



RIRL 2000

Les Troisièmes Rencontres Internationales
de la Recherche en Logistique
Trois-Rivières, 9, 10 et 11 mai 2000

DÉFINIR ET MAÎTRISER LA COMPLEXITÉ DES RÉSEAUX DE LOGISTIQUE À REBOURS

Martin BEAULIEU

Groupe de recherche CHAÎNE
HEC Montréal

Définir et maîtriser la complexité des réseaux de logistique à rebours

Martin Beaulieu

Professionnel de recherche, groupe de recherche CHAÎNE

La logistique à rebours (*reverse logistics*) est un thème émergeant du champ de la logistique tant pour les praticiens que pour les chercheurs. Déjà l'industrie des pâtes et papiers possède des réseaux de récupération bien établis alors que d'autres secteurs d'activités, comme celui de l'automobile, sont à développer les bases de leur réseau à rebours. Par ailleurs, ce concept n'est pas restreint aux seules activités de récupération et de recyclage des matières, il intègre également les activités de retour de produits (pour cause de défautuosité ou de non-conformité aux besoins).

De façon générale, la logistique à rebours prend forme dans des réseaux qui assurent les activités de collecte, de trie, d'entreposage, de transport, de traitement intermédiaire et de retraitement des matières. Toutes ces activités possèdent des actions critiques qui doivent être maîtrisées si les organisations désirent construire un réseau de logistique à rebours efficient. Deux conditions complexifient la maîtrise de ces actions critiques. D'abord, la matière retourne-t-elle dans sa filière d'origine? Ensuite, quel est le degré de retraitement de la matière?

En se basant sur des cas vécus ainsi que des analyses effectuées dans d'autres champs de la logistique, cet exposé entend : définir la notion de complexité dans un contexte de gestion d'un réseau de logistique à rebours ainsi qu'identifier les pistes de solution pour la maîtriser.

Introduction

Depuis quelques années, des chercheurs identifient la logistique à rebours (*reverse logistics*) comme l'un des thèmes émergents de la logistique (Brockmann, 1999; Trunick, 1996). Selon eux, les pressions pour la récupération des matières, la réduction de l'enfouissement comme mode de gestion des déchets, la prise de conscience des consommateurs ainsi que les économies potentielles provenant d'une réutilisation des matières amènent les organisations à accorder une attention à ce concept. Pour Bechtel et Jayaram (1997), la gestion des flux, une fois la vie utile du produit terminée, est une composante de la gestion de la chaîne d'approvisionnement. À cet effet, la logistique à rebours (LR) introduit une nouvelle perspective dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement car les schémas traditionnels décrivant la circulation des matières sont généralement conçus dans une optique unidirectionnelle : soit des fournisseurs vers les utilisateurs (voir les schémas de Poirier et Reiter, 1996; Stevens, 1989). En fait, la LR souligne que la matière peut emprunter le chemin inverse et remonter la chaîne d'approvisionnement. Par ailleurs, Rogers et Tibben-Lembke (1998) définissent la logistique à rebours comme un processus permettant de recapturer la valeur de la matière provenant des utilisateurs.

Initialement, l'intérêt de la LR était associé à la problématique environnementale (récupération, réutilisation et recyclage des produits). Cependant, la logistique à rebours dépasse ce seul champ d'activité pour inclure le retour des produits défectueux ou non désirés par les clients. Dans certains secteurs d'activités, entre autres celui de la vente par catalogue, le retour de produits peut être équivalent à 35% des ventes (Rogers et Tibben-Lembke, 1998). La maîtrise du flux inversé peut donc être un facteur de survie pour ces secteurs. Meyer (1999) admet que la logistique à rebours n'équivaut en moyenne qu'à moins de 5% des coûts logistiques d'une entreprise bien que son potentiel d'économies demeure appréciable. Parallèlement, il ajoute qu'elle recèle un haut degré de complexité ce qui expliquerait les difficultés associées à son implantation.

Certains chercheurs ont étudié la notion de complexité à l'intérieur de la chaîne d'approvisionnement (Funk, 1995; Van der Vaart et Wijngaard, 1996; Wilding, 1998a, 1998b). Pour notre part, nous jugeons important de transposer cette notion de complexité dans un contexte de logistique à rebours et d'en mesurer les implications. Pour y parvenir, nous croyons

qu'il est utile de définir au préalable la notion de logistique à rebours. Par la suite, il convient de synthétiser le concept de complexité dans le cadre général de la logistique, de l'appliquer au réseau de LR et d'identifier différents moyens pouvant être appliqués pour réduire la complexité des réseaux de logistique à rebours.

Définir la logistique à rebours et ses réseaux

Nous jugeons nécessaire de circonscrire le concept de logistique à rebours si l'on désire être en mesure d'en saisir les implications. Ensuite, nous identifierons les impacts de cette définition sur les réseaux à rebours.

Une définition de la logistique à rebours

Selon nous, une définition de la logistique à rebours doit tenir compte de trois paramètres :

- 1) La logistique à rebours est associée autant à un produit qu'à un déchet possédant une valeur de récupération ou de réutilisation. Ainsi, les papiers récupérés, les produits défectueux ou les retours suite à un achat par catalogue peuvent être considérés comme des intrants d'un réseau à rebours.
- 2) Le destinataire final de ces produits retournés ou de ces déchets peut être le producteur initial, un intervenant différent de la même industrie ou un intervenant d'un autre secteur d'activités. Par exemple, un produit défectueux sera réacheminé vers son producteur, le papier récupéré sera retourné dans l'industrie papetière alors que les pneus seront valorisés par des producteurs de tapis en caoutchouc.
- 3) La logistique à rebours implique davantage que la seule décision du choix du réseau de distribution. Elle comprend un ensemble d'activités de gestion qui sont présentées au tableau 1.

Tableau 1 - Les activités des réseaux de logistique à rebours

Activité	Définition
Collecte	Démarche visant à détourner les actifs secondaires et à les diriger vers un réseau à valeur ajoutée.
Triage	Séparation des différentes matières qui auraient été récupérées en vrac (par exemple papier, aluminium, fer plastique, etc.) ou démontage des produits complexes en leurs différentes composantes (par exemple, ordinateur).
Entreposage	Constitution d'un volume suffisant pour permettre un transport de façon économique.
Transport	Déplacement des actifs secondaires vers les activités de traitement intermédiaire ou de retraitement.
Traitement intermédiaire	Série d'activités en vue de préparer les actifs secondaires pour les activités de retraitement (par exemple lavage, granulation, filtration). Cette activité peut consister en des contrôles exhaustifs de la qualité des matières récupérées.
Retraitement	Activités permettant à l'actif secondaire de retrouver un état lui permettant d'être réutilisé. Ces activités peuvent prendre la forme de réparation, de reconditionnement ou de recyclage des actifs.

Par conséquent, nous formulons la définition suivante :

La logistique à rebours est un ensemble d'activités de gestion visant la réintroduction d'actifs secondaires dans des filières à valeur ajoutée (Beaulieu et al., 1999).

Le terme «actif» est le pivot de notre définition car il précise la nature de l'intrant qui se déplace dans les réseaux de logistique à rebours. Le choix de ce terme peut sembler surprenant mais il offre suffisamment de neutralité pour englober tous les aspects de la logistique à rebours. Pour Davis *et al.* (1995), la logistique à rebours est la gestion des actifs qui ne remplissent plus leur fonction première (*any asset that is no longer suitable to perform its primary function*). La

notion d'actif désigne un bien appartenant en propre à une personne ou à une personne morale (Sylvain, 1986). Un déchet ou un produit hors d'usage a un propriétaire même si ce dernier est implicite. Par ailleurs, le terme «actif» offre plus de neutralité car nous pouvons inclure également les produits qui sont retournés ou rappelés par les entreprises. Au terme «actif», nous ajoutons le qualificatif secondaire pour préciser qu'il a déjà subi une dégradation (suite à son utilisation ou à une défectuosité). Par ailleurs, comme le démontre le tableau 1, la logistique à rebours compte de multiples activités qui peuvent être réalisées par divers intervenants organisés dans un réseau.

Une typologie des réseaux à rebours

Tout comme les réseaux traditionnels de distribution, les réseaux à rebours peuvent être composés d'un nombre plus ou moins grand d'intermédiaires (Guiltinan et Nwokoye, 1975; Jahre, 1995). Ainsi, ces réseaux peuvent prendre des formes multiples. Bien qu'il existe quelques typologies des réseaux de logistique à rebours, la plupart des travaux traitant cet aspect les ont décrit selon le nombre d'intervenants potentiels (Ginter et Starling, 1978; Guiltinan et Nweokoye, 1975; Jahre, 1995; Pohlen et Farris, 1992; Zikmund et Stanton, 1971), par exemple, la présence ou non de recycleurs, de firmes de traitement, etc. Cette première classification a l'inconvénient de décrire *a posteriori* les réseaux de logistique à rebours, c'est-à-dire une fois que les réseaux sont organisés et que les acteurs se sont structurés. Pour les gestionnaires, cette typologie est peu utile pour la mise sur pied d'un réseau de logistique à rebours à moins de copier ceux déjà existants.

Pour leur part, Fleischmann *et al.* (1997) ainsi que Kopicki *et al.* (1993) traitent les réseaux selon qu'ils s'agissent de réseaux à boucle fermée ou à boucle ouverte. Dans le premier cas, les actifs secondaires reviennent dans leur secteur d'origine. Dans l'industrie automobile, on constate que les broyeurs retournent les métaux chez les sidérurgistes et les affineurs ce qui permettra de produire de nouvelles pièces pour les constructeurs automobiles (Lafranchini, 1991). D'autre part, les actifs peuvent être dirigés vers d'autres industries (Guiltinan et Nwokoye, 1975; Zikmund et Stanton, 1971) et c'est ce qu'on appelle une boucle ouverte. Par exemple, les «casseurs» envoient une partie des pièces automobiles dans d'autres réseaux de récupération qui

ne sont pas apparentés à l'industrie automobile (Lafranchini, 1991). Cette typologie peut encore une fois être utile pour classer la nature des réseaux à rebours mais elle offre peu d'indications aux gestionnaires quant aux implications d'un réseau à boucle fermée ou ouverte.

Rogers et Tibben-Lembke (1998) apportent une contribution appréciable. Ils précisent que la variété des activités du réseau de logistique à rebours est influencée par deux grandes variables. D'abord, l'origine de l'actif secondaire qui peut provenir de l'utilisateur final ou d'un d'autre membre du réseau de distribution. Ensuite, la nature de l'actif qui peut être un produit ou un emballage. Pour Rogers et Tibben-Lemke (1998), il existe quatre grandes options (utilisateur final ou membre du réseau de distribution / produit ou emballage) qui mettront en évidence certaines activités de gestion et de traitement des actifs secondaires (voir tableau 2). Cette typologie est intéressante car elle aide le gestionnaire à identifier les activités prédominantes du réseau de logistique à rebours. Cependant, nous considérons la dichotomie produit ou emballage trop stricte. De plus, Rogers et Tibben-Lemke (1998) indiquent que les produits réintroduits dans le réseau à rebours peuvent arriver ou non à la fin de leur vie utile. Cependant, leur typologie exploite peu cette nuance.

Tableau 2- Caractérisation des réseau à rebours

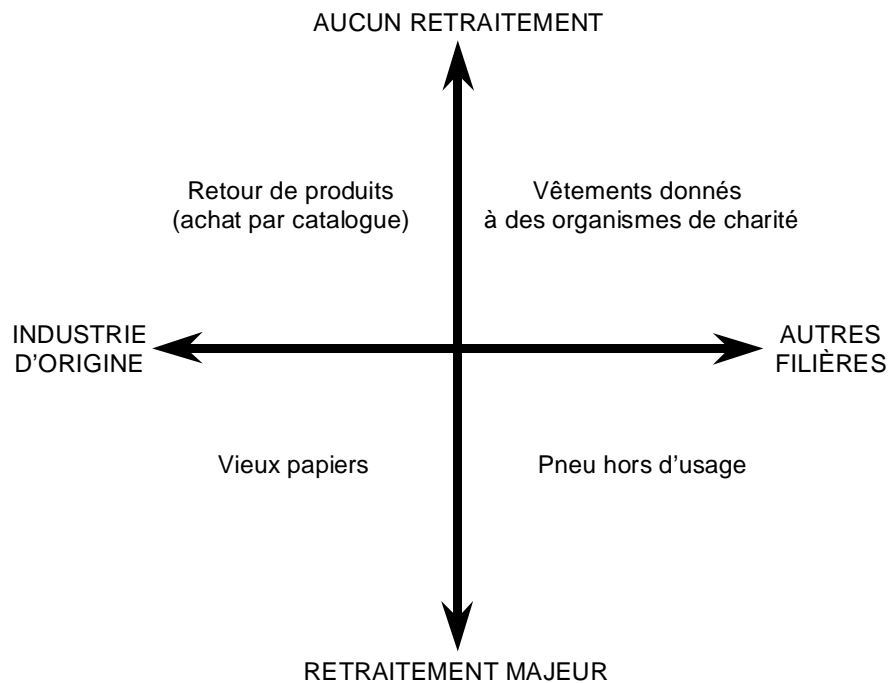
	Membre du réseau de distribution	Utilisateur final
Produit		
Emballage		

Source : Rogers et Tibben-Lembke, 1998

Pour pallier aux lacunes identifiées dans les modèles précédents, la typologie des réseaux à rebours que nous proposons s'appuie sur deux paramètres : 1° **le choix de la filière** à valeur ajoutée où est dirigé l'actif secondaire et 2° **le degré de traitement** de l'actif secondaire (traitement intermédiaire ou retraitement) avant sa réintroduction dans la filière (Beaulieu *et al.*, 1999). Ce dernier paramètre influencera le nombre d'intervenants contenus dans le réseau. L'association de ces deux variables permet de construire la figure 1.

Par exemple, le retour de produits (achats par catalogue) constitue un exemple d'actifs secondaires qui ne nécessitent aucune transformation et qui retournent dans leur industrie d'origine puisqu'ils seront réutilisés par les distributeurs et détaillants (coin supérieur gauche, figure 1). Pour sa part, bien que retournant dans sa filière d'origine, le papier récupéré doit subir un retraitement important qui le ramènera sous forme d'une pâte qui pourra être utilisée pour la production de nouveaux produits (carton ou papier) (coin inférieur gauche, figure 1).

Figure 1
Classification des réseaux de logistique à rebours



Source : Beaulieu *et al.*, 1999

Les produits ou les matières (actifs secondaires) situés du côté droit de la matrice peuvent être plus difficilement réintroduits dans leur filière d'origine. Cette situation est explicable à deux niveaux : le retraitement de ces actifs ne permet pas de retrouver les normes de qualité des matières vierges ou encore l'actif secondaire n'a plus aucune valeur pour le producteur initial. Au Québec, c'est le cas des pneus d'automobile dont les activités de déchetage ne permettent pas d'obtenir une matière qui serait réutilisable dans la production de nouveaux pneus (coin

inférieur droit, figure 1). Une autre situation est vécue dans le secteur du commerce de détail. Malgré des rabais, les détaillants peuvent se retrouver avec des vêtements qui n'ont plus d'intérêt pour eux, car ceux-ci ne rencontrent plus les critères de la mode. Ils sont donc offerts à des organismes de charité. Il s'agit d'un exemple où l'article ne revient pas dans la filière d'origine mais ne subit pas de traitement majeur (coin supérieur gauche, figure 1).

Intuitivement, cette typologie introduit la notion de complexité. Par exemple, un réseau faisant intervenir un plus grand nombre d'acteurs sera plus complexe à gérer ou à mettre en place (Jahre, 1995). De plus, les entreprises qui gèrent des actifs secondaires et qui ne les retournent pas dans leur filière d'origine (ceux du côté droit de la figure) doivent développer de nouveaux réseaux et ne peuvent profiter des économies provenant de l'infrastructure du flux traditionnel. Par conséquent, il semble pertinent d'approfondir cette notion de complexité pour être en mesure de cerner ses implications sur la gestion des réseaux à rebours.

Définir la complexité en logistique

Pour ce volet de l'analyse, nous verrons à circonscrire la notion de complexité dans le cadre de la chaîne d'approvisionnement pour, par la suite, transposer les conclusions aux réseaux à rebours. Cette section se terminera par l'identification de certaines solutions permettant de réduire la complexité des réseaux à rebours.

Complexité et chaîne d'approvisionnement

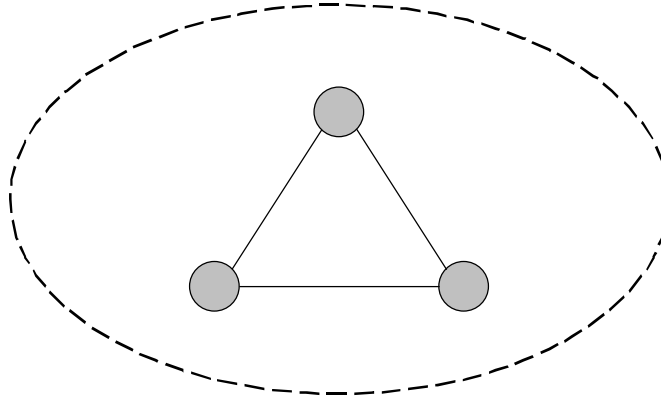
La notion de complexité prend sa source dans la définition de système (Genelot, 1998) : soit un ensemble d'éléments en interaction (de Rosney, 1975). Pour de Rosney (1975), la complexité du système provient de la *grande variété des éléments* qui le compose. Ces éléments possèdent des fonctions spécialisées. Ils sont reliés entre eux par une grande variété de liaisons, générant une *haute densité d'interconnexions* possibles. La figure 2 permet de comparer un système simple et un système complexe et de visualiser l'effet de la variété des liaisons. Justement, les interactions des éléments composant le système font en sorte que celui-ci adopte un comportement non

linéaire. Un tel comportement peut se traduire par l'impossibilité de prévoir exactement quelle sera la conséquence sur l'élément B de l'action de l'élément A. Ainsi, l'imprévisibilité caractérise les systèmes complexes (Mack, 1996)¹ et la complexité correspond à un état d'un système².

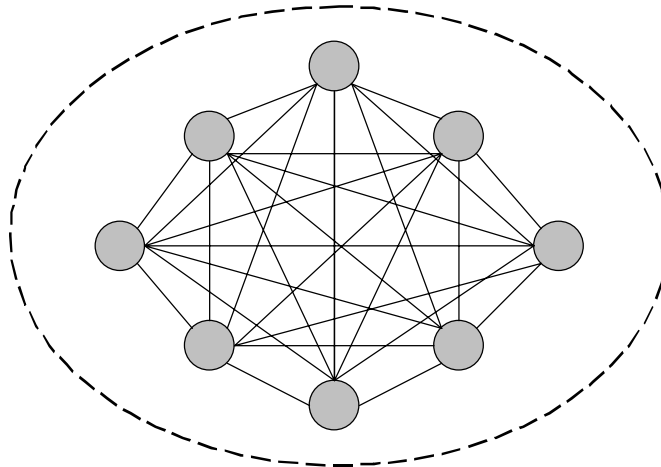
Figure 2

Comparaison entre un système simple et un système complexe

Système simple



Système complexe

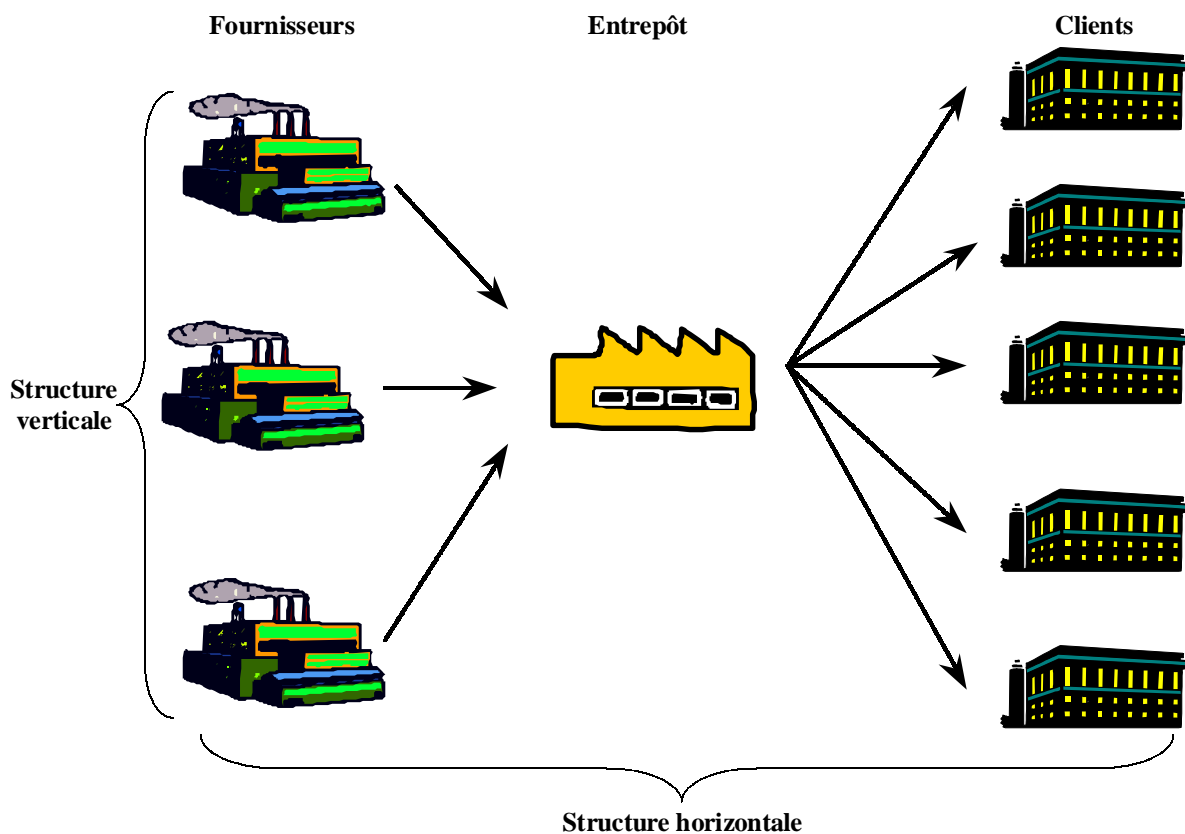


¹ Soulignons que pour Genelot (1998), la complexité réside dans l'incapacité de saisir complètement un système. Ainsi, ce dernier peut être simple, se composer de peu d'éléments, mais ses finalités peuvent demeurer difficile à appréhender totalement.

² Nous prenons le soin d'utiliser le terme «état». Des chercheurs en management emploient le terme de complexité pour développer une théorie intégratrice et explicatrice du comportement des organisations en s'appuyant sur les récents développements scientifiques en matière de théorie du chaos (Berreby, 1998; Stacey, 1995). Cependant, nous n'abordons pas cette théorie requière des raffinements scientifiques supplémentaires. Il nous semble donc prématuré d'en effectuer une transposition dans le domaine du management.

La chaîne d'approvisionnement peut être considérée comme un système et les acteurs qui la composent comme ses éléments. La haute densité des interconnexions proviendrait de la structure horizontale et verticale de la chaîne (voir figure 3). La structure horizontale, qui réfère au nombre de tiers que l'on retrouve, représente la longueur de la chaîne (Lambert *et al.*, 1998). Pour Kim et Frazier (1996), celle-ci tient à deux considérations interreliées : la valeur ajoutée par ses intermédiaires et le degré de «remplacement» de l'intermédiaire. Ainsi, un acteur de la chaîne qui apporte une faible valeur ajoutée risque de voir son rôle accaparé par un autre intermédiaire. Pour sa part, la structure verticale représente le nombre d'acteurs que l'on retrouve dans chaque tiers (Lambert *et al.*, 1998). La nature du produit influencera en partie la structure verticale. En effet, un produit requérant de nombreuses composantes pourra nécessiter un nombre important de fournisseurs (Funk , 1995; Van der Vaart et Wijngaard, 1996).

Figure 3
Les structures de la chaîne d'approvisionnement



Wilding (1998a, 1998b) démontre les effets de la complexité sur la performance de la chaîne d'approvisionnement. La structure horizontale peut être une cause du phénomène d'amplification. Ce dernier qui a largement été documenté décrit la distorsion de la demande entre les acteurs de la chaîne. Ainsi, une faible hausse de la demande peut se traduire par une augmentation importante de la production chez les acteurs en amont de la chaîne. Cette distorsion provient des politiques de gestion des stocks, de promotion et de la taille de lots adoptée par les intermédiaires de la chaîne (Wilding, 1998a).

Au niveau de la structure verticale, Wilding (1998a) introduit une notion qu'il appelle les «interactions parallèles». L'action d'un acteur d'un même tiers peut avoir des incidences sur les autres intervenants de ce tiers. Par exemple, au Québec dans le secteur de la santé, les distributeurs de produits médicaux tentent de satisfaire la demande des grands établissements de santé. Cependant, pour certaines gammes de produits, les commandes que ces hôpitaux placeront peuvent vider l'entrepôt du distributeurs, l'empêchant ainsi de rencontrer les demandes des établissements de taille plus modeste (pouvant créer des ruptures de stocks chez ces derniers). Le même phénomène est visible au niveau des fournisseurs. Si une entreprise ne peut rencontrer la demande d'un producteur, ce dernier se tourne donc vers un autre fournisseur pour l'approvisionner.

Selon ce que nous venons de présenter, la complexité de la chaîne d'approvisionnement peut être maîtriser à deux moments : à la constitution de la chaîne et lors de son fonctionnement régulier. Dans le premier cas, la conception du produit et le choix des intermédiaires influenceront les structure verticale et horizontale, ce qui aura une incidence sur la complexité. Dans le second cas, les différents acteurs qui la composent devront parvenir à s'intégrer par une synchronisation entre le flux matière et le flux d'information pour éliminer les pertes d'énergies provenant de la complexité³.

³ Précisons que les phénomènes d'amplification ou les interactions parallèles peuvent être vus comme des mécanismes autorégulateurs de la chaîne. Par ailleurs, la présence de tels mécanismes est considérée par certains chercheurs comme une caractéristique des systèmes complexes (Berreby, 1998; Genelot, 1998; Stacey, 1995). Cependant, ces gestionnaires en logistique ne peuvent laisser jouer ces mécanismes car ils provoquent des inefficiences (par exemple coût de stockage excessif). Ainsi, pour eux, l'intégration de la chaîne d'approvisionnement signifie : contraindre ou contourner les mécanismes autorégulateurs.

Complexité et réseau à rebours

Dans le cadre de ce texte, nous nous attardons à définir la complexité des réseaux à rebours au moment de leur conception. À notre avis, la nature de l'actif secondaire est une variable prépondérante dans le degré de complexité du réseau à rebours.

Deux dimensions de l'actif influenceront la complexité de ces réseaux. Premièrement, comme dans le cas des produits, le nombre de composantes intégrées dans l'actif pourrait signifier de multiples filières de valorisation. Par exemple, dans le cas d'un ordinateur, les métaux provenant des circuits électroniques peuvent être expédiés à des fonderies alors que les plastiques emprunteront une autre filière. Une telle situation pourrait requérir la présence d'intermédiaires qui pourront diriger les différentes composantes vers les bonnes filières (Davis *et al.*, 1995).

Deuxièmement, une autre dimension associée aux actifs secondaires est le degré d'intégrité physique avec lequel on désire les réutiliser. Par exemple, la bouteille de bière peut être réutilisée après une opération de lavage alors que le papier récupéré doit revenir sous ses propriétés de base (une pâte) pour être recyclé. Dans ce dernier cas, il s'agit de mettre au point des opérations supplémentaires dans le processus de transformation (voir les activités de retraitement présentées au tableau 1). Ainsi, la préservation de l'intégrité physique de l'actif peut éviter la mise au point de nouveaux processus de transformation ou ne nécessiter alors que de légères modifications à ceux déjà existants.

Par ailleurs, nous considérons qu'un actif secondaire qui ne retourne pas dans sa filière d'origine est plus complexe à gérer. D'abord, parce que les gestionnaires qui désirent exploiter cet actif ne peuvent profiter du réseau logistique déjà en place pour le flux traditionnel et ensuite parce qu'il ne contrôle pas les développements technologiques du produit. La récupération des pneus hors d'usage au Québec décrit la première situation. Une société gouvernementale a encadré le développement d'un réseau de récupération qui est parallèle au réseau de distribution des pneus neufs. Pour sa part la dépendance des développements de produits peut entraîner des modifications majeures dans les activités de traitement intermédiaires ou de retraitement ou dans

les activités de triage. Cette situation introduit une incertitude technologique pour les industriels qui désirent réutiliser ces actifs secondaires.

En nous appuyant sur ces différentes réflexions, nous construisons le tableau 3. Celui-ci reprend les axes de la figure 1 mais en offrant plus de détails pour chacun des paramètres. Ainsi, pour l'axe retraitement, nous retrouvons trois situations :

- Retraitement sommaire : l'actif secondaire conserve ses caractéristiques physiques et ses fonctionnalités sont intactes. Seules des opérations de conditionnement ou de nettoyage sont nécessaires.
- Retraitement majeur : l'actif secondaire conserve ses caractéristiques physiques mais ses fonctionnalités sont dégradées. Des réparations sont nécessaires, par exemple, le remplacement de pièces défectueuses ou usées.
- Retraitement radical : l'utilisateur désire retrouver les propriétés de base. Ainsi, l'actif peut être broyé, déchiqueté, refondu, désencré, etc.

Au niveau du réseau d'acheminement de l'actif secondaire, trois situations sont également possible :

- Utilisation du réseau actuel : Une organisation peut recourir intégralement à son réseau de distribution actