

Modélisation d'entreprises par une approche interdisciplinaire

Alejandra GOMEZ-PADILLA¹

Résumé

Dans cet article, nous nous intéressons aux relations entre deux entreprises verticalement liées dans une filière de production. Nous nous intéressons plus précisément aux échanges entre ces deux entreprises, désignées par les termes de "donneur d'ordres" et de "fournisseur", par l'étude des flux financiers et des flux physiques qui s'établissent entre elles.

Notre objectif est de présenter cette problématique à travers une approche interdisciplinaire qui combine à la fois les approches de la micro- économie et de la logistique. Nous exposons tout d'abord le contexte général de notre travail de recherche afin d'énoncer la problématique. Nous présenterons ensuite notre approche interdisciplinaire et sur les bases précédentes, notre approche conjoint. Enfin, nous introduirons un modèle et nous présenterons les conclusions.

الملخص

نتناول في هذا المقال دراسة العلاقة بين مؤسستين مرتبطتين عموديا في إطار فرع إنتاجي. و نهتم أكثر تحديدا بدراسة المبادلات القائمة بين المؤسستين المعرفتين بالمؤسسة الآمرة و المؤسسة الموردة و ذلك من خلال دراسة التدفقات المالية و المادية القائمة بينهما. نعتمد في عرضنا لهذه العلاقة بين المؤسستين على مقاربة جديدة تجمع بين مقاربة الاقتصاد الجزيئي و المقاربة اللوجستية ، و ذلك من خلال وضعنا لنموذج رياضي لتفصيل هذه العلاقة.

Contexte général

Une entreprise peut être définie comme une unité économique autonome qui, en combinant divers facteurs de production, produit pour la vente ou distribue des biens et des services conformément à des objectifs définis par une direction personnelle ou collégiale (Grand Dictionnaire Terminologique de l'Office Québécois de la Langue Française, 2004). Une entreprise est

¹Professeur au Département d'Ingénierie Industrielle de l'Université de Guadalajara, Mexique .E-mail : alejandra.gomez@red.cucei.udg.mx

composée de plusieurs fonctions lui permettant la réalisation de son principal objectif, à savoir, la maximisation de son profit.

Actuellement les entreprises font face à un contexte de forte concurrence. Face à cette concurrence, beaucoup d'entreprises décident de renforcer les relations avec leurs fournisseurs et leurs clients afin de rester compétitives. Les entreprises ont alors tendance à intégrer de plus en plus leurs activités d'une part vers l'amont afin d'assurer l'approvisionnement des matières premières indispensables à la fabrication des biens. D'autre part, les entreprises sont amenées à gérer leurs relations vers l'aval afin de satisfaire au mieux les besoins des clients tout en diminuant leurs stocks de produits finis. En effet, les principales exigences des clients finaux sont la qualité des produits et des services, le délai de réponse et le prix final. Répondre à ces exigences nécessite pour l'entreprise de mettre en place des dispositifs organisationnels techniques mais également économiques. Pour donner un exemple, en France la grande distribution est entrée dans un débat sur l'approbation de lois permettant de porter les discussions entre les distributeurs et leurs fournisseurs en priorité sur la négociation et la réduction des prix. Les consommateurs étant de plus en plus exigeants, les entreprises sont par conséquent obligées d'être plus exigeantes avec leurs fournisseurs, et leurs fournisseurs avec leurs propres fournisseurs, etc.

Afin de formaliser ces relations, les clients et les fournisseurs sont amenés à spécifier les conditions d'échange des biens et des services. En d'autres termes, dans le cadre de ces relations, les entreprises clientes et leurs fournisseurs s'engagent par le biais de « contrats ». L'un des points centraux de notre travail porte sur le fait que les décisions prises lors de ces engagements contractuels vont influencer les flux physiques et *vice versa*. 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). Mais d'un point de vue purement micro-économique, les contrats vont déterminer le comportement de chaque entreprise compte tenu de ses objectifs de rentabilité (la maximisation du profit pour reprendre les termes économiques usuels). En effet, le principal argument avancé 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.

2. Problématique et Interdisciplinarité

La problématique de notre recherche porte sur la relation contractuelle entre un fournisseur (FO) et son client ou un donneur d'ordres (DO). Le DO doit satisfaire la demande sur le marché final d'un produit à travers son approvisionnement auprès du FO.

Trois types de flux existent simultanément entre les deux acteurs (DO et FO) et entre ces deux acteurs et les acteurs "externes" à la relation contractuelle considérée (le marché final, les fournisseurs du FO) :

- Les flux informationnels donnent le cadre de la relation entre le DO et le FO. Certaines informations sont partagées tandis que d'autres ne sont détenues que par un des deux acteurs qui peut éventuellement les partager. La connaissance de toutes les informations par les deux acteurs permettra une étude globale de la relation en l'absence d'asymétrie d'information.
- Les flux physiques concernent les produits qui seront physiquement approvisionnés par le FO vers le DO. Ces flux physiques sont déterminés à partir de l'information détenue par les deux acteurs et des conditions contractuelles.
- Les flux financiers correspondent aux transferts monétaires d'une part entre les deux acteurs et d'autre part entre ces deux acteurs et les acteurs externes. Les transferts financiers entre les deux acteurs sont également inscrits dans le cadre contractuel.

