
RAPPORT DE RECHERCHE PROJET COPILOTES

WG3 : CARACTERISATION ET
EVALUATION DE PERFORMANCE
DANS DES CONTEXTES
SPECIFIQUES

LIVRABLE 3.3 :

**INFLUENCE DES CONTRATS SUR LES
PERFORMANCES OPERATIONNELLES
D'UNE CHAINE LOGISTIQUE**

29/09/04

Rédactrices et rédacteurs : Alejandra Gomez-Padilla

1. Introduction

Dans les pages qui suivent, nous allons faire une présentation du contexte de la chaîne logistique spécifique étudiée, ainsi que de la modélisation de la structure de cette chaîne selon notre approche. Le contexte nous permet de mettre en évidence les défis actuels des entreprises, notamment la nécessité d'optimiser les flux physiques, financiers et informationnels. On présente également la nature interdisciplinaire de notre travail, qui est basé sur des éléments de logistique et de microéconomie. Lors de la description de la chaîne logistique étudiée, on précise quel est le rôle de la logistique dans une supply chain et notre intérêt sur la gestion des stocks. En nous focalisant sur les relations contractuelles, on met en évidence l'importance des contrats, particulièrement en termes d'engagement qu'un contrat implique et de son impact sur la coordination au niveau de l'ensemble de la chaîne. La présentation du modèle part de la description d'un problème classique : le problème du vendeur de journaux, pour ensuite exposer la problématique dans un contexte à multi périodes. Cette situation est l'objet principal de notre recherche. Les hypothèses initiales pour un régime stationnaire sont présentées. Ensuite on fait un bref description des contrats étudiés. Pour chaque contrat on présente l'équation du transfert financière entre les entreprises partenaires qu'il implique. Finalement nous présentons nos principales conclusions.

2. Contexte

Actuellement les entreprises font face à un contexte de forte concurrence, les obligeant à être plus compétitives et à créer des liens avec leurs fournisseurs et leurs clients. Pour cette raison, depuis les dernières années, les entreprises ont tendance à intégrer la coordination leurs activités tant vers l'amont que vers l'aval, afin d'assurer l'approvisionnement des matières premières, de diminuer les stocks et de rendre plus fluide le flux de production.

En effet, les entreprises cherchent à optimiser leurs systèmes d'approvisionnement et leurs méthodes de travail afin de maximiser leur bénéfice tout en satisfaisant leurs clients. Les principales exigences des clients finaux sont le prix final, la qualité et le délai de réponse. Les consommateurs sont chaque fois plus exigeants et les entreprises sont obligées d'être elles aussi chaque fois plus exigeantes avec leurs fournisseurs, et leurs fournisseurs avec leurs propres fournisseurs, etc.

Afin de formaliser leurs relations, les entreprises sont obligées de spécifier les conditions d'échange des biens ou des services pour la réalisation de leur objectif commun. En d'autres termes, les entreprises s'engagent par des contrats sachant que les décisions prises lors de cet engagement contractuel vont influencer leurs flux physiques et vise versa.

La problématique de notre recherche porte sur les relations entre un donneur d'ordres (DO par la suite) et un fournisseur (F par la suite) d'une façon interdisciplinaire. Les entreprises ont à prendre des décisions concernant les contrats et les systèmes logistiques qui gèrent leurs échanges. Les éléments utilisés pour prendre les décisions contractuelles visent à la maximisation du bénéfice (en tenant compte notamment des prix), alors que les éléments utilisés pour prendre une décision qui affecte le système logistique sont liés à la minimisation des coûts (notamment les caractéristiques des flux physiques et le stock). Nous proposons de représenter à l'aide d'un modèle cette interdépendance entre variables économiques et variables logistiques, afin de déterminer la nature de la coordination qui s'établit entre les deux entreprises.

La question générale à la base de notre travail peut alors être énoncée comme ceci : Quelles sont les conditions économiques et logistiques qui préservent le mieux les intérêts des entreprises liées par des contrats si on prend en compte simultanément les deux aspects ?

Notre analyse vise à avoir une approche interdisciplinaire du problème. Les deux grands axes de cette étude sont la logistique et l'économie. Du côté logistique, les éléments étudiés sont la gestion de stocks,

l'organisation de la production et les flux physiques et informationnels. Du côté économique, les questions abordées sont la nature des relations contractuelles et de la coordination entre les entreprises.

