. La courbe D_3 décrit des changements se produisant, disons, durant les quatre années suivantes.

La demande de transport de marchandises provenant des expéditeurs reflète à la fois la demande de leurs produits sur le marché et la façon dont ils utilisent le transport de marchandises comme intrant. Les améliorations du transport n'influent pas directement sur la demande des produits sur le marché ni, dans un premier temps, sur la façon dont les expéditeurs utilisent le transport de marchandises. Le recours au transport dépend de l'organisation logistique de base, notamment du nombre et de l'emplacement des entrepôts. Les modifications de l'entreposage exigent passablement de temps. Dans l'intervalle, toutefois, il serait possible d'accroître les fréquences de certains transports de manière à maintenir des niveaux de stocks « optimaux ».

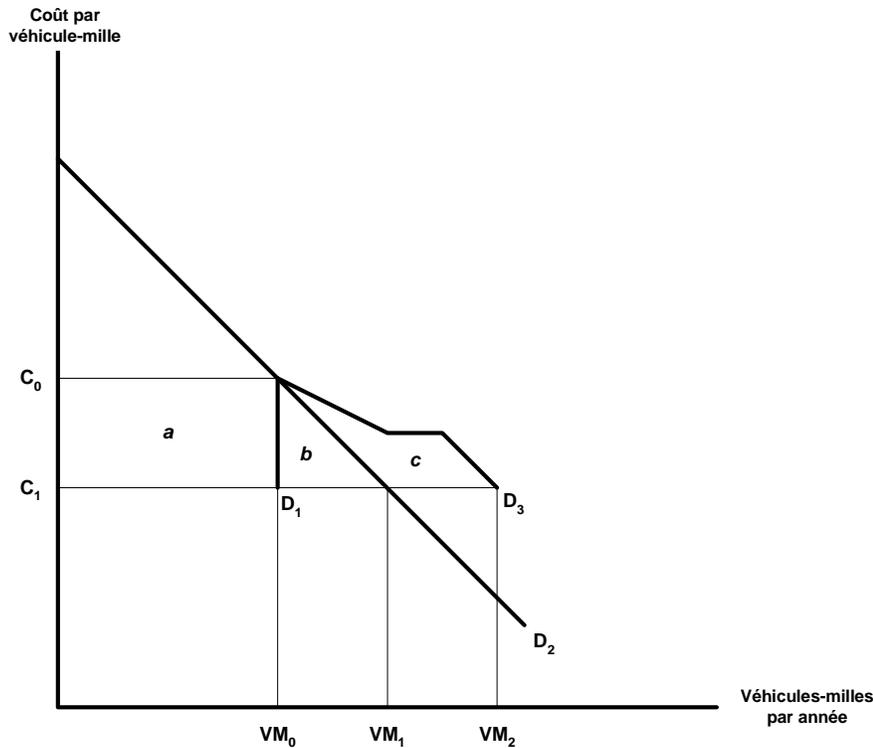


Figure 7 : Courbes de la demande de transport

Les avantages nets engendrés par l'amélioration du transport sont représentés par les surfaces a, b et c sur la figure 7. Il s'agit respectivement des avantages directs à court terme, des avantages à moyen terme dus par exemple à des rajustements des stocks, et des avantages à long terme comme ceux provenant de la réorganisation du réseau logistique. Au lieu du déplacement uniforme de la courbe de demande souvent postulé, on remarque une extension de la demande rendue possible par la réorganisation, la réduction du prix du produit et l'augmentation de la demande du produit dans le temps. Une telle approche permet d'estimer les avantages totaux avec et sans réorganisation. L'intérêt particulier de l'utilisation d'une courbe de demande simple est que celle-ci englobe tous les avantages.

Le cadre micro-économique est décrit mathématiquement à l'annexe A. Il a fait l'objet, à la FHWA, d'une évaluation par un comité de pairs formé d'économistes, qui a clairement souscrit à la base théorique du cadre, tout en soulignant les difficultés techniques que pourraient poser les mesures empiriques. L'estimation exacte de la courbe de demande à long terme pourrait notamment se révéler problématique.

2.3 Estimation des avantages

Le calcul des avantages, représenté par la variation du surplus du consommateur, est présenté à l'équation 2. Le modèle mathématique permet une mesure exhaustive des avantages de toute amélioration du système de transport, qu'elle touche l'infrastructure ou l'infrastructure, ou qu'elle résulte d'une modification des politiques ou de la réglementation.

Information requise

Pour évaluer globalement les avantages économiques engendrés par des améliorations de l'infrastructure de transport ou des modifications de politiques, il faut prendre en considération les éléments suivants :

- Coût généralisé de la logistique par unité de transport utilisée. Toutes les composantes de coût (transport, entreposage, stocks, transactions, etc.) sont incluses dans ce coût généralisé.
- Réductions du coût généralisé par suite d'une amélioration de l'infrastructure et/ou d'une modification de politique.
- Demande actuelle de transport. Celle-ci peut être exprimée par mode, par corridor, par industrie ou sous forme agrégée à divers niveaux. La demande de transport est évaluée par des mesures telles que kilomètres parcourus, tonnes-kilomètres ou nombre de livraisons.
- Élasticité ou réponse de la demande de transport aux variations du coût de la logistique. Cette mesure englobe à la fois les effets à court terme et les effets de substitution à long terme de l'optimisation de la logistique.
- La demande actuelle et l'élasticité étant établies, il est possible de calculer une nouvelle demande à long terme.

Une évaluation complète des avantages par mode et par secteur ne peut être réalisée dans le cadre de la présente étude. Nous avons tenté d'illustrer l'application du modèle à un secteur de l'industrie manufacturière – l'alimentation. C'est le secteur où le coût de la logistique est le plus élevé dans l'industrie manufacturière (2,8 milliards de dollars), et il compte parmi les 10 secteurs ayant la plus forte intensité logistique, c'est-à-dire le coût de logistique en proportion du coût de production. Malheureusement, il n'y avait pas de données disponibles pour établir une estimation par secteur des avantages découlant d'améliorations futures des transports.

Problèmes de mesure

Comme il a été mentionné plus haut, il n'existe pas de statistiques officielles sur l'industrie de la logistique au Canada. De telles statistiques sont difficiles à isoler parce que les services logistiques sont offerts par des entreprises appartenant à de multiples secteurs de la classification des industries, qui est la base de la plupart des données recueillies. Selon des estimations gouvernementales, le coût total de la logistique au Canada en 1992 a été de plus de 40 milliards de dollars, soit 7,3 % du PIB. Bien que certaines estimations récentes situent le marché des services logistiques à plus de 100 milliards de dollars par année [12], nous nous en tenons à l'estimation plus prudente de 7,3 % du PIB dans le présent document.

Les investissements dans le système de transport pourraient prendre diverses formes. En transport routier, on pourrait accroître la capacité d'écoulement du trafic en ajoutant des voies ou en haussant les limites de vitesse grâce à des routes plus larges et plus sécuritaires, ou encore par des routes à accès limité, de nouveaux échangeurs ou des améliorations opérationnelles ou des SIT². On pourrait assouplir les restrictions sur le poids des camions, augmenter les hauteurs de dégagement des ponts, etc. Des améliorations de nature intermodale pourraient être apportées aux installations portuaires ou douanières, de manière à régulariser et à accroître l'écoulement du trafic dans le système. Toutes ces améliorations peuvent se traduire par une réduction des durées de trajet et une fiabilité accrue.

Dans un sondage auprès de 1 200 entreprises de camionnage pour compte d'autrui et privées actives en Californie et à l'échelle des États-Unis, Golob [13] a examiné les attitudes de l'industrie des transports envers les politiques de réduction de la congestion routière visant à rendre les mouvements de marchandises plus rapides et plus fiables. L'article désignait six catégories de politiques d'atténuation de la congestion : installations réservées au camionnage, meilleure gestion du trafic, efficacité opérationnelle améliorée, optimisation des priorités urbaines, capacité routière accrue et péages à la congestion. Dans le présent document, nous ne faisons pas de distinctions entre les initiatives particulières. Nous nous intéressons avant tout aux effets nets de durées de trajet plus courtes, d'une fiabilité accrue et de coûts de transport plus faibles.

En résumé, la stratégie de la plupart des entreprises dans leurs efforts de restructuration consistera à réduire les coûts au minimum pour une qualité de service donnée. Avec de l'information de base sur leur réponse, il est possible d'estimer les avantages résultant des améliorations du réseau routier, aussi bien directs qu'indirects. Dans la prochaine section, nous examinons la recherche menée pour obtenir l'information nécessaire à une estimation des bénéfices globaux.

² SIT – Système intelligent de transport

3 MÉTA-ANALYSE DE LA RÉPONSE LOGISTIQUE

Très peu d'études économiques ont été réalisées pour mesurer la relation entre l'amélioration du transport et la productivité de la logistique. À l'aide d'un modèle du processus de contrôle des stocks, Tyworth [14] a estimé les effets du temps de transit et de la fiabilité des transporteurs sur les coûts et les services logistiques. Dans des études distinctes, HLB a effectué de vastes sondages auprès de l'industrie pour estimer de façon empirique les modifications qui sont apportées à la logistique par suite d'améliorations du réseau routier.

3.1 Variations des coûts de logistique

L'étude empirique la plus complète ayant chiffré la relation entre les avantages en matière de logistique et les améliorations du transport a été menée en 1994. Dans NCHRP 2-17(4), « Measuring the relationship between freight transportation and Industry productivity » [16], HLB a utilisé des sondages et des études de cas pour estimer les avantages d'éventuelles réductions des durées de trajet.

On a soumis à un échantillon d'entreprises américaines de cinq industries des hypothèses d'améliorations du système de transport et on leur a demandé quelle serait la réponse. Pour la plupart des entreprises, une restructuration de la logistique était considérée comme économiquement avantageuse dans l'éventualité d'une réduction de 15 % à 30 % de la durée de trajet. Pour des réductions moindres, des gains directs étaient néanmoins enregistrés, les entreprises pouvant rajuster les stocks détenus et les fréquences de livraison tout en bénéficiant d'une baisse des coûts de transport. La figure 8 montre les effets sur les coûts de logistique pour une entreprise de l'échantillon.

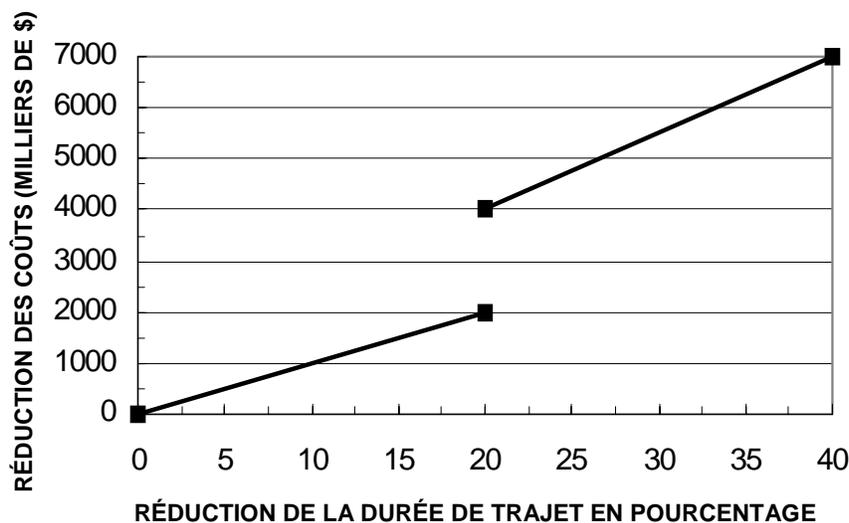


Figure 8 : Réductions des coûts de logistique en fonction des améliorations de la durée de trajet

Les résultats de cette étude, résumés dans le tableau qui suit, montrent les élasticités estimatives des coûts de la logistique par rapport à la durée de trajet, ainsi que les seuils où une restructuration est envisagée. Une observation générale est que les élasticités des coûts de logistique par rapport à la réduction de la durée de trajet semblent corrélées positivement avec les coûts de logistique en proportion des ventes. Ce résultat est conforme à l'intuition, c'est-à-dire que les entreprises à forte intensité logistique chercheront à obtenir, et obtiendront effectivement, des gains supérieurs de la réduction des coûts de transport en procédant à une restructuration. Les seuils de restructuration de l'ordre de 15 % à 30 % se sont révélés semblables d'une industrie à l'autre.

Tableau 1 – Élasticités empiriques des coûts de logistique par rapport aux améliorations de la durée de trajet

| Industrie | Coût de logistique (% des ventes) | Taille de l'échantillon (nombre d'entreprises) | Seuil de restructuration (% de réduction de la durée de trajet) | Élasticité du coût de logistique par rapport à la durée de trajet |
|---------------------------|-----------------------------------|--|---|---|
| Alimentation de détail | 1,1 - 3,2 % | 6 | | s.o. |
| Pièces d'automobile | 2,5 - 6 % | 4 | 15 - 30 % | 0,276 |
| Équipement de télécomm. | 0,7 - 1,3 % | 3 | 25 % | 0,103 |
| Équip. médic. et chirurg. | 5,8 - 8,4 % | 2 | 25 - 30 % | 0,548 |
| Produits agricoles | 5 % | 2 | s.o. | s.o. (1) |
| | | | | |
| Pièces d'automobile | | 1 | s.o. | 0,062 (2) |

(1) - Les entreprises utilisent le transport par train, par barge et par camion

(2) - Basé sur un contrôle optimal des stocks [Tyworth, 1998]

Pour sa part, Tyworth a estimé les effets de l'amélioration de la durée de trajet sur le coût et les services de logistique à l'aide d'un modèle stochastique des stocks. En se fondant sur un système optimal de gestion des stocks à revue perpétuelle, il a montré la sensibilité du coût total de la logistique et de la qualité du service à la durée de trajet et à la variabilité de la durée de trajet. Son étude de cas est représentative des entreprises de pointe dans le secteur des pièces d'automobile et pièces connexes.

L'étude démontre que les coûts de logistique sont fortement liés à la fois à la durée de trajet et à sa variabilité. La sensibilité à la durée de trajet s'accroît sensiblement pour les valeurs les plus élevées de la variabilité. La même chose existe pour les niveaux de service. Les résultats présentés reflètent des valeurs optimales des coûts de logistique et, par conséquent, représentent le meilleur cas possible. La sensibilité des coûts de logistique à des réductions de la durée de trajet et de sa variabilité est illustrée à la figure 9. Des améliorations des niveaux de service réalisables sont rendues possibles par un système de transport fiable et rapide.

Avantages d'une réduction de la variabilité des durées de trajet

Tout aussi importantes que les réductions des durées de trajet, les améliorations de la fiabilité influent à la fois sur les coûts de logistique et les niveaux de service. L'exemple de Tyworth portant sur la distribution de pièces d'automobile permet d'observer que les taux réalisables optimaux de satisfaction de la demande sont sensibles à la variation des durées de trajet. Les courbes de la figure 10 correspondent à des délais de livraison moyens de 1, 2, 3, ..., 10 jours. Les niveaux de service sont fortement sensibles à la variation des délais de livraison, notamment pour les longues durées de trajet.

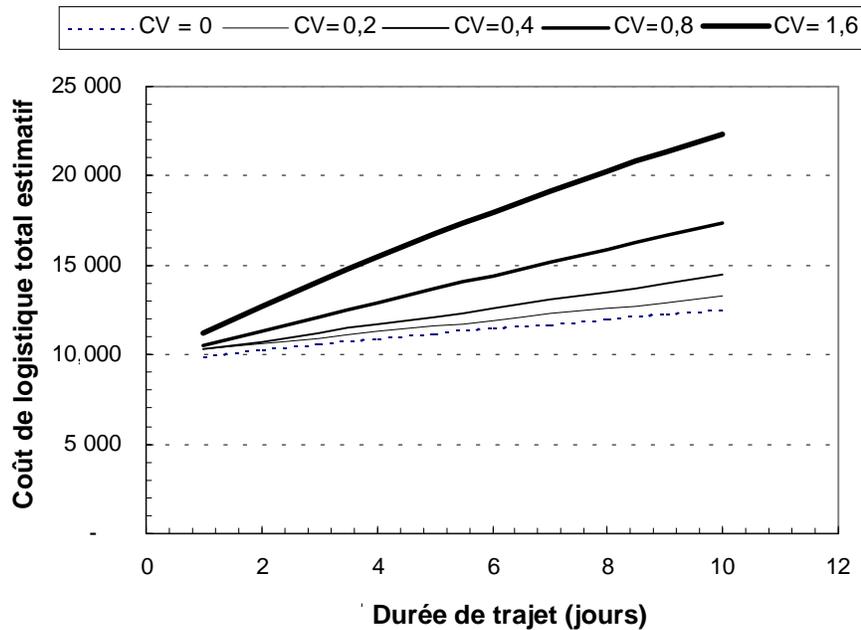


Figure 9 : Coût de logistique minimum en fonction de la durée de trajet pour divers niveaux de fiabilité³

³ La fiabilité du transport est exprimée au moyen du coefficient de variation (CV). Le CV est défini comme le quotient de l'écart type de la durée de trajet par la moyenne de la durée de trajet.

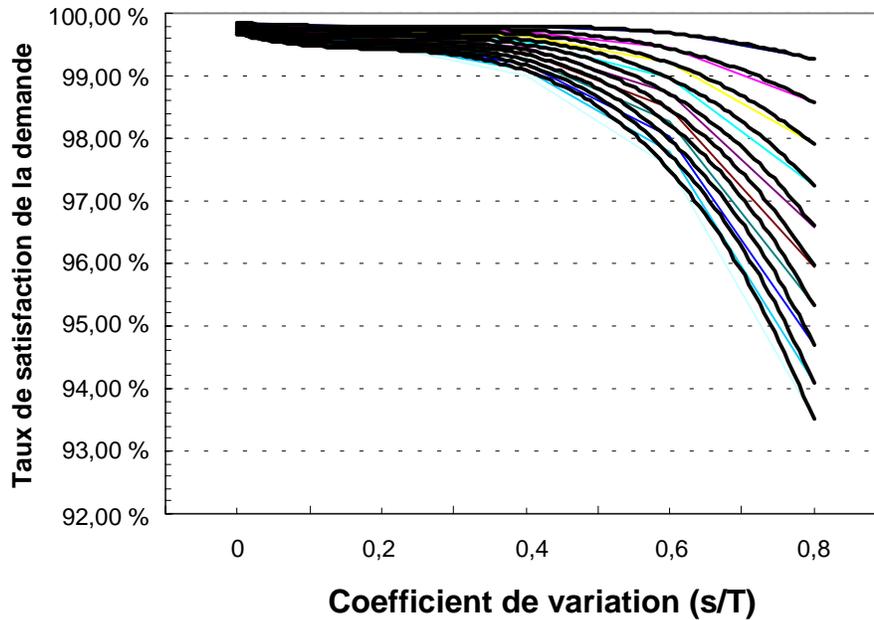


Figure 10 : Taux optimal de satisfaction de la demande en fonction de la variabilité des livraisons

En dehors des questions techniques liées à l'optimisation des processus logistiques dans un environnement stochastique, une réduction de la variabilité permet des gains beaucoup plus importants sur le plan de l'ordonnancement et de l'acheminement des ressources de transport. La compétitivité accrue résultant d'une amélioration des niveaux de service peut contribuer à hausser les ventes et à accroître la demande aussi bien des produits que des services de transport. Ces effets sont implicitement pris en compte dans le cadre.