Les flux informationnels définissent le contexte de la relation DO-FO. Nous nous situons dans un cadre de partage total d'information. Dans ce cadre, les flux physiques et financiers permettent de comparer les différents types de contrats en termes de bénéfice pour chaque acteur ou de bénéfice global de la relation. Notre hypothèse de travail est que ces deux flux, physiques et financiers, sont interdépendants.

Dans ce contexte, les deux acteurs vont pouvoir se coordonner, face à la demande sur le marché final, à travers la prise de deux types de décisions :

- les décisions logistiques, liées aux flux physiques, qui visent à minimiser les coûts en agissant sur les variables logistiques notamment les stocks détenus et les quantités de réapprovisionnement.
- les décisions contractuelles, liées aux flux financiers, qui visent à maximiser le bénéfice de chaque acteur en agissant sur les prix d'achat ou du moins les modalités d'achat des quantités approvisionnées.

Nous proposons de modéliser l'interdépendance entre ces variables économiques et logistiques afin de déterminer la nature de la coordination qui peut s'établir entre le DO et le FO. En effet, nous pouvons souligner que les quantités de produits en stock chez le DO sont déterminées par les flux financiers :

- si le stock de produits n'est pas suffisant pour satisfaire la demande finale sur le marché, le DO ne pourra pas satisfaire ses clients et ainsi ne pourra pas réaliser le niveau de vente qu'il pouvait espérer.
- si le stock de produits est trop élevé, ses dépenses sont trop importantes du fait de l'achat de ces produits et des coûts occasionnés par leur stockage.

L'objectif principal de notre travail est dans un premier temps, de modéliser et d'évaluer les décisions logistiques et les décisions économiques. Dans un deuxième temps, il s'agit de prendre en compte simultanément ces deux catégories de décision dans la relation contractuelle DO-FO. Notre travail se focalisera en grande partie sur une question principale : Pour un contrat adopté, quelles sont les décisions à prendre pour chaque acteur compte tenu de ses propres intérêts, mais tout en sachant que ces décisions influencent le comportement de l'autre et par conséquence la coordination de la chaîne? Nous pouvons reprendre les termes de Cachon (2002) qui expriment clairement cette interrogation : « La performance optimale de la chaîne logistique requiert la réalisation des actions. Malheureusement, ces actions ne conviennent pas toujours aux membres de la chaîne logistique, i.e., les membres de la chaîne logistique sont concernés d'abord par l'optimisation de ses objectifs, ce qui donne comme résultat une basse performance. La performance optimale peut être acquise si les firmes se coordonnent par un contrat qui établit de paiements tels que l'objectif de chaque firme est aligné avec l'objectif de la chaîne logistique »².

² « *Optimal supply chain performance requires the execution of a precise set of actions. Unfortunately, those actions are not always in the best interest of the members in the supply*

En résumé, il s'agit d'étudier si tel ou tel contrat permet d'avoir simultanément une performance optimale pour chaque entreprise et pour la chaîne dans son ensemble, ou en d'autres termes, de dire que la coordination est efficace pour un contrat donné si elle parvient à maximiser la création de valeur pour l'ensemble de la chaîne, c'est-à-dire si les maximisations des profits individuels de chaque entreprise impliquent *de facto* le maximum de profit pour la chaîne dans son ensemble.

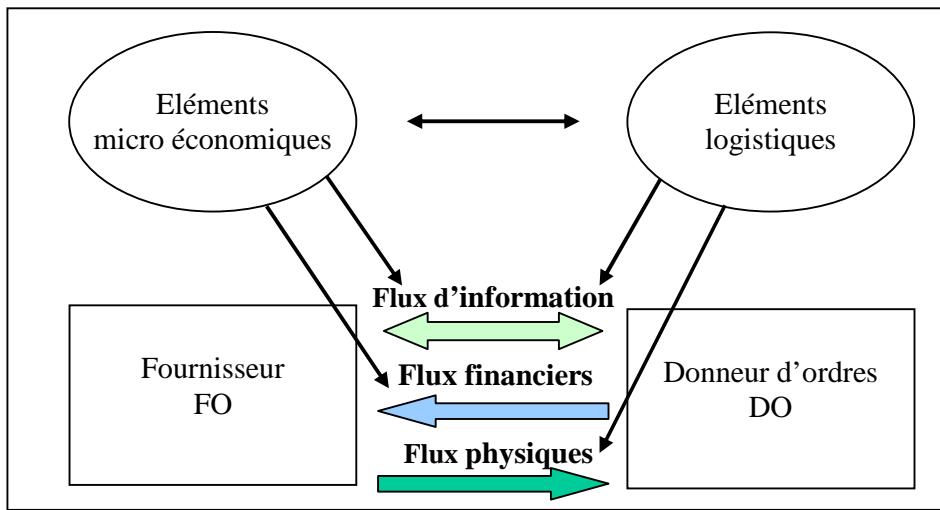
Pour aborder notre problématique de recherche énoncée précédemment, nous nous appuyons sur une approche interdisciplinaire recouvrant deux disciplines :

- la logistique, avec notamment les politiques de gestion de stocks,
- la micro-économie par l'étude des relations contractuelles et de la coordination interentreprises.

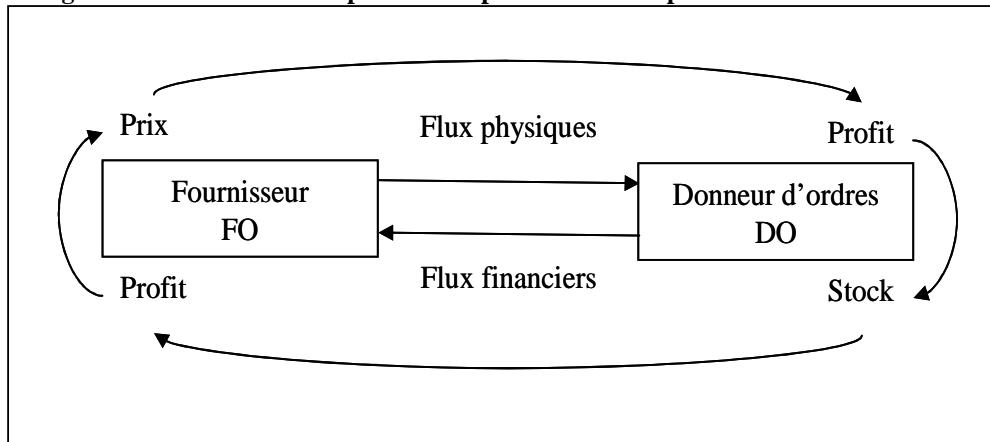
L'originalité de notre travail réside dans la proposition d'une approche globale permettant de répondre simultanément à ces interrogations. La Figure 1 présente notre approche.

chain, i.e., the supply chain members are primarily concerned with optimizing their own objectives, and that self serving focus often results in poor performance. However, optimal performance can be achieved if the firms coordinate by contracting on a set of transfer payments such that each firm's objective becomes aligned with the supply chain's objective.”

Figure 1 : Interdisciplinarité et relation DO-FO



Le profit du DO est déterminé par son niveau de stock et par les prix contractuels fixés par le FO. Le profit du FO est déterminé par les prix contractuels et par les commandes définies par le DO. Un prix contractuel bas diminuerait le profit du FO mais augmenterait le profit du DO. Un niveau de stock élevé augmenterait le profit du FO car il y aurait davantage de commandes, et risquerait de diminuer le profit du DO (stock trop important). Cette relation entre les conditions contractuelles et le profit du FO d'une part, et le profit et le stock du DO d'autre part est schématisée dans la figure 2.

Figure 2 : Relation entre le profit et les prix du FO et le profit et les stocks du DO.

Pour un contrat donné, la situation idéale pour le DO serait de commander exactement la quantité dont il aura besoin pour satisfaire la demande finale sur le marché. Mais le DO se trouve rarement dans cette situation car au moment de passer la commande au FO il possède rarement l'information relative à la demande réelle du marché. Soit il surestime cette demande, et il commande plus que nécessaire pour y répondre : il lui reste alors des pièces invendues. En termes financiers il a alors des coûts de stockage à verser mais il a le maximum de recettes par les ventes. Soit il sous estime cette demande, et la quantité commandée est insuffisante pour répondre à la demande : il n'a pas alors de frais de stockage mais il a manqué des ventes et ses recettes auraient pu être supérieures. La décision de la quantité à commander dans le contexte de demande incertaine est importante pour les entreprises pour avoir le maximum de recettes et le minimum de coûts.

3. Analyse conjoint

Pour répondre à nos interrogations, nous nous concentrerons sur deux facteurs : le flux financier entre le DO et le FO à travers le contrat et les flux physiques entre le FO et le DO à travers le stock chez le DO de façon à maximiser les profits individuels et global en agissant sur les paramètres du contrat. La Figure 3 présente le plan général organisé en trois temps : la gestion des stocks, l'analyse des contrats et une analyse conjointe contrats / stocks. Dans ce paragraphe nous explicitons notre travail et notre apport.

3.1 Approche logistique

Nos travaux se situent au niveau d'une relation DO-FO. Nous avons abordé la gestion des stocks en partant de la littérature sur l'approvisionnement dans une supply chain. Cette littérature souligne l'importance des relations entre les différents acteurs de la chaîne logistique et particulièrement entre des acteurs situés à des niveaux différents de la chaîne, à savoir un donneur d'ordres et un fournisseur dans notre cas. Nous introduisons ensuite le rôle de la fonction logistique dans ce type de supply chain et l'importance de la gestion des stocks.