Plus précisément, la micro-économie s'intéresse au comportement individuel des agents économiques. Les questions qu'on se pose sont alors:

- 1) Quels sont les objectifs des agents économiques et comment expliquer leurs choix ?
- 2) De quelle manière s'opère l'allocation des ressources dans la supply chain compte tenu des comportements des agents ?

La logistique cherche à assurer l'approvisionnement des matières premières et à étudier l'optimisation des flux (physiques et informationnels) dans la chaîne logistique. Les questions qu'on se pose du point de vue logistique sont alors:

- 1) Quelle politique de gestion de stock l'entreprise est-elle amenée à mettre en place ?
- 2) Comment gérer et optimiser les stocks dans un tel contexte ?

L'originalité de ce travail sera de mener notre réflexion simultanément sur ces deux ensembles de questions.

3. Description de la chaîne logistique étudiée

3.1. Supply chain, logistique et stocks

Une supply chain est, selon la définition de APICS, « *the processes from the initial raw materials to the ultimate consumption of the finished product linking across supplier-user companies* » (2001). Dans cette optique, une supply chain consiste en un réseau d'entreprises reliées par des relations verticales. Nous considérons les relations verticales comme les relations entre entreprises à différents niveaux de la chaîne logistique, où le niveau correspond au degré de proximité avec le client final. A l'intérieur de la supply chain, une compagnie peut se situer près de la source initiale d'approvisionnements, près du marché de consommation final ou quelque part au milieu.

De nombreux travaux cherchent à présenter les différentes définitions de la supply chain et du supply chain management; ainsi que l'évolution de ces deux concepts; parmi ces travaux nous pouvons citer Tan (2001), Larson et Rogers (1998) et Croom et al. (2000).

Pour Cachon (2004), le supply chain management consiste à faire coïncider l'offre et la demande, en particulier grâce à la gestion des stocks : trop d'approvisionnement représente un investissement inefficace en capital et conduit à des coûts de manutention inutiles, alors qu'une demande non satisfaite génère un coût d'opportunité correspondant à la marge perdue (Cachon 2004 ; *Supply chain management is about matching supply and demand, particularly so with inventory management : Too much supply leads to inefficient capital investment, expensive markdowns and needless handling costs, while too much demand generates the opportunity cost of lost margins*).

Il nous semble important de bien établir la différence entre le concept de supply chain management et le concept de logistique.

Le *Council of Logistics Management*¹(CLM ; 2004) définit la logistique comme une partie du supply chain management que planifie, exécute et contrôle le flux (normal et inverse) et le stockage, efficace et effectif, de marchandises, services et de l'information relative entre le point source et le point de consommation afin de répondre aux exigences des clients (*Logistics Management is that part of Supply Chain Management that plans, implements, and controls the efficient, effective forward and reverse flow and storage of goods, services and related information between the point of origin and the point of consumption in order to meet customers' requirements*).

¹ CLM - Council of Logistics Management ; Aout 2004 ; <http://clm1.org>

On voit donc que « supply chain » est un concept plus global qui comprend un réseau d'entreprises et les activités qui les relient. Certaines de ces activités inter et intra entreprises, notamment celles concernant le stockage et les flux physique et informationnel, correspondent à la logistique.

Akbari Jokar (2001) a fait une analyse sur l'évolution du concept de logistique pour finalement déterminer quelles sont les décisions liées à la conception d'une chaîne logistique. Il a classé ces décisions en trois niveaux : stratégique, tactique et opérationnel. Selon sa définition, les décisions stratégiques déterminent la structure de la chaîne, et les décisions tactiques reposent plutôt sur les modalités de circulation des marchandises dans la structure conçue au niveau stratégique. Les décisions opérationnelles assurent à court terme la gestion de moyens et le fonctionnement quotidien de la chaîne logistique. Les décisions concernant les stocks correspondent au niveau tactique.