La dernière entrée du tableau 1 ci-dessus provient des travaux de Tyworth [14]. Selon l'étude de cas traitée dans son article pour l'industrie des pièces d'automobile, une élasticité comparable est observée pour une moyenne de durée de trajet de 2 jours et une variabilité de 10 % par rapport à la moyenne. Les élasticités pour le tableau complet des durées de trajet et de la fiabilité des durées de trajet ont été calculées et sont présentées à l'annexe E. Pour les niveaux de service (taux de satisfaction de la demande), les élasticités sont négatives, ce qui signifie que des augmentations des durées de trajet et de la variabilité entraînent une réduction des taux de satisfaction de la demande pour les produits normalement tenus en stock. Cette dernière estimation d'élasticité est représentative des rajustements à moyen terme que les entreprises peuvent apporter à la gestion de leurs stocks.

Valeur du temps dans le transport de marchandises

La congestion contribue non seulement à accroître les durées de trajet, mais aussi à les rendre moins prévisibles. La non-prévisibilité peut entraver la gestion des stocks juste à temps et même faire obstacle aux processus de production tributaires du transport de marchandises. C'est pourquoi les expéditeurs attribuent une valeur en argent à la prévisibilité et à la rapidité de livraison. Une étude de HLB réalisée pour NCHRP a cherché à mesurer la valeur de la

réduction des durées de trajet et de leur variabilité [15]. L'étude s'est fondée sur un sondage de 20 transporteurs californiens appartenant à cinq groupes industriels. À l'aide d'un modèle de préférences déclarées, la valeur du temps de trajet a été estimée à un montant se situant entre 145 à 192 \$ US par heure. Par contre, un retard par rapport à l'horaire était estimé à 371 \$ US par heure. Outre les économies liées à la valeur du temps, un accroissement de la rapidité et de la fiabilité entraînerait aussi une réduction des coûts d'exploitation des véhicules. Bien que ces résultats soient fondés sur un petit échantillon, ils indiquent l'ordre de grandeur des économies. Il est intéressant de noter que la valeur attribuée au temps de retard était le double de celle attribuée à la durée du trajet.

3.2 Variations de la demande de transport

Le cadre micro-économique exige d'examiner la réponse à long terme de la demande de transport par suite d'améliorations du système de transport, et donc de réductions des coûts. L'examen le plus complet des élasticités de la demande de transport et de leurs estimations empiriques a été fait par Oum et al. [17], [18] et Goodwin [19]. Plus de soixante études publiées dans des revues spécialisées, couvrant des recherches menées pendant une période de 10 ans, ont été passées en revue.

Les estimations d'élasticité montrent une large gamme de valeurs, non seulement entre les différents groupes de produits, mais aussi à l'intérieur du même groupe selon différentes formes fonctionnelles. Les auteurs concluent qu'il est difficile de faire des généralisations de nature globale au sujet de la demande de transport. De plus, les auteurs signalent plusieurs enjeux pour les recherches futures, par exemple, la concurrence intermodale, les horizons temporels et les effets de l'agrégation.

Ces études présentent des élasticités de la demande de transport par rapport aux prix qu'on pourrait qualifier de conventionnelles. Autant que nous sachions, il n'y a pas eu d'études qui se sont penchées sur les élasticités à long terme attribuables à des modifications de la logistique ou à des effets de réorganisation. Néanmoins, nous utilisons une valeur indicative de 0,93 comme élasticité théorique à des fins de comparaison. Selon les études antérieures, les estimations de l'élasticité de la demande de transport par rapport au coût se situent entre un maximum de 1,3 et un minimum de 0,69. À des fins d'illustration, nous utilisons une valeur de 1,5 plutôt que 0,93 dans le cas de la réorganisation logistique.

Des estimations des variations de la demande de transport par suite d'une réorganisation ont également été faites dans le cadre de l'étude NCHRP 2-17(4). Pour une amélioration de la durée de trajet de 25 %, qui déclenchait une restructuration chez la plupart des entreprises, une augmentation moyenne de 13 % de la demande de transport était enregistrée. Cela indiquerait une élasticité de la demande de transport par rapport aux durées de trajet de 0,52 (13/25). Malheureusement, les coûts de transport ne sont pas directement proportionnels aux durées de trajet, de sorte que nous ne pouvons comparer ce résultat avec le précédent. Des recherches additionnelles sont requises pour quantifier ces relations.

3.3 Estimation des avantages

Une fois reconnus les effets de réorganisation qu'engendrent des améliorations des transports, l'ampleur de tels gains peut être estimée dans le contexte canadien à l'aide de notre cadre.

Résultats du modèle

Pour illustrer les concepts décrits dans le présent document, une application simple du modèle fondé sur notre cadre micro-économique a été mise au point, à l'aide de données agrégées à l'échelle nationale. Le modèle est basé sur la valeur des coûts de logistique en proportion du PIB pour l'économie canadienne. Les coûts de logistique sont répartis⁴ entre les coûts des stocks, les coûts du transport de marchandises et d'autres coûts de logistique, de la manière indiquée au tableau 2. Dans le cas du transport de marchandises, une distinction est faite entre les coûts du camionnage et ceux des autres modes. On suppose dans ce scénario que par suite d'une amélioration du transport, 10 % des entreprises continuent leurs activités sans changement et que 80 % optimisent leurs stocks pour profiter de cette amélioration.

| | Base | Effet direct | Réaction de l'entreprise | | | Totaux |
|----------------------------------|--------|--------------|--------------------------|----------------------|-----------------|--------|
| | | | Pas de chang. | Optimiser les stocks | Restructuration | |
| PIB 1999 (milliards) | 986 | | 20 % | 79 % | 1 % | |
| Pourcentage | | | | | | |
| Coûts de logistique 7,3 % | 72,0 | 71,8 | 14,4 | 56,7 | 0,7 | 71,8 |
| Stocks 36,0 % | 25,9 | 25,9 | 5,2 | | | |
| Transp. de march. 50,0 % | 36,0 | 35,8 | 7,2 | | | |
| Camionnage 57,0 % | 20,5 | 20,3 | 4,1 | | | |
| Autres 43,0 % | 15,5 | 15,5 | 3,1 | | | |
| Logistique propre 14,0 % | 10,1 | 10,1 | 2,0 | | | |
| | 72,0 | 71,8 | 14,4 | | | |
| Camions-km (millions) | 35 320 | 35 320 | 7 064 | 28 162 | 358 | 35 584 |
| Coût direct (\$/km) | 0,58 | 0,57 | 0,57 | s.o. | s.o. | s.o. |
| Coût généralisé (\$/km) | 2,038 | 2,032 | 2,032 | 2,013 | 2,005 | 2,017 |

Tableau 2 : Coûts de logistique par suite d'une réduction de 1 % du coût de transport⁵

Dans ce modèle simple, la colonne des effets directs montre les éléments de coûts qui font suite à la réduction du coût de transport. Les colonnes subséquentes présentent la ventilation des coûts selon trois catégories, c'est-à-dire leur répartition (en valeur) pour trois groupes d'entreprises : celles qui ne changeront pas leurs pratiques en matière de logistique et ne

⁴ D'après un document de service d'Industrie Canada.

⁵ La demande de transport (camions-km) provient de l'Enquête sur les véhicules au Canada, 4^e trimestre 1999 (km parcourus selon la raison du déplacement), Division des transports, Statistique Canada, octobre 2000.

réaliseront que les économies conventionnelles, celles qui vont abaisser le niveau de leurs stocks et acheteront davantage de services de transport, et enfin celles qui, pour profiter de l'amélioration du transport, restructureront leur réseau logistique. À chaque stade, il y a différentes échelles d'économies possibles. La proportion réelle d'entreprises (en valeur) dans chaque catégorie doit être mesurée pour divers niveaux d'amélioration. Il a été supposé qu'une réduction de 1 % du coût du transport inciterait 1 entreprise sur 100 à se réorganiser, 79 % à optimiser leurs stocks et 20 % à n'apporter aucun changement de nature logistique. D'après ce taux d'adaptation et les exemples d'élasticités obtenues dans le cadre d'une méta-analyse de la littérature, une réduction de 1 % du coût de transport engendrerait une réduction de 1,45 % du coût de logistique en sus de la réduction du coût de transport. Pour un PIB de 986 milliards de dollars, cela représente près de 220 millions de dollars.