Une supply chain couvre, selon la définition de APICS³, tous les processus qui mettent en relation des entreprises clients et fournisseurs, aboutissant à des produits finis à partir des matières premières (Dictionnaire APICS, 2001). Dans cette optique, une supply chain est un réseau d'entreprises reliées par des relations verticales, et parfois horizontales. Nous appelons relations verticales les relations liant des entreprises à différents niveaux de la chaîne logistique, le niveau correspond alors au degré de proximité avec le client final et les approvisionnements provenant d'une entreprise sont utilisés pour la production dans une autre entreprise dite en aval (entreprise fournisseur et entreprise client).

Le *Council of Logistics Management*⁴ (CLM ; 2004) définit la logistique comme une partie de supply chain qui planifie, exécute et contrôle le flux (normal et inverse) et le stockage, efficient 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. Le flux logistique inverse concerne les parcours des produits ou ressources après la livraison au client final y compris les retours pour réparation ou pour crédit.

A partir des définitions présentées ci-dessus, le concept de supply chain s'avère un concept plus global que celui de logistique. La « supply chain » 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 physiques et informationnelles, correspondent à la logistique. L'objet principal de la gestion de la chaîne logistique, pour

³ American Production and Inventory Control Society

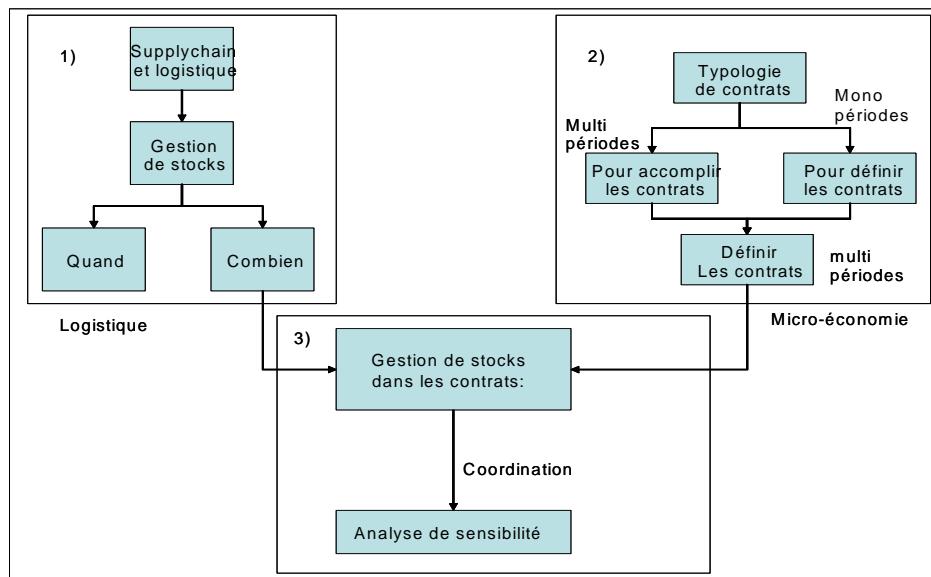
⁴ CLM - Council of Logistics Management ; Aout 2004 ; <http://clm1.org>

Cachon (2004), est de faire coïncider l'offre et la demande à l'aide d'une gestion des stocks adéquate.

Dans une relation DO-FO, la gestion des stocks dépend fortement de la demande du marché que le DO doit satisfaire. Si la demande est parfaitement connue du DO, la gestion des stocks chez le DO consiste à commander au FO les quantités juste nécessaires et à assurer la disponibilité de ces quantités au moment de la réalisation de la demande, sinon, la gestion des stocks chez le DO nécessite de définir quelles quantités commander au FO et avec quelle périodicité. Les décisions sur les quantités et les intervalles de commande sont prises avec l'objectif de minimiser les coûts. Or notre analyse de la littérature montre qu'il existe peu de travaux qui abordent ce problème de détermination des flux d'approvisionnement par la maximisation du profit.

Dans le cadre de nos travaux, nous nous situons dans le cas d'une demande modélisée par une variable aléatoire et nous travaillons sur un horizon multi périodes. L'objectif est de fixer le niveau de reconditionnement du DO par maximisation de profit et par minimisation de coûts.

Figure 3 : Plan général du travail.



3.2 Approche économique

Un contrat est une convention, entre deux ou plusieurs personnes, ayant pour effet de créer entre elles une obligation légale (Dictionnaire en ligne de l'Académie Française, neuvième édition)⁵. Un contrat est l'affirmation des droits et obligations de chaque partie pour des transactions (Penguin Dictionary of Economics 2003)⁶, dans laquelle 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. Les flux financiers nous intéressent notamment en termes de prix et des raisons qui déclenchent un transfert monétaire entre les acteurs, et les flux physiques en termes de quantités des produits échangés. Les raisons qui peuvent déclencher un flux financier entre les acteurs sont, bien évidemment, le fait que un des acteurs achète un produit, mais aussi, selon le contrat, le fait de vendre une quantité de produits, ou de ne pas la vendre. Les flux physiques se produisent quand un des agents commande une quantité; cette quantité sera transférée, pour que chaque unité soit vendue, stockée ou mise de côté comme invendu.

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 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** » par certains auteurs, (Anupindi et Bassok (2002), Cachon (2004), Larivière

⁵ <http://www.academie-francaise.fr/dictionnaire/index.html>

⁶ “A contract is a statement of the rights and obligations of each party to a transaction or transactions”.

(2002), Tsay (1999) et Weng (1999)). Selon ces auteurs, 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 a 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, nous entendons 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 établit de façon à maximiser son propre profit. Etant donné que nous étudions un système formé par deux entreprises nous pouvons aussi considérer l'ensemble du système productif comme une seule entité, dont nous cherchons aussi à maximiser son profit, et le profit de cet ensemble sera partagé par les deux entreprises.

Notre recherche bibliographique sur les relations contractuelles nous a permis de proposer une typologie (Gomez-Padilla et. al., 2005), que nous souhaitons exhaustive, des contrats pouvant régir une relation Donneurs d'ordres – Fournisseur. Nous avons construit cette typologie suivant plusieurs paramètres que nous avons identifiés et qui peuvent caractériser un contrat. Nous pouvons citer par exemple le nombre de périodes de validité du contrat, le nombre de produits, le type de demande, etc.

Une analyse de cette typologie nous a permis de dégager deux grandes familles de contrats suivant le paramètre « nombre de périodes ». La première famille concernant les contrats de type mono période se caractérise par l'absence de stock en fin de période. Le problème classique du vendeur de journaux est un exemple représentatif de ce type de contrats. La deuxième famille concernant les contrats multi périodes se caractérise par la possibilité de constituer un stock en fin de période.

Nous avons abordé l'étude des contrats, d'abord par les contrats mono période. Nous avons analysé les résultats de la littérature. Nous nous sommes appuyés sur ces travaux pour montrer l'impact des conditions contractuelles sur le partage du profit entre le DO et le FO. Dans le cas multi périodes, l'analyse bibliographique montre que la plupart de travaux considèrent le contrat comme une donnée (une contrainte) et cherchent à minimiser les coûts (en particulier de stockage et de rupture).

Nous nous intéressons aux contrats multi périodes dans une démarche semblable à celle proposée par Cachon (2002): le FO fixe les paramètres du contrat et les modalités des transferts financiers et le DO fixe son niveau de recomplètement.

3.3 Approche conjoint

Finalement nous étudions la relation DO – FO en prenant en compte conjointement le point de vue "gestion des stocks" et le point de vue "contrats".

Notre démarche a été principalement analytique et pour cela nous proposons une modélisation de la chaîne DO – FO en prenant en compte aussi bien les ventes et les conditions marchandes sur le marché final que les conditions d'approvisionnement auprès du FO.

Dans un premier temps, nous avons modélisé le profit du DO dans le cas de ventes perdues et dans le cas de ventes différencées. Les ventes sont dites différencées si la demande non satisfaite à une période donnée peut être satisfaite à la période suivante. Dans une démarche de maximisation de profit nous avons retenu le modèle par ventes perdues.

La deuxième étape d'analyse consiste à prendre en compte le contrat pour fixer les variables de décision de notre modèle de façon à maximiser le profit. Les décisions du FO concernent les prix et paramètres liés au contrat et celle du DO concerne son stock, chacun prenant en compte des décisions de l'autre. Cette étude analytique a permis de déterminer pour chaque contrat s'il peut y avoir ou pas une coordination efficace de la chaîne et si la démarche logistique de minimisation de coûts est équivalente à la démarche marchande de maximisation de profit.

Dans notre approche, nous partons du modèle d'un contrat général connu dans la littérature comme étant celui du « contrat de prix de gros ». Dans ce contrat il existe un seul prix unitaire pour le produit échangé entre le FO et le DO. Pour les autres contrats analysés, à savoir "rabais", "quantité flexible", "rachat", "partage de revenu" et "réservation de capacité", nous procérons par ajustement à partir du contrat "prix de gros" afin d'effectuer une analyse comparative d'ensemble cohérente. Le FO définit les paramètres du contrat pour rechercher un profit plus élevé que celui obtenu avec le contrat de prix de gros.

4. Présentation du modèle

Comme nous l'avons souligné ci-dessus, nous modélisons les relations entre un DO et un FO en prenant en compte deux contextes différents : les flux physiques et les flux financiers.

Le contexte pour les flux physiques est donné par le système de gestion de stock : nous nous focalisons sur une situation où la périodicité de passation de commandes est fixée et où la politique de gestion des stocks du DO est une politique de recomplètement calendaire. Le niveau de stock est évalué à la fin de chaque période et le DO commande alors la quantité nécessaire pour ramener le niveau de stock à un niveau de référence appelé niveau de recomplètement ou niveau de stock nominal. L'objectif logistique est donc de calculer le niveau de recomplètement soit en terme de minimisation de coût soit en terme de maximisation de profit. Le DO décide de son niveau de recomplètement par optimisation à partir des paramètres du contrat fixés par le FO. Ce dernier agit sur la décision du DO (le niveau de recomplètement) en fixant les paramètres du contrat.

Dans notre contexte multi périodes, nous avons modélisé les profits d'un DO et d'un FO et le profit global de la chaîne en régime stationnaire, alors les espérances de ventes $S(Q)$, de stock $I(Q)$ et de rupture $B(Q)$ sont les mêmes indépendamment de la période. La demande sur le marché final est une variable aléatoire indépendante et identiquement distribuée au long des périodes d'analyse. Le DO et le FO prennent leurs décisions sous la base d'un partage total d'information. Les variables de décision sont, pour le DO le niveau de recomplètement et pour le FO les prix et les paramètres du contrat, ou plus généralement, les conditions des transferts monétaires selon le contrat. Nous posons les hypothèses que les coûts demeurent constants, qu'il n'y a pas de restrictions de stockage chez le DO et qu'il n'y a pas de contraintes de capacité de production chez le FO. Nous faisons aussi l'hypothèse que le délai de livraison du FO au DO est nul.

Nous nous intéressons à un système avec des ventes perdues, dans lequel la question de maximisation de profit est pertinente (Gomez-Padilla, 2005). Le FO n'a pas de contraintes de capacité. Le FO a un coût de production unitaire noté c_s . Le DO fait face à une demande sur le marché final et le prix unitaire sur le marché final est p ; il a un coût de production par unité notée c_r . Le DO doit commander à la fin de chaque période une quantité pour compléter un niveau de stock. Le coût de stockage unitaire est h_r . Le prix de vente sur le marché final est supérieur à la somme des coût de stockage et de production du DO ($p > h_r + c_r$) et le prix de vente sur le marché final est supérieur à la somme de coûts de production du DO et du FO ($p > c_r + c_s$). Le FO connaît le prix unitaire sur le marché final du DO ainsi que ses coûts de production et de stockage. Le DO connaît les coûts de production du FO.

Par la suite nous déterminons l'espérance de profit en régime stationnaire du DO (notée $\pi_r(Q)$), celle du FO (notée $\pi_s(Q)$) et l'espérance de profit pour la chaîne (notée $\Pi(Q)$). Q est le niveau de stock nominal ou le niveau de recomplètement du DO. Finalement nous présentons les contrats étudiés.

4.1 Profit du DO

L'espérance de profit du DO est notée $\pi_r(Q)$, et est calculé par les recettes moins les dépenses. Les recettes proviennent des ventes ; les dépenses sont d'une part, le coût de stockage et d'autre part, le transfert correspondant au FO pour les unités commandées. Le transfert est bien une fonction du

niveau de stock nominal Q . Son espérance est notée $ET(Q)$. L'espérance de profit du DO est donc :

$$\pi_r(Q) = (p - c_r)S(Q) - h_r I(Q) - ET(Q)$$

Le transfert ne peut être explicité que en fonction du contrat.

4.2 Profit du FO

Le profit du FO est donné par les recettes moins les dépenses. Dans notre modèle, les recettes du FO proviennent du transfert du DO $ET(Q)$, et les coûts sont les coûts de fabrication des unités commandées par le DO. La quantité à commander par le DO au FO à chaque période, est égale à la quantité vendue à la période précédente. L'espérance de quantité à commander au FO en régime stationnaire est donc $S(Q)$. Etant donné que le FO ne stocke pas les produits, et qu'il n'a pas de contraintes de capacité, nous n'introduisons pas la notion de stock ni de rupture pour le FO.

L'espérance de profit du FO, notée $\pi_s(Q)$ est égale à la recette, qui est l'espérance de transfert du DO, moins les coûts de production des unités que le FO espère produire :

$$\pi_s(Q) = ET(Q) - c_s S(Q)$$

C'est une fonction du niveau de reconditionnement Q du DO. C'est possible de calculer le niveau de stock nominal Q du DO qui maximiserait l'espérance de profit du FO, mais c'est important de rappeler que Q n'est pas la variable de décision du FO.

4.3 Profit de la chaîne : modélisation et maximisation

L'espérance de profit pour la chaîne, notée $\Pi(Q)$, est la somme des espérances de profit des deux agents, le DO et le FO :

$$\Pi(Q) = \pi_r(Q) + \pi_s(Q) \quad \text{soit :}$$

$$\Pi(Q) = (p - c_r - c_s) S(Q) - h_r I(Q)$$

Le profit global est indépendant du transfert entre le DO et le FO, et donc du contrat. Le DO et le FO peuvent prendre de décisions en vue de la maximisation de leur bénéfice individuel, qui ne correspondent pas forcément aux décisions qui maximisent le profit de la chaîne.

Par l'instant, sans rien présupposer du contrat entre DO et FO, c'est possible analyser l'espérance de profit de la chaîne. En vérifiant que la fonction de l'espérance de profit est concave, il est facilement vérifiable qu'il existe un niveau de stock nominal qui maximise cette espérance. Il existe donc un niveau de recomplètement qui maximise l'espérance du profit de la chaîne, notée Q^* et qui correspond au point où la dérivée première est nulle :

$$(p - c_r - c_s + h_r)(1 - F(Q^*)) - h_r F(Q^*) = 0$$

Le niveau de recomplètement pour le DO, qui permet de maximiser l'espérance de profit de la chaîne est alors l'unique solution de:

$$F(Q^*) = 1 - \frac{h_r}{(p - c_r + h_r) - c_s}$$

C'est possible de déduire le niveau Q^* dès que la distribution de la demande est connue.

Si le DO gère son stock par une politique de stock nominal, et si le niveau de recomplètement ou niveau de stock nominal correspond à la quantité Q^* , l'espérance de profit de la chaîne sera maximisée. L'espérance de profit de la chaîne est la somme des espérances de profit du DO et du FO. Elle est partagée entre les deux agents selon le contrat.

Le contexte pour les flux financiers est donné par le contrat : nous modélisons dans un contexte multi périodes six contrats différents. Les contrats se différencient par les conditions contractuelles qui déclenchent les flux physiques et par les différents prix et paramètres qui y interviennent.

4.4 Présentation des contrats

Nous avons choisi d'analyser les contrats de prix de gros, réservation de capacité, partage de revenu, rachat, rabais et quantité flexible sur plusieurs périodes. Nous présentons brièvement en quoi chaque contrat consiste en termes de flux financiers.

Prix de gros : Dans ce contrat le DO doit payer au FO un prix w par unité commandée. Les unités qui restent non vendues sont stockées pour être vendues à la période suivante.

Rachat : Dans le contrat de rachat pour plusieurs périodes, le DO paie un prix unitaire w pour les unités commandées, et le FO rembourse au DO un montant b ($b < w$) pour les unités invendues à la fin de la période. Les unités « rachetées » ne sont pas physiquement récupérées par le FO. Le transfert financier des invendus correspond au partage des coûts de stock du DO par le FO.

Partage de revenu : Dans le cas du contrat de partage de revenu, le DO paie un prix unitaire w au FO, et à la fin de la période, le DO partage un pourcentage de son revenu par les ventes avec le FO. Le prix de vente sur le marché est p et ϕ le partage de revenu.

Quantité flexible : Pour un contrat de quantité flexible multi périodes le FO rembourse, après connaissance de la demande, le coût de stockage h_r pour une partie des invendus (δQ au maximum). De cette façon le FO partage avec le DO les coûts d'un stock trop élevé et incite le DO à augmenter le niveau de recomplètement Q et à répondre au mieux à la demande.

Rabais : Pour ce contrat les unités achetées sont payées au prix unitaire w , et les unités suivantes (à partir d'un seuil t) sont payés au prix $w - r$. Nous dirons que r est le rabais proposé par le FO pour inciter le DO à commander d'avantage.

Réservation de capacité : Dans ce contrat, le DO réserve une capacité de production du FO en nombre d'unités (A). Le DO paie un prix w_1 par unité réservée, un prix w_2 pour les unités effectivement utilisés de la capacité réservée et un prix w_3 par unité acheté en surplus de la capacité réservée.

Le transfert est la somme de flux financiers propres à chaque contrat. Comme nous avons montré, c'est le transfert qui va déterminer les espérances de profit du DO et du FO, et donc le partage du profit de la chaîne entre les deux. Le contrat va déterminer les décisions concernant le niveau de recomplètement du DO.

Conclusions

Notre principal apport consiste à prendre en compte simultanément deux catégories de décision dans la relation "donneur-d'ordres / fournisseur" et notre attention s'est focalisée en grande partie sur les propriétés de différents contrats en termes de coordination efficace de la chaîne prise dans son ensemble, tout en prenant en compte les intérêts économiques de chaque entreprise.

Le profit du DO réalisé à travers ses ventes dépend de la quantité disponible en stock, c'est-à-dire de son niveau de recomplètement. Il s'agit donc d'assurer un niveau de recomplètement qui prenne en compte simultanément des profits qui peuvent être réalisés si le DO a suffisamment de produit en stock, tout en considérant d'une part le coût de stockage et d'autre part le coût lié à une pénalité pour la demande non satisfaite (qualifié de coût de rupture). Nous avons défini la coordination efficace comme l'intérêt du DO à fixer un niveau de recomplètement qui maximise son espérance de profit et qui maximise aussi l'espérance de profit du FO et l'espérance de profit de la chaîne.