Les stocks sont présents partout dans les processus productifs et posent au gestionnaire de multiples problèmes : tenue d'inventaire, valorisation des stocks, problèmes physiques de stockage et de conservation, disponibilité satisfaisante dans le temps et l'espace (Giard 2003). Les stocks existent pour faire face à l'incertitude de l'approvisionnement et de la demande, ainsi que pour faire face aux aléas de production. Les types de stock sont donc aussi variés que leur nature. Selon le type de stock et les dimensions structurelles de l'entreprise, les stocks seront gérés par différentes politiques.

3.2. Importance des contrats

Un contrat est une convention, entre deux ou plusieurs personnes, ayant pour effet de créer entre elles une obligation légale. Un contrat est l'affirmation des droits et obligations de chaque partie pour des transactions (Penguin Dictionary of Economics 2003 : "*A contract is a statement of the rights and obligations of each party to a transaction or transactions*"), dans lequel les parties affectées s'accordent à réaliser ou non des actes ou des services spécifiques. Un contrat peut être oral ou écrit. Nous centrons notre attention sur les contrats en raison des fortes relations qui existent entre les flux financiers et les flux physiques qu'ils génèrent. Plus spécifiquement, nous nous intéressons à une situation type d'un contrat entre deux entreprises, une appelée « donneur d'ordres » (DO) et une « fournisseur » (F). Les deux entreprises sont membres d'une même chaîne logistique. Le contrat instaure entre les entreprises certaines obligations. Le F a l'obligation de fournir au DO une certaine quantité de produits à un certain moment et sous certains standards de qualité et l'entreprise DO a l'obligation de verser au F un certain montant financier en échange de ces produits. Mais dans pour contrats, les obligations réciproques peuvent être plus élaborées, notamment dans un souci d'efficacité de la coordination.

Les conditions économiques pesant sur les flux monétaires entre entreprises sont généralement explicitées dans les contrats liant les parties prenantes. Ces contrats sont des documents précisant l'ensemble des "engagements" entre les entreprises lors d'une relation marchande. Ces "engagements" représentent autant de "droits et devoirs" de chaque partie portant sur un ensemble plus ou moins complet et précis d'éléments jugés indispensables pour le bon déroulement de la relation marchande. En règle général, un devoir pour une partie représente un droit pour l'autre partie. Naturellement, la dimension juridique de ces contrats est importante, en permettant notamment de régler les litiges par une tierce personne, sur la base des engagements pris par les entreprises au moment de la signature du contrat (c'est pourquoi une grande partie des contrats précise également les pénalités en cas de manquement à un ou plusieurs engagements). A noter que cette dimension juridique permet d'avoir une "garantie" quant aux comportements des parties contractantes : c'est parce qu'il y a des possibilités de recours, et donc des pénalités potentielles, qu'une entreprise peut espérer que l'autre entreprise va respecter ses "engagements". En cela, un contrat représente aussi un dispositif "incitatif" pour éviter des comportements opportunistes.

Mais d'un point de vue purement économique, les contrats vont déterminer le **comportement** de chaque entreprise compte tenu de ses objectifs de rentabilité (de maximisation du profit pour reprendre les termes économiques usuels). En effet, le principal argument avancé dans la littérature est que les conditions économiques des échanges, traduites dans les contrats, déterminent les comportements des entreprises partenaires et donc l'efficacité de la **coordination** au niveau de l'ensemble de la chaîne logistique.

En effet, le fait de s'engager à fournir et à commander des quantités et à verser des montants financiers implique des prises de décisions. Décisions qui seront exprimées et établies dans le contrat. Ces décisions sont prises en vue d'atteindre certains objectifs fixés à l'intérieur de chaque entreprise. Le fait que les décisions établies de façon contractuelle satisfont simultanément les deux entreprises correspond à une situation dite de « coordination ». Si les décisions prises sont celles qui conviennent à la réalisation des objectifs de chaque entreprise, la coordination existe; si par contre, ce qui est établi dans le contrat ne permet pas de réaliser l'objectif pour une des deux entreprises, il n'y existe pas de coordination. Quand les entreprises se trouvent dans cette situation de non coordination, la « compliance » est forcée, c'est-à-dire les arrangements contractuels seront accomplis parce qu'ils sont inscrits dans le contrat, et non parce qu'ils satisfont les objectifs des deux entreprises simultanément. En effet, les termes d'un contrat (le prix ou les modalités financières par exemple) peuvent être acceptés par une entreprise même s'ils ne correspondent pas à la réalisation de ses propres objectifs. Dans ces situations, l'entreprise ne peut pas refuser les termes du contrat compte tenu de sa position et des conséquences néfastes pour elle comme la perte de réputation, l'exclusion d'un réseau plus large, etc.