Ce modèle général s'appuie sur plusieurs hypothèses simplificatrices. Les résultats obtenus doivent être considérés comme une illustration de la dynamique en cause. Il faudrait effectuer un vaste sondage auprès des entreprises pour obtenir des estimations plus exactes des avantages des améliorations du transport. Bien que le modèle ait été appliqué à l'économie canadienne totale, les gains applicables au transport urbain seront différents de ceux liés au transport régional.

En appliquant le modèle pour diverses réductions des coûts de transport à des estimations du PIB du secteur canadien de la logistique, nous obtenons des estimations des avantages conventionnels et de réorganisation tirés d'améliorations hypothétiques du système de transport.

À supposer que les entreprises ne modifient pas leur logistique, une réduction de 1 % des coûts du transport procurerait environ 100 millions de dollars d'avantages conventionnels. Si la plupart des entreprises rajustaient les niveaux des stocks pour tirer parti des délais de réapprovisionnement plus courts, la réduction globale des coûts de logistique représenterait 1,5 % du total de ces coûts. À l'extrême, avec une réduction des coûts de transport de 20 % et des améliorations connexes des durées de trajet et de la fiabilité, la réduction des coûts de logistique en sus de l'économie en coûts de transport est estimée à 24 %. Cette majoration des économies est due à une réorganisation de la logistique à long terme.

Résultats pour diverses améliorations du transport

À mesure que les coûts de transport baissent, un effet de substitution réservant davantage de place au transport qu'aux stocks et à l'entreposage s'opère. Les avantages indirects s'accroissent par rapport aux avantages directs. Grâce à une « optimisation » de la logistique, l'économie sur les coûts globaux de logistique est supérieure à la réduction du coût de l'intrant transport. La figure 11 montre une droite de référence des économies directes en comparaison des économies de logistique globales.

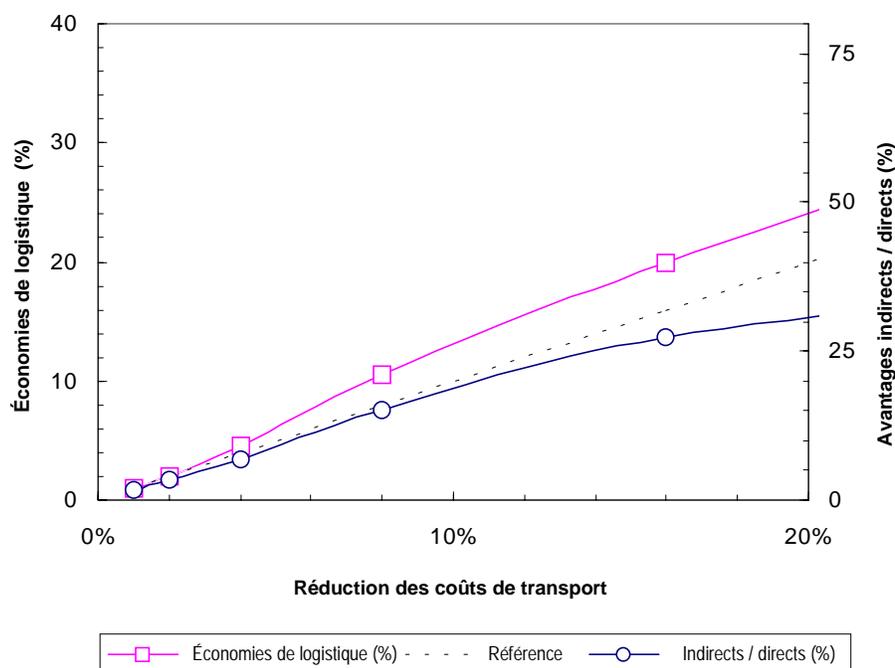


Figure 11 : Économies et avantages de logistique en fonction de la réduction des coûts de transport⁶.

Les économies générales en matière de logistique sont estimées en fonction de la réduction des coûts résultant d'améliorations du système de transport. On peut les comparer à une droite de référence des avantages directs. Sur un axe secondaire, la proportion des avantages indirects par rapport aux avantages directs est indiquée, pour refléter les limites normales de la capacité de réorganisation.

Bien que l'estimation des avantages ait porté sur des cas types comportant une baisse de la congestion et des réductions des coûts globaux du transport routier de marchandises, les mêmes concepts s'appliqueraient à tous les modes de transport.

3.4 Sondage auprès des expéditeurs

Un sondage auprès des expéditeurs a été élaboré pour mettre en lumière les préoccupations particulières de ces derniers au sujet des déficiences ou politiques relatives au système de transport susceptibles de limiter la capacité des entreprises d'adopter le commerce électronique, la logistique de pointe et d'autres modèles d'amélioration de la productivité. L'objectif du sondage était de recueillir des renseignements permettant de déterminer quelles industries profiteraient le plus d'améliorations du système de transport. Ainsi, les

⁶ Les économies générales en matière de logistique sont estimées en fonction de la réduction des coûts de transport résultant d'améliorations du système. On peut les comparer à une droite de référence des avantages directs. La proportion des avantages indirects par rapport aux avantages directs figure sur un axe secondaire.

caractéristiques clés des entreprises ayant la capacité de réaliser d'importants avantages pourraient être déterminées.

L'annexe D présente un échantillon des entreprises invitées à participer au sondage. Ces entreprises appartiennent à quatre importants secteurs de l'économie canadienne : alimentation de détail, pièces d'automobile, équipement de télécommunications, et produits agricoles et chimiques. Le sondage – adressé à la haute direction – visait à cerner les problèmes d'ordre stratégique dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement, les événements récents, l'évolution de la demande de services de transport, les obstacles à la croissance de la productivité de l'entreprise, et la réponse de l'entreprise aux améliorations du transport. Nous ne nous attendions pas à ce que les répondants fournissent de l'information exclusive ou confidentielle et, par conséquent, aucune donnée précise de performance n'était demandée.

Les interviews visaient à amasser des données sur les perceptions des répondants quant aux obstacles à la croissance de la productivité dans le domaine du transport, afin d'orienter l'analyse. De brefs sondages auprès de hauts dirigeants ne livrent pas normalement de chiffres précis qui permettraient d'alimenter le modèle des avantages. Ils indiquent plutôt le contexte dans lequel une telle analyse peut être faite et peuvent aider à focaliser les mesures empiriques.

Conception du sondage

Le sondage a été articulé autour de deux branches principales du diagramme de données présenté à l'annexe C. Des renseignements sont d'abord demandés sur les pratiques actuelles et futures de gestion de la chaîne d'approvisionnement, ainsi que sur les liens entre le commerce électronique et la capacité de l'entreprise de mettre en oeuvre des stratégies de distribution nouvelles et améliorées. La question 2 vise à déterminer comment le commerce électronique et l'évolution des pratiques de gestion de la chaîne d'approvisionnement influent sur la demande de transport. Il est important de connaître, pour ces deux aspects, aussi bien l'ampleur du changement que la nature de la nouvelle demande. La question 3 porte sur les obstacles à la mise en oeuvre d'une logistique efficiente, en raison de la congestion ou d'autres contraintes du système de transport. À la question 4, des solutions possibles sont examinées et classées par ordre d'importance. Enfin, la question 5 tente de mettre en lumière les facteurs clés dont les entreprises tiendraient compte dans l'élaboration d'un dossier d'affaires visant à améliorer leur réseau logistique, et les répercussions de ces facteurs sur leur productivité générale.

Vue d'ensemble des résultats

Malheureusement, le taux de réponse au sondage a été faible, même après des appels de suivi. Les échanges limités avec les entreprises ont confirmé les résultats présentés dans des études antérieures [13, 24].

- Les transporteurs sont davantage préoccupés par le rendement du réseau routier, bien que ce soient probablement les expéditeurs qui ont le plus à gagner. Les

transporteurs font face aux problèmes connexes au jour le jour et servent de tampon aux expéditeurs, qui n'ont pas à affronter les problèmes de livraison. Le transport n'est qu'un élément de coût dans leur chaîne d'approvisionnement.

- Les fenêtres de livraison se rétrécissent. Certaines études de cas signalent des fenêtres de livraison de 15 minutes. De façon générale, il y a un relèvement des normes d'exploitation.
- Les livraisons tardives sont coûteuses et sont principalement attribuables à la congestion routière. Parmi les problèmes particuliers signalés, notons les axes routiers du sud de l'Ontario où la congestion s'accroît. Les heures de livraison locale dans la région métropolitaine de Toronto sont difficiles à garantir. Par conséquent, les transporteurs incluent une marge dans les durées de trajet en prévision d'éventuelles congestions. Les retards peuvent être aussi élevés que 1,5 heure sur un trajet de 5,5 heures.
- La taille des stocks s'amenuise. Les expéditeurs affirment ne pas être en mesure d'implanter la « réponse rapide » en raison des heures de livraison incertaines.
- Le rendement du réseau routier influe sur les décisions d'emplacement.
- La congestion peut être source de congestion. En raison des durées de trajet accrues, un plus grand nombre de véhicules peuvent être nécessaires pour déplacer la même quantité de marchandises. La présence accrue de camions sur la route aggrave d'autant l'encombrement.
- La congestion routière pourrait devenir un enjeu plus important dans l'avenir. Puisque les stocks sont moins abondants et plus éloignés, l'évolution de la demande vers des niveaux de service supérieurs aura sans doute pour effet d'accroître la fréquence de réapprovisionnement.