Le FO peut proposer des contrats qui vont lui permettre augmenter son profit s'il fixe les paramètres pour ce faire. Ainsi, le FO ne doit pas forcément augmenter les prix, mais plutôt les réduire ou participer aux frais de stockage du DO pour inciter ainsi le DO à commander d'avantage. En faisant cela les profits du DO et de la chaîne augmentent aussi.

Par ailleurs, nous avons présenté l'importance que peuvent avoir les différents contrats sur le calcul du niveau de recomplètement par le DO. En effet, dans une approche traditionnelle de logisticien, la gestion des stocks par niveau de recomplètement a comme objectif de minimiser les coûts de rupture et de stockage. Nous avons présenté qu'il est possible de fixer le niveau de recomplètement par maximisation de profit en prenant en compte le type de contrat.

Bibliographie

- Akbari Jokar, M. R. (2001): Sur la conception d'une chaîne logistique; Thèse soutenue à l'Institut National Polytechnique de Grenoble sous la direction de Y. Frein et L. Dupont.
- Anupindi, R., Bassok, Y. (2002): Supply Contracts with Quantity Commitments and Stochastic Demand, dans: Tayur, S., Ganeshan, R., Magazine, M. (eds.): Quantitative Models for Supply Chain Management, Kluwer, USA : 197-232.
- APICS Dictionary, Ninth Edition (1998): Cox, J. F. III, Blackstone, J. H. Jr, (eds.): The Educational Society for Resource Management, USA.
- Avenel, E., Caprice, S. (2001): Vertical Integration, Exclusive dealing and product line differentiation in the Retailing Sector, INRA Cahier de Recherche 2001-16, Toulouse.
- Baudry, B. (1995): L'économie des relations interentreprises, Ed. la Découverte, Paris.
- Brousseau, E. (1993): L'économie des contrats : technologies de l'information et coordination interentreprises, Presses Universitaires de France, Paris.
- Cachon, G. P. (2002): Supply Chain Coordination with Contracts, apparu dans : De Kok, A.G., Grave, S. C. (eds.): (2004) Handbooks in Operations Research and Management Science, 11: Supply Chain Management: Design, Coordination and Operation, Elsevier, Amsterdam: 229-340.
- Cachon, G. P. (2004): The Allocation of Inventory Risk in a Supply Chain: Push, Pull, and Advance-Purchase Discount Contracts; Management Science, 50(2): 222-238.
- Campagne, J. P., Burlat, P. (2001): Maîtrise et organisation des flux industriels, Lavoisier: Hermes, Paris.
- Dupont, L. (1998) : La Gestion Industrielle, Hermès, Paris.
- Fogarty, D. H., Blackstone, J. H., Hoffmann, T. R. (1991): Production & Inventory Management, South-Western Publishing Co., Cincinnati.
- Giard, V. (2003): Gestion de la Production, Economica, Paris.
- Gomez-Padilla, A. (2005): Modélisation des relations verticales : une approche logistique et économique ; Thèse soutenue à l'Institut National Polytechnique de Grenoble sous la direction de J. Duvallet et D. Llerena.
- Gomez-Padilla, A., Duvallet, J., Llerena, D. (2005): Contract Typology as a Research Method in Supply Chain Management, dans: H. Kotzab, S. Seuring, M. Müller, G.

Reiner, (eds.): Research Methodologies in Supply Chain Management, Physica, Heidelberg, p. 525-538.

Harbi, S. (2001): Le pilotage des partenariats donneurs d'ordres / fournisseurs ; Thèse soutenue à l'Institut National Polytechnique de Grenoble sous la direction de Y. Frein, R. Calvi et M.A. LeDain.

Lariviere, M. A. (2002): Supply Chain Contracting and Coordination with Stochastic Demand, dans : Tayur, S., Ganeshan, R., Magazine, M. (eds.): Quantitative Models for Supply Chain Management, Kluwer, USA: 233-268.

Penguin Dictionary of Economics, Seventh Edition (2003): Bannock, G., Baxter, R. E., Davis, E. (eds.): The Penguin Books, England.

Salanie, B. (1994): Théorie des contrats, Economica, Paris.

Salanie, B. (1998): Microéconomie : les défaillances du marché, Economica, Paris.

Tan, K. C. (2001): A framework of supply chain management literature; European Journal of Purchasing and Supply Management, 7: 39-48.

Tayur, S., Ganeshan, R., Magazine, M. (2002): Quantitative Models for Supply Chain Management, 5th edition, Kluwer, USA.

Teulon, F. (1995): Initiation à la micro-économie, Presses universitaires de France, Paris.

Tsay, A. A. (1999): The Quantity Flexibility Contract and Supplier-Costumer Incentives; Management Science, 45(10): 1339-1358.

Weng, Z. K. (1999): The power of coordinated decisions for short life cycle products in a manufacturing and distribution Supply Chain ; IIE Transactions, 31(11): 1037-1049.