Mais au-delà de la question de l'existence d'une coordination entre deux entreprises, encore faut-il s'interroger sur l'efficacité de cette coordination si elle a lieu. Par efficacité économique, on entend la réalisation d'un profit total maximum pour la chaîne logistique dans son ensemble. En d'autres termes, il faut étudier si les décisions prises individuellement par les entreprises contractantes sont compatibles (et donc coordonnent la chaîne) et correspondent à une maximisation du profit de la chaîne. En effet, quelque soit le type d'entreprise, leurs propriétaires cherchent généralement à maximiser leurs profits. Chaque entreprise cherche donc à ce que le contrat soit établi de façon à maximiser son propre profit. Etant donné que nous étudions un système formé par deux entreprises, on peut aussi considérer l'ensemble du système productif comme une seule entité dont on cherche aussi à maximiser son profit, et le profit de cet ensemble sera partagé par les deux entreprises. Par la suite on verra que c'est bien le contrat qui définit le partage de profit entre les entreprises, mais il induit surtout la maximisation ou non du profit de la chaîne.

4. Modèle

4.1. Problème initial du vendeur de journaux

Le problème du vendeur de journaux est un problème classique de recherche opérationnelle et de gestion opérationnelle d'une chaîne logistique. L'exemple couramment présenté est celui d'un kiosque où des journaux sont vendus. Le vendeur du kiosque doit commander une quantité de journaux par jour. Si le vendeur commande une quantité trop importante, il risque de retrouver à la fin de la journée avec des journaux qu'il n'aura pas vendus et qu'il ne peut pas vendre le lendemain ; il aura donc perdu le montant qu'il a payé à son fournisseur pour les journaux non vendus. Si par contre il commande une quantité trop faible, il aura certainement vendu tous les journaux à la fin de la journée, mais il n'aura pas fait autant de profit qu'il pouvait espérer s'il avait commandé plus de journaux à son fournisseur.

4.2. Problème multi période

La situation du vendeur de journaux a été étudiée dans la littérature. A partir des formulations proposées il est possible d'identifier analytiquement les décisions qui conviennent le plus aux entreprises. On peut alors se poser la question de la coordination des décisions dans un contexte multi périodes où il est possible pour les entreprises de stocker des produits.

Afin d'étudier cette situation, nous allons modéliser les comportements d'un DO et d'un F, avec une demande aléatoire sur un marché final.

Le DO commande au F à chaque période k une quantité q_k afin d'avoir une certaine quantité q disponible au début de chaque période. Le DO satisfait alors la demande du marché final avec cette quantité q qui est disponible au début de chaque période.

A la fin de la période, après que la réalisation de la demande, deux cas peuvent se présenter : soit la demande a été plus petite que la quantité disponible au début de la période, soit la demande a été plus grande. Dans le première cas, il restera une quantité en stock pour la période suivante; dans le deuxième cas on a une rupture (non satisfaction de la demande finale). La quantité en rupture peut être considérée comme des ventes perdues ou peut être différée pour la période suivante. Dans notre analyse les ventes sont définitivement perdues.

4.3. Hypothèses initiales et premiers éléments de résolution

Pour notre étude des différents contrats, on pose les hypothèses suivantes.

On considère une demande aléatoire sur un marché final, notée D , caractérisée par une fonction de densité $f(y)$ et une fonction de répartition $F(y)$.

Rappelons que dans les modèles standard du vendeur de journaux, l'objectif est de déterminer la quantité à commander par le DO à son F à chaque période. Pour notre part, il s'agit de déterminer la quantité à avoir en stock en début de chaque période.

La quantité vendue par le DO sur le marché final dépend de la quantité disponible en stock chez le DO mais aussi de la demande aléatoire sur le marché final. Cette quantité vendue est par conséquent le minimum entre la quantité disponible chez le DO et la demande : $\min(q, D)$, avec $\mu = E(D)$, l'espérance de la demande final.

La quantité vendue est donc une variable aléatoire et son espérance est notée : $S(q)$.

Compte tenu des caractéristiques de la demande final, on peut déduire :

$$S(q) = q - \int_0^q F(y) dy$$

A la fin de chaque période, après la réalisation de la demande, deux cas peuvent se produire : la demande est plus petite que la quantité commandée par le DO ou la demande est plus grande. Dans le première cas, il restera une quantité noté $I(q)$, qui représente les unités non vendus $(q - D)^+$, et dont l'espérance est donnée par :

$$I(q) = \int_0^q (q - y) f(y) dy = q - S(q)$$

Dans le deuxième cas, la quantité commandée n'est pas suffisante pour satisfaire toute la demande. Toute la quantité sera vendue mais le DO aurait pu vendre plus. Il existe donc une quantité $B(q)$ qui représente l'espérance des ventes perdues $(D - q)^+$.

$$B(q) = \int_q^{\infty} (y - q) f(y) dy = \mu - S(q)$$

Les expressions des profits :

Le profit de chaque entreprise s'écrit comme la différence entre la recette totale et le coût total. L'espérance de profit du DO est une fonction donnée par les revenus réalisés par les ventes du produit sur le marché final au prix p , moins le transfert au F noté $T(q)$.

L'espérance de profit du F est une fonction donnée par le transfert reçu du DO moins les coûts de production, avec c_s le coût de production unitaire.

Les modalités de transfert monétaire entre les deux entreprises sont spécifiques à chaque contrat. Enfin, l'espérance de profit de la chaîne est la somme des espérances des profits du DO et du F. Le caractère π désignera le profit des agents. On va utiliser le sous indice r pour le DO et s pour le F ; nous avons donc les profits du DO et du F respectivement :

$$\left. \begin{aligned} \pi_r(q) &= pS(q) - T(q) \\ \pi_s(q) &= T(q) - c_s q \end{aligned} \right\} \text{ Fonctions de l'espérance profit}$$

$\Pi(q)$ = espérance de profit de la chaîne

$$\Pi(q) = \pi_r(q) + \pi_s(q)$$

$$\Pi(q) = pS(q) - c_s q$$

La quantité optimale à avoir en stock pour la chaîne est celle qui permet à la chaîne d'avoir le profit maximal. On peut constater que cette quantité optimale est indépendante du contrat.

4.4. Contrats étudiés

4.4.1. Prix de gros

Le contrat de type «prix de gros» est celui avec lequel le DO paye au F une somme w fixe par unité commandée. Le transfert financier entre les deux entreprises de la chaîne est alors donné par :

$$T(q, w) = wq$$

4.4.2. Rachat

Le contrat de rachat est celui dans lequel le prix demandé par le F est w , mais il paie au DO une somme b par unité non vendue à la fin de la saison de ventes. Dans ce cas, le montant du transfert financier entre les deux entreprises dépend directement des ventes, aléatoires, réalisées sur le marché final.

L'espérance de transfert de la chaîne est alors donné par :

$$T(q, w, b) = bS(q) + (w - b)q$$

Afin que le DO ne puisse pas profiter du stock non-vendu, le prix de rachat b du F est plus petit que le prix d'achat w du DO : $b \leq w$.

4.4.3. Partage de revenu

Le contrat de partage de revenu est caractérisé par le fait que le F demande au DO un prix w par unité, et le DO donne au F un pourcentage de son revenu $(1 - \phi)$ et il garde ϕ , où ϕ est compris entre 0 et 1.

L'espérance de transfert de la chaîne est alors:

$$T(q, w, \phi) = wq + (1 - \phi)pS(q)$$

4.4.4. Quantité flexible

Le contrat de quantité flexible est celui dans lequel le prix demandé par le F est w , mais il rembourse au DO le minimum entre un pourcentage δ de la quantité achetée $\delta \in (0,1]$ et les unités non vendues $\min(I(q); \delta q)$. L'espérance de transfert de la chaîne est :

$$T(q, w, \delta) = w \left(q - \int_{(1-\delta)q}^q F(y) dy \right)$$

4.4.5. Rabais

Dans ce contrat, le prix demandé par le F est w par unité, mais il offre un rabais r par unité vendue au-dessus d'un seuil t . L'espérance de transfert de la chaîne avec ce contrat dépend de la position de ce seuil t par rapport à q .

$$T(q, w, r, t) = \begin{cases} wq & q < t \\ (w-r)q + r(t + \int_t^q F(y) dy) & q \geq t \end{cases}$$

Dans le premier cas ($q < t$), le modèle est identique au contrat de « prix de gros ». Dans le deuxième cas ($q \geq t$), le DO paie w moins r par unité commandée, plus r pour les premières t unités et les unités non vendues au-dessus du seuil t .

4.4.6. Remise sur quantité

Le contrat de remise sur quantité comporte un prix $w(q)$ qui sera fonction de la quantité commandée par le DO. Le transfert de la chaîne est :

$$T(q, w) = w(q)q$$

4.4.7. Réserve de capacité

Dans le cas du contrat de réserve de capacité, le DO s'engage à acheter, à chaque période, une quantité δq . Pour ce faire, le DO réserve la production de ces δq unités chez le F.

Si le DO achète finalement une quantité inférieure à δq , il doit payer un prix a pour les δq unités réservées plus un supplément b pour la capacité réservée qui est effectivement utilisée.

Si par contre, le DO achète une quantité plus grande que δq il va payer $a+b$ pour les unités réservées et utilisées, auquel se rajoute un supplément de c pour les unités qui dépassent la capacité réservée. L'espérance de transfert est donc :

$$T(q) = (a+b)\delta - b \int_0^\delta F(y) dy - c \int_\delta^q F(y) dy + c(q - \delta)$$

5. Conclusions

Dans le contexte industriel actuel caractérisé par une concurrence accrue, les entreprises doivent optimiser leurs systèmes d'approvisionnement afin de maximiser leur bénéfice tout en satisfaisant leurs clients. A cette fin, les entreprises doivent se coordonner efficacement pour limiter autant que possible les coûts et satisfaire des clients de plus en plus exigeants. Dans le présent travail, une supply chain est définie comme un ensemble d'entreprises qui sont liées verticalement non seulement par les flux physiques d'approvisionnement mais également par des flux financiers. Au-delà des questions de coordination des

politiques d'approvisionnement des entreprises partenaires, nous centrons notre attention sur les contrats en raison des fortes relations qui existent entre les flux financiers et les flux physiques qu'ils génèrent. On a mis en évidence que pour le cas du vendeur de journaux, le problème est de définir la quantité à commander à chaque période afin de faire face à l'incertitude de la demande. Dans notre approche multi-périodes, il s'agit de définir la quantité à avoir disponible en stock. Dans une approche de maximisation de profit, le type de contrat affecte le transfert financier entre les deux entreprises, et en conséquence le profit de chacune d'entre elles. Le profit global de la chaîne, par contre, n'est pas affecté par le transfert entre les entreprises. Il s'agit donc d'identifier les paramètres contractuels qui vont maximiser non seulement le profit de la chaîne (analyse globale), mais également le profit de chaque entreprise individuelle (analyse locale).

6. Bibliographie

Akbari Jokar, M.R., Sur la conception d'une chaîne logistique, Thèse Génie Industriel, INP Grenoble Laboratoire GILCO, 2001.

APICS Dictionary 9th Edition, J.F. Cox, J.H. Blackstone Jr., (eds.), The educational Society for Resource Management, Terry College of Business University of Georgia, 1998.

Cachon, G.P., Supply Chain Coordination with Contracts, in: De Kok, A.G., Grave, S.C. (eds.): Handbooks in Operations Research and Management Science, 11: Supply Chain Management: Design, Coordination and Operation, Elsevier, 2004.

Croom, S., Romano, P., Giannakis, M., Supply chain management: an analytical framework for critical literature review. *European Journal of Purchasing & Supply Management* 6, 2000.

Larson, P.D. and Rogers, D.S.: Supply Chain Management: Definitions, Growth and Approaches. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 6 (4), Fall, 1998.

Penguin Dictionary of Economics, 7th Edition, G. Bannock, R.E. Baxter et E. Davis (eds.), Penguin Books, 2003.

Tan, K. C.: A Framework of supply chain management literature. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 7, 2001.