Puisque le rendement du réseau routier échappe au contrôle direct des expéditeurs (si ce n'est pour l'horaire des départs et arrivées), les entreprises ont une perception restreinte et à court terme des avantages du rendement de la logistique. Il y a toutefois des exceptions notables, dont l'une est décrite ci-après.

Exemple d'une réorganisation logistique

Vers la fin des années 1980, Polaroid a décidé de centraliser ses stocks européens en misant sur le transport plutôt que l'entrepôt. Un grand nombre d'entrepôts ont été fermés⁷. Les économies brutes annuelles estimatives étaient de 6,9 millions de dollars, ainsi réparties :

- personnel d'entrepôt — 2,5 millions \$;

⁷ D'après un document de LBG.

- coûts de détention des stocks — 2,2 millions \$;
- coûts de location d'entrepôts — 1,0 million \$;
- installations et bureaux — 0,6 million \$;
- transport interne entre concessionnaires et filiales — 0,5 million \$; et
- primes d'assurance — 0,1 million \$.

Les économies annuelles nettes étaient de 6,3 millions de dollars, après soustraction de 0,6 million par année pour tenir compte de la hausse des coûts attribuable à l'entretien des systèmes informatiques et de l'accroissement du personnel d'entrepôt au siège social. Des dépenses en immobilisations de 3,0 millions de dollars ont été consacrées au nouvel équipement informatique.

Outre ces économies que Polaroid pouvait chiffrer, d'autres avantages n'ont pas été mesurés. Avant la centralisation des stocks, 69 % des commandes ne pouvaient être remplies à partir de l'endroit où elles étaient reçues, et elles étaient mises en attente jusqu'à ce qu'elles puissent être exécutées à partir d'autres emplacements. D'importants déplacements internes parmi les concessionnaires et les filiales étaient donc nécessaires pour redistribuer les stocks. Polaroid a aussi réalisé des économies non précisées sur les coûts de transport de marchandises grâce à des réductions au volume pour des livraisons groupées (en camions complets) vers des entrepôts centralisés, ainsi qu'à des réductions des tarifs de transport reflétant des économies liées à la réduction d'inefficiences des mouvements transfrontaliers.

Le cas de Polaroid illustre l'aspect central du cadre d'analyse, c'est-à-dire que les entreprises accroîtront les dépenses de transport de marchandises et achèteront plus de services connexes, tout en réduisant leurs coûts totaux de logistique, grâce à d'importantes réductions des coûts des stocks et des coûts d'entreposage. Le processus entraîne également une amélioration du service à la clientèle au sein de la chaîne d'approvisionnement.

4 CONSÉQUENCES POUR LA LOI SUR LES TRANSPORTS AU CANADA

Le présent document a décrit un cadre pour l'examen et la mesure des avantages d'améliorations du transport et de modifications des politiques, et les effets connexes sur la productivité industrielle. Bien que l'ampleur des avantages possibles ait été estimée pour l'économie canadienne dans son ensemble, il est clair qu'une estimation régionale et/ou sectorielle des avantages se révélerait utile.

Même si l'analyse a porté principalement sur le transport des marchandises par le réseau routier, les concepts de base et les conclusions générales s'appliquent à tous les modes de transport. Des améliorations dues à une intégration plus efficace du système au niveau intermodal, par exemple un meilleur accès aux installations portuaires, pourraient avoir des effets positifs sur le rendement global de la logistique.

La tendance vers l'intégration de la chaîne d'approvisionnement et la hausse résultante de la demande de transport amèneront les entreprises à rechercher les moyens de transport les plus efficaces. L'équilibre de la demande entre les différents modes de transport doit être bien compris si les décideurs veulent favoriser des gains optimaux. Par exemple, l'accès direct au transport ferroviaire dans certains secteurs manufacturiers comme la construction automobile pourrait engendrer des gains d'efficacité et, en même temps, contribuer à alléger la congestion routière.

Il est clair que des gains de productivité importants peuvent résulter des améliorations du transport, mais il reste à déterminer où il est préférable d'investir pour réaliser le maximum d'avantages. D'importantes améliorations touchant un mode de transport peuvent favoriser son adoption au détriment des autres. À qualité de service égale, le fret aérien pourrait être livré par camion, compte tenu des coûts, de la rapidité et de l'accroissement de fiabilité engendrés par les améliorations. Tandis que le présent document s'est concentré sur des avantages non mesurés dans les analyses antérieures, les coûts et les externalités devraient être pris en compte dans les analyses des investissements destinés au système national de transport.

Les analyses coûts-avantages conventionnelles portent sur les économies qui découlent directement des améliorations du transport. Par suite de la substitution de divers intrants logistiques, des effets dits de réorganisation peuvent s'exercer dans la chaîne d'approvisionnement au niveau des entreprises. Les analyses coûts-avantages conventionnelles ne saisissent pas la valeur de ces avantages indirects.

Les principaux résultats de la présente étude sont les suivants :

- Les avantages indirects sont réels. Des études de cas antérieures ont démontré sans équivoque les effets des améliorations du transport sur la logistique et les niveaux

de service. En recherchant l'équilibre entre les divers coûts (transport, stocks, entreposage et information), il est possible d'abaisser les coûts de la logistique et d'améliorer la productivité de cette dernière. Les avantages d'une réorganisation contribuent aux économies directes au titre des coûts d'exploitation des véhicules, ainsi qu'aux économies liées à la valeur du temps. Les décideurs doivent considérer ces effets de réorganisation comme des avantages légitimes pour l'industrie.

- Les avantages sont maintenant mesurables. Un cadre micro-économique pour mesurer les avantages économiques des améliorations apportées au transport des marchandises a été mis au point. Dernièrement, un groupe d'experts s'est penché sur ce cadre, qui a eu l'aval du milieu universitaire. Le cadre reflète la théorie, les concepts et les principes de développement de l'économie des transports.
- Les avantages sont importants. Comme l'indique la figure 11, des améliorations du système de transport, ou encore des modifications des politiques ou de la réglementation, qui se traduisent par une réduction de 10 % des coûts de transport pour les expéditeurs pourraient entraîner une réduction estimative de 14,5 % du coût de logistique total. Cette estimation – bien que spéculative – démontre que la réorganisation logistique peut procurer des avantages importants, au-delà des gains liés à une baisse des coûts unitaires de transport. Pour que les avantages de réorganisation puissent être compris, une vue globale de la logistique du transport, en tant qu'élément intégral de la chaîne d'approvisionnement, doit être adoptée. Les investissements dans le transport peuvent engendrer des gains bien supérieurs à la réduction des coûts de transport.
- Les avantages varient entre les industries. Celles-ci étant organisées différemment et, donc, ayant différentes structures de coûts, l'importance des gains potentiels découlant des améliorations du réseau de transport et des changements de politiques est variable. Les secteurs à forte intensité logistique, en particulier les industries largement dépendantes du transport et ayant un faible taux de rotation des stocks, des chaînes d'approvisionnement mal intégrées et des marchés de vaste étendue géographique ont le plus à gagner des améliorations du transport.

La révolution de la gestion de la chaîne d'approvisionnement et les gains de productivité qui en résultent s'appuient sur un système de transport hautement performant. Il est vrai qu'on ne connaît pas exactement le niveau et le type des investissements qui sont requis pour réduire de façon notable les coûts de transport à l'échelle du système. Toutefois, nous savons que l'efficacité dans les transports peut avoir un effet amplificateur sur l'efficacité en matière de logistique. Certes, l'ampleur de cet effet dépend de la mesure dans laquelle les entreprises tirent parti des améliorations du transport en optimisant leur chaîne d'approvisionnement, mais c'est une dynamique qui n'est pas prise en compte dans le processus traditionnel d'élaboration des politiques. Cela pourrait entraîner un sous-investissement dans le secteur des transports au Canada.

Il est clair, à la lumière de la présente étude, que la mesure des avantages et des coûts des investissements dans l'infrastructure de transport au Canada doivent faire l'objet d'analyses économiques plus approfondies. Bien que la présente analyse soit fondée sur les meilleures données disponibles pour l'estimation des élasticités, d'autres recherches empiriques devront être faites avant que les avantages d'une amélioration des mouvements de marchandises puissent être quantifiés à un degré de précision plus élevé, au niveau des différentes industries et à l'échelon des programmes et des projets.

Le gouvernement fédéral pourrait avoir un rôle à jouer dans la sensibilisation des planificateurs et décideurs des provinces et des municipalités aux avantages potentiels d'une amélioration du transport sous l'angle d'une croissance de la productivité logistique. Le gouvernement pourrait faciliter la planification conjointe des transports entre les diverses administrations, de manière à ce que les obstacles touchant la logistique et la chaîne d'approvisionnement, ainsi que les besoins particuliers de l'industrie, soient pris en considération. Une telle approche contribuera à maximiser les avantages et les gains de productivité pour l'économie canadienne.

5 BIBLIOGRAPHIE

- [1] Best practice in logistics, The McKinsey Quarterly 2000, n° 3.
- [2] Bess, I., McKeown, L., L'émergence des services logistiques : questions de mesure, Série de documents analytiques, Statistique Canada, août 1998.
- [3] McDonald, R.J. « Canada leads in logistics », Canadian Business Review, automne 1995, p. 29-32.
- [4] D. A. Quarmby, « *Developments in the Retail Market and their Effect on Freight Distribution* », Journal of Transport Economics and Policy, volume 23, numéro 1, janvier 1989.
- [5] La logistique et la gestion de la chaîne d'approvisionnement – Vue d'ensemble et perspectives, Direction générale du secteur des services et grands projets, Industrie Canada, 2000.
- [6] Lambert, D.M., Stock, J.R., Ellman, L.M., Fundamentals of Logistics Management, McGraw Hill, 1998.
- [7] International Data Corporation (IDC) Canada Ltd., Canada: The state of e-business when compared to the U.S., IDC Presentation, octobre 2000.
- [8] Chow, G., E-business and the Future of the Canadian Transport Industry, document présenté au Comité d'examen de la Loi sur les transports au Canada, septembre 2000 (projet).
- [9] Nadiri, M.I.; Mamuneas, T.P., Contribution of Highway Capital to Industry and National Productivity Growth, Research Report prepared for the US Federal Highway Administration (US DOT), septembre 1996.
- [10] Mohring, H., Williamson, H.F., « *Scale and Industrial reorganization economies of transport improvements* », Journal of Transport Economics and Policy, septembre 1969.
- [11] Cost-benefit analysis of highway improvements in relation to freight transportation: micro-economic framework, Federal Highway Administration White Paper, Final Report, HLB Decision Economics, mars 2001.
- [12] Tausz, A. « A shot in the arm for full-service logistics: Wal-mart deal legitimizes outsourcing », Modern Purchasing, août 1995.
- [13] Golob, T.F., Regan, A.C., Freight industry attitudes towards policies to reduce congestion. Transportation Research Part E 36 (2000), p. 55-77.
- [14] Tyworth, J.E., Zeng, A.Z., Estimating the Effects of Carrier Transit-time Performance on Logistics Cost and Service, Transportation Research-A, vol. 32, n° 2, p. 89-97, 1998.
- [15] NCHRP Report 431, « *Valuation of Travel-Time Savings and Predictability in Congested Conditions for Highway User-Cost Estimation* », University of California (Irvine) et HLB Decision Economics Inc., 1999.

- [16] NCHRP 2-17(4), « *Measuring the Relationship between Freight Transportation and Industry Productivity* », Final Report, HLB Decision Economics Inc., juin 1995.
- [17] Oum, T.H., Waters, W.G., Yong, J.-S., Concepts of Price Elasticities of Transport Demand and Recent Empirical Estimates, Journal of Transport Economics and Policy, mai 1992.
- [18] Oum, T.H., Alternative demand models and their elasticity estimates, Journal of Transport Economics and Policy 23 (2), 163-87, 1989.
- [19] Goodwin, P.B., A review of new demand elasticities with special reference to short and long run effects of price changes, Journal of Transport Economics and Policy, mai 1992.
- [20] NCHRP 342, « *Primer on Transportation Productivity and Economics Development* », HLB Decision Economics Inc., septembre 1991.
- [21] Roberts, P.O., Logistics Supply Chain Management: New Directions for Developing Economies, au nom de la Banque mondiale, février 1999.
- [22] Baumol, W.J., Vinod, H.D., « *An inventory theoretic model of freight transport demand* », Management Science, vol. 16, n° 7, mars 1970.
- [23] Button, K.J., Pearman, A.D., The Economics of Urban Freight Transport, Macmillan Press, 1981.
- [24] Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. Designing and Managing the Supply Chain, Irwin/McGraw Hill, 1999.

ANNEXE A. MODÈLE MICRO-ÉCONOMIQUE DES AVANTAGES

Les avantages découlant d'améliorations du transport peuvent être évalués sous forme de la variation du surplus du consommateur résultant de réductions des coûts et d'une demande de transport accrue. Sous une forme générale, on peut écrire :

$$\begin{aligned}
 Ben_{Net} &= \Delta CS \\
 &= CS_1 - CS_0 \\
 &= \left(\int_0^{q_1} p(q) dq - p_1 q_1 \right) - \left(\int_0^{q_0} p(q) dq - p_0 q_0 \right) \\
 &= \int_{q_0}^{q_1} p(q) dq - p_1 \Delta q + q_0 \Delta p
 \end{aligned} \tag{1}$$

Dans ce cas, le prix $p(q) = C(VM)$ est le coût généralisé de transport par véhicule-mille à un niveau de demande $q = VM$. Cette expression générale représente l'avantage net de l'amélioration du transport en l'absence de tarification au coût marginal.

La forme générale de l'équation (1) se décompose en avantage de réorganisation (les deux premiers termes) et en avantage conventionnel (le dernier terme).

Une façon d'évaluer l'expression ci-dessus serait de supposer une élasticité constante de la demande voisine du niveau de demande actuel. Dans la plupart des cas, cette hypothèse est plus plausible qu'une courbe de demande linéaire. Une expression générale pour une courbe d'élasticité de la demande constante est $Q = a / P^b$, où Q est la quantité qui serait vendue à un prix P et où a et b sont des constantes. Il est simple d'évaluer l'intégrale.

En résolvant, on obtient, avec une courbe d'élasticité de la demande constante :

$$Ben_{Net} = a^{1/b} \left[q_1^\rho - q_0^\rho \right] / \rho - p_1 \Delta q + q_0 \Delta p \tag{2}$$

où $\rho = \left(1 - \frac{1}{b}\right)$.

Monopole

Dans le cas d'un monopole, on peut démontrer que les avantages nets comportent à la fois un gain pour le consommateur et un gain pour le producteur. C'est vrai non seulement pour le transport, mais aussi pour d'autres marchés.

$$Ben_{Net} = \Delta CS + \Delta CS' \tag{3}$$

Le gain pour le consommateur, ΔCS , s'exprime tel que ci-dessus. Le gain pour le producteur, $\Delta CS'$, a exactement la même forme, sauf que le prix est remplacé par un revenu marginal $\frac{\partial R}{\partial q}$. Le nouveau prix qui maximise le profit monopolistique peut être approché par l'expression $B = A - \Delta C_{Log}$. Les avantages nets sont exprimés ainsi :

$$\begin{aligned} Ben_{Net} &= \Delta CS + \Delta CS' \\ &= \left(\frac{2b-1}{b} \right) \left(\frac{a}{q_0 q_1} \right)^{1/b} \left(\frac{2(b-1)q_0^{(1+1/b)} + q_1 q_0^{1/b} - (2b-1)q_1^{1/b} q_0}{(b-1)} \right) \end{aligned} \quad (4)$$

ANNEXE B. DIAGRAMME DES DONNÉES

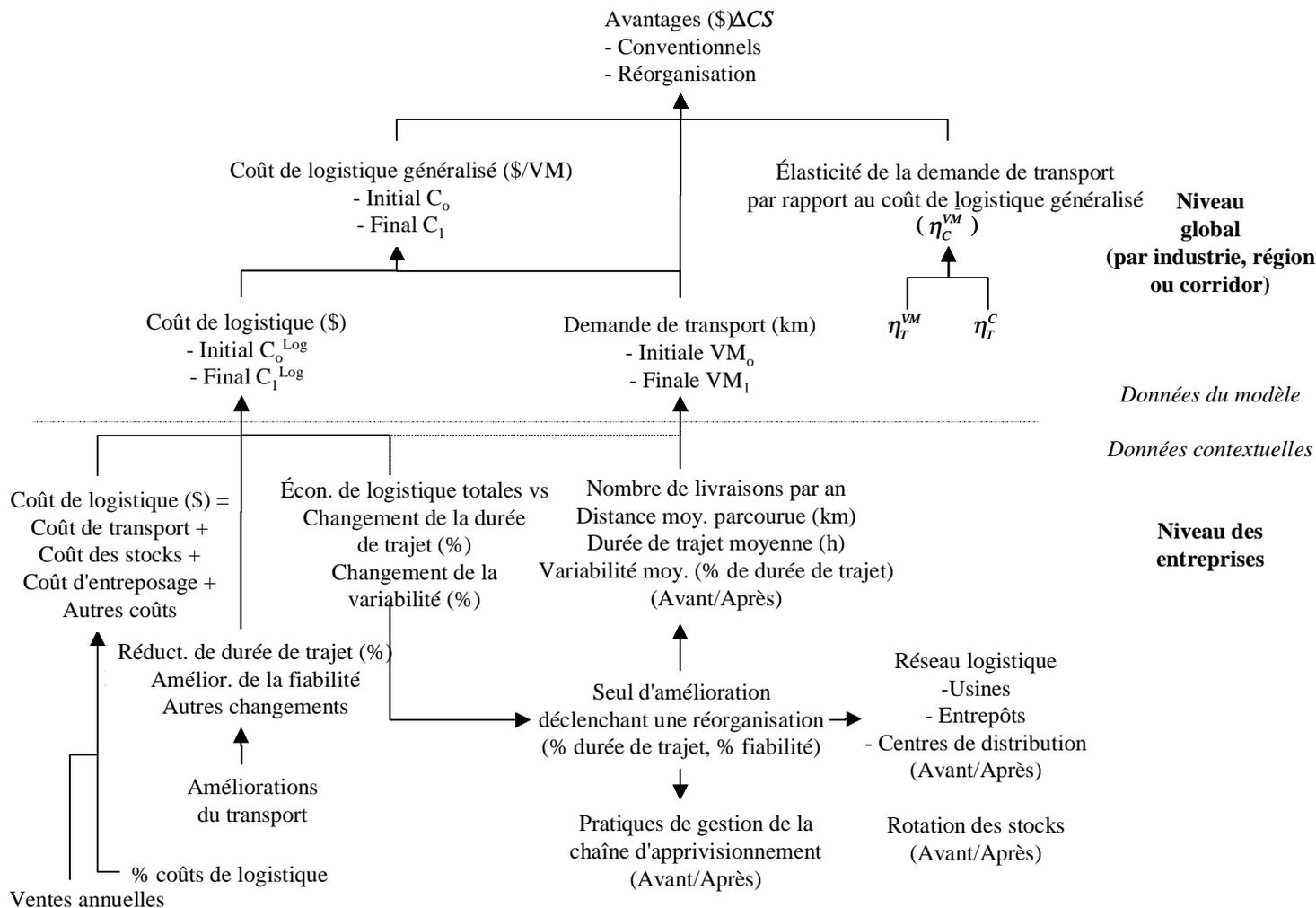


Figure 12 : Diagramme structurel du cadre micro-économique

ANNEXE C. SONDAGE AUPRÈS DES EXPÉDITEURS

Lettre d'introduction - Sondage auprès des expéditeurs

Le 2 mars 2001

Cher membre de la haute direction,

La concurrence actuelle dans les marchés mondiaux, la réduction des cycles de vie des produits et les attentes accrues des clients ont eu pour effet de centrer l'attention et les investissements sur la chaîne d'approvisionnement. En conséquence, il apparaît de plus en plus que des formes innovatrices d'intégration de la chaîne d'approvisionnement créent une demande à l'égard de services et ressources de transport nouveaux et améliorés, tant à l'intérieur du pays qu'à l'échelle internationale.

Dans le cadre de son mandat, le Comité d'examen de la Loi sur les transports au Canada (LTC) évalue dans quelle mesure la loi actuelle appuie les efforts des acteurs canadiens de l'industrie des transports pour s'adapter au nouvel environnement du commerce électronique et répondre aux exigences mondiales en matière de logistique. Le commerce électronique offre à tous les secteurs de l'industrie des transports l'occasion de devenir plus efficaces et compétitifs, et leur impose des exigences en conséquence. Dans les mémoires décrivant l'état des transports au Canada, le comité a entendu peu de points de vue précis sur des lacunes ou des politiques gouvernementales entravant en particulier le commerce électronique.

Un sondage auprès d'entreprises de premier plan est effectué pour recueillir des renseignements sur les obstacles à la croissance de la productivité, qu'ils proviennent des lois, de la réglementation, des politiques ou de l'infrastructure. Le sondage aborde trois aspects principaux : comment le commerce électronique et la logistique de pointe influent sur la demande de transport, quels sont les effets sur les exigences en matière d'infrastructure de transport, et quels seraient les facteurs clés d'un dossier d'affaires visant l'adoption de pratiques de gestion de la chaîne d'approvisionnement destinées à améliorer la productivité.

Les résultats de cette recherche seront regroupés par industrie et mis à la disposition du Comité d'examen de la LTC. Si vous acceptez de participer, soyez assuré que vos réponses seront traitées de manière strictement confidentielle. Tous les participants recevront une copie des résultats sommaires du sondage.

Si vous acceptez de participer à cet important sondage, une brève interview peut être prévue, au moment qui vous conviendra. Il suffit de nous contacter par courriel à hlb-econ@hlb-econ.com ou par téléphone au (613) 234-7575. Vous pouvez aussi nous envoyer les sondages remplis directement par télécopieur au (613) 238-6096.

Cette recherche est menée par HLB Decision Economics Inc. pour le compte du Comité d'examen de la LTC. N'hésitez pas à nous appeler si vous avez des questions. L'envoi de vos réponses d'ici le 21 avril 2001 serait appréciée. Merci de votre aide.

Cordialement,

David L. Lewis
Directeur de projet et chef de la direction
HLB Decision Economics Inc.

CONFIDENTIEL UNE FOIS REMPLI

Sondage auprès des expéditeurs
pour
l'examen de la Loi sur les transports au Canada

Interaction entre le commerce électronique, la logistique et la productivité

Questionnaire

Le temps nécessaire pour remplir ce questionnaire devrait être d'environ 15 minutes. Notez que seules des données regroupées seront présentées dans tout rapport résultant du sondage, sans identification des réponses d'entreprises particulières.

Cette recherche est menée par HLB Decision Economics Inc. pour le compte du Comité d'examen de la LTC. N'hésitez pas à nous appeler au (613) 235-7575 si vous avez des questions.

Interaction entre le commerce électronique, la logistique et la productivité pour l'examen de la Loi sur les transports au Canada

Section A – Information générale

1. Veuillez fournir l'information générale suivante :

| | | |
|--------------------------------|---------------------|-----------------|
| Nom () M. () M ^{me} | | Titre |
| Nom de l'entreprise | | |
| Adresse | | |
| Ville | Province/Territoire | Code postal |
| Téléphone () | | Télécopieur () |
| Courriel | | |

2. Combien d'employés compte votre entreprise au Canada?

1-49 50-99 100-199 200-499 500-999 1 000-9 999 10 000+ n.s.p./n.d.

3. À quelle industrie appartient votre entreprise? (*cochez toutes celles qui s'appliquent*)

- | | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Agriculture et services connexes | <input type="checkbox"/> Habillement | <input type="checkbox"/> Matériel de transport |
| <input type="checkbox"/> Mines, carrières, puits de pétrole | <input type="checkbox"/> Bois | <input type="checkbox"/> Produits électriques et électroniques |
| <input type="checkbox"/> Produits alimentaires | <input type="checkbox"/> Meubles, articles d'ameublement | <input type="checkbox"/> Produits minéraux non métalliques |
| <input type="checkbox"/> Boissons | <input type="checkbox"/> Papier et industries annexes | <input type="checkbox"/> Produits raffinés de pétrole et charbon |
| <input type="checkbox"/> Produits en caoutchouc | <input type="checkbox"/> Imprimerie, édition et industries connexes | <input type="checkbox"/> Industries chimiques |
| <input type="checkbox"/> Produits de matière plastique | <input type="checkbox"/> Métaux de première transformation | <input type="checkbox"/> Commerce de gros |
| <input type="checkbox"/> Cuir et produits connexes | <input type="checkbox"/> Fabrication des produits en métal | <input type="checkbox"/> Commerce de détail |
| <input type="checkbox"/> Textiles et produits textiles | <input type="checkbox"/> Machinerie | <input type="checkbox"/> Autre |
- Précisez : _____

4. Veuillez indiquer le nombre d'installations de production, de distribution et/ou de vente au détail que votre entreprise exploitait au Canada au cours de 2000, par province ou territoire.

Section B – Logistique et transport

Q1. Pratiques actuelles en matière de logistique.

- Votre entreprise a-t-elle implanté des processus de commerce électronique et/ou de gestion intégrée de la chaîne d’approvisionnement? Veuillez expliquer.
- Avez-vous des projets pour d’autres améliorations, et comment ceux-ci pourraient-ils influencer sur vos stratégies de distribution?

Q2. Demande de transport.

- Prévoyez-vous que votre de demande de transport (km parcourus, nombre et types de livraisons) changera par suite des récentes améliorations liées au commerce électronique ou à la logistique? Veuillez préciser.
- Exploitez-vous votre propre parc de véhicules ou confiez-vous ce service à contrat?

Q3. Obstacles à l’efficience du transport.

Des études de cas menées récemment ont montré que les entreprises peuvent réaliser des gains importants lorsqu’elles misent sur le transport plutôt que sur de vastes stocks et de multiples entrepôts.

- Dans quelle mesure considérez-vous la congestion comme un obstacle important à la réorganisation de votre logistique? (cotez sur une échelle de 1 à 5)
- Y a-t-il d’autres obstacles importants (p. ex. politiques, réglementation, infrastructure) à l’efficience de la logistique qui ne relèvent pas de votre contrôle? Veuillez expliquer.

- 1.
- 2.
- 3.

Q4. Priorités d'amélioration.

Si la congestion ou d'autres contraintes constituent des obstacles,

- Quels types d'améliorations du transport ou des politiques auraient, selon vous, l'impact le plus important pour votre entreprise? Indiquez-les en ordre de priorité.

- 1.
- 2.
- 3.

Q5. Dossier d'affaires pour une réorganisation.

- Dans quel délai réagiriez-vous aux améliorations ci-dessus?

__ moins d'un an __ 1-3 ans __ plus de 3 ans __ n.s.p./n.d.

- Quels facteurs feriez-vous intervenir dans une décision de réorganiser votre logistique?

- Quels effets pourraient en résulter sur vos coûts totaux de logistique et vos niveaux de service?

Q6. Avez-vous des commentaires additionnels sur l'une ou l'autre des questions ou tout autre sujet d'intérêt?

(veuillez indiquer le mode de transport (s'il y a lieu) pour chaque commentaire)

Merci d'avoir pris le temps de répondre à ce sondage.

Prière de retourner à :

HLB Decision Economics Inc.
99, rue Bank, bureau 400
Ottawa (Ontario) K1P 6B9
Télécopieur : (613) 238-6096
Courriel : hlb_can@achilles.net

ANNEXE D. ÉCHANTILLON D'ENTREPRISES

A. Alimentation de détail

Campbell Soup Company Ltd
Directeur national des ventes
60 Birmingham Street
Toronto (Ontario) M8V 2B8

Coca-Cola Bottling Company
Vice-président, exploitation
42 Overlea Boulevard
Toronto (Ontario) M4H 1B8

Coca-Cola Ltd.
Vice-président, ventes et gestion
des catégories
42 Overlea Boulevard
Toronto (Ontario) M4H 1B8

Dole Foods of Canada Ltd.
Directeur de la logistique
100 York Blvd., Suite 510
Richmond Hill (Ontario) L4B 1J8

General Mills Canada, Inc.
V.-p., exploitation/serv. à la
clientèle
2845 Matheson Blvd. East
Mississauga (Ontario) L4W 5K2

Grantham Foods Ltd.
Directeur général
1388 Cliveden Avenue
New Westminster (C.-B.)
V3M 6K2

H.J. Heinz Company of Canada Ltd
Directeur, logistique
Erie Street South
Leamington (Ontario) N8H 3W8

Hershey Canada Inc.
Directeur du crédit
2350 Matheson Blvd. East
Mississauga (Ontario) L4W 5E9

Kellogg Canada Inc.
Partenaire, chaîne d'approv.
6700 Finch Avenue West
Etobicoke (Ontario) M9W 5P2

McCain Foods(Canada)
A Division of McCain Foods
Limited
Directeur du transport et de la
distribution
107 Main Street
Florenceville (N.-B.) E7L 1B2

Nabisco Ltd.
Directeur de la distribution
255 Chrysler Drive
Unit 1
Brampton (Ontario) L6S 6C8

Pepsi-Cola Canada Ltd.
V.-p., développement des marchés
5205 Satellite Drive
Mississauga (Ontario) L4W 5J7

The Pepsi Bottling Group (Canada), Co.
Vice-président, ventes au détail
5205 Satellite Drive
Mississauga (Ontario) L4W 5J7

Pillsbury Canada Limited
Vice-président, ventes

675 Cochrane Drive, Suite 700
Markham (Ontario) L3R 0M7

Sucres Redpath, une division de Tate &
Lyle North American Sugars Ltd.
V.-p. distribution et DG, secteur
Québec
7400, route Transcanadienne
Ville-Saint-Laurent (Québec)
H4T 1A5

Tetley Canada Inc.
Vice-président des ventes
6725 Airport Rd., Ste. 704
Mississauga (Ontario) L4V 1V2

Unilever Canada Limited
V.-p., expansion de la clientèle
160 Bloor Street East, Suite 300
Toronto (Ontario) M4W 3W3

Weston Bakeries Limited (George
Weston)
Directeur, ventes
1425 The Queensway
Etobicoke (Ontario) M8Z 1T3

B. Pièces d'automobile

Magna International Inc.
337 Magna Drive
Aurora (Ontario) L4G 7K1

Stelco Inc.
Siège social
P.O. Box 2030
Hamilton (Ontario) L8N 3T1
Canada

Burlington Technologies Inc.
Siège social
2380 South Service Road West

Oakville (Ontario)
Canada L6L 5M9
Tél. : (905) 847-8112
Télec. : (905) 847-3748
Courriel : burltech@burltech.com
Site Web : www.burltech.com

C. Équipement de télécommunications

Nortel Networks
Siège social
8200 Dixie Road, Suite 100
Brampton (Ontario) L6T 5P6

JDS Uniphase Corporation
Siège social – Canada
570 West Hunt Club Road
Nepean (Ontario) K2G 5W8

D. Produits agricoles et produits chimiques

Agrium Inc.
Siège social et commerce de gros
13131 Lake Fraser Drive
Calgary (Alberta) T2J 7E8

Pacific Ammonia Inc.
Bureau de Vancouver
Suite 660, 1380 Burrard Street
Vancouver (C.-B.) Canada
V6Z 2H3

ANNEXE E. ÉLASTICITÉS DES COÛTS DE LOGISTIQUE

Les effets des changements des durées de trajet et de leur variabilité ont été estimés dans une étude de cas particulière sur l'industrie des pièces d'automobile réalisée par Tyworth et al. [14]. Ces travaux, basés sur un modèle optimal de gestion des stocks à revue perpétuelle, démontrent les effets de niveaux de rendement du système de transport sur les coûts de logistique et les niveaux de service.

Des élasticité représentatives ont été calculées d'après ces travaux. Ce modèle ne tient compte que du contrôle des stocks dans le cas d'un centre de production et d'un centre de distribution uniques. Il ne traite pas de la réorganisation d'un réseau logistique et de la consolidation de multiples entrepôts.

Puisque chaque entreprise a sa propre configuration logistique, les réductions de coûts devraient être obtenues au niveau de l'entreprise et étendues à l'échelle d'un corridor, d'une région ou d'une industrie.

Tableau 3 : Élasticité des coûts de logistique totaux par rapport à la durée de trajet

| μ_T | Coefficient de variation de T (σ_T / μ_T) | | | | |
|---------|--|----------|----------|----------|----------|
| | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 1,6 |
| 1 | 0,027857 | 0,032169 | 0,044914 | 0,072255 | 0,10711 |
| 2 | 0,054203 | 0,062332 | 0,085967 | 0,134773 | 0,193495 |
| 3 | 0,079159 | 0,090672 | 0,123636 | 0,189396 | 0,26464 |
| 4 | 0,102832 | 0,11735 | 0,158324 | 0,237533 | 0,32425 |
| 5 | 0,125319 | 0,142506 | 0,19037 | 0,280272 | 0,37492 |
| 6 | 0,146706 | 0,166268 | 0,220065 | 0,318475 | 0,418522 |
| 7 | 0,167071 | 0,188749 | 0,247659 | 0,352826 | 0,456438 |
| 8 | 0,186488 | 0,21005 | 0,273367 | 0,383881 | 0,489711 |
| 9 | 0,20502 | 0,23026 | 0,297376 | 0,412092 | 0,519146 |
| 10 | 0,222726 | 0,249462 | 0,319849 | 0,437832 | 0,54537 |

Tableau 4 : Élasticités des coûts de logistique totaux par rapport à la variation de la durée de trajet

| μ_T | Coefficient de variation de T (σ_T / μ_T) | | | | |
|---------|--|----------|----------|----------|----------|
| | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 1,6 |
| 1 | 0 | 0,033649 | 0,074179 | 0,174319 | 0,432274 |
| 2 | 0 | 0,032556 | 0,072751 | 0,174921 | 0,447274 |
| 3 | 0 | 0,033332 | 0,074926 | 0,181873 | 0,469886 |
| 4 | 0 | 0,033617 | 0,075846 | 0,185313 | 0,482708 |
| 5 | 0 | 0,033084 | 0,074877 | 0,184114 | 0,484618 |
| 6 | 0 | 0,031936 | 0,072479 | 0,179392 | 0,478234 |
| 7 | 0 | 0,030198 | 0,068722 | 0,171342 | 0,464104 |
| 8 | 0 | 0,028094 | 0,064093 | 0,161027 | 0,444213 |
| 9 | 0 | 0,025682 | 0,058721 | 0,148732 | 0,419008 |
| 10 | 0 | 0,02286 | 0,052377 | 0,133882 | 0,386931 |

Tableau 5 : Élasticités des taux de satisfaction de la demande par rapport à la durée de trajet

| μ_T | Coefficient de variation de T (σ_T / μ_T) | | | | |
|---------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 1,6 |
| 1 | -0,0002 | -0,000401 | -0,000902 | -0,002407 | -0,006452 |
| 2 | -0,000401 | -0,000802 | -0,001805 | -0,004827 | -0,012988 |
| 3 | -0,000601 | -0,001203 | -0,002711 | -0,007257 | -0,01961 |
| 4 | -0,000802 | -0,001605 | -0,003617 | -0,0097 | -0,026318 |
| 5 | -0,001003 | -0,002007 | -0,004526 | -0,012154 | -0,033116 |
| 6 | -0,001203 | -0,00241 | -0,005436 | -0,014621 | -0,040004 |
| 7 | -0,001404 | -0,002812 | -0,006348 | -0,017099 | -0,046985 |
| 8 | -0,001605 | -0,003215 | -0,007261 | -0,01959 | -0,05406 |
| 9 | -0,001806 | -0,003619 | -0,008176 | -0,022093 | -0,061231 |
| 10 | -0,002007 | -0,004023 | -0,009093 | -0,024608 | -0,0685 |

Tableau 6 : Élasticités des taux de satisfaction de la demande par rapport à la variation de la durée de trajet

| μ_T | Coefficient de variation de T (σ_T / μ_T) | | | | |
|---------|--|----------|----------|----------|----------|
| | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 1,6 |
| 1 | 0 | -0,00534 | -0,01278 | -0,03532 | -0,12276 |
| 2 | 0 | -0,00492 | -0,01178 | -0,03263 | -0,11349 |
| 3 | 0 | -0,00451 | -0,01081 | -0,02986 | -0,10313 |
| 4 | 0 | -0,0041 | -0,00982 | -0,02713 | -0,09365 |
| 5 | 0 | -0,00366 | -0,00874 | -0,02403 | -0,0822 |
| 6 | 0 | -0,00316 | -0,00754 | -0,0207 | -0,07035 |
| 7 | 0 | -0,00272 | -0,00649 | -0,01775 | -0,05971 |
| 8 | 0 | -0,00217 | -0,00515 | -0,01401 | -0,04672 |
| 9 | 0 | -0,00157 | -0,00372 | -0,01012 | -0,03355 |
| 10 | 0 | -0,00116 | -0,00272 | -0,00722 | -0,02309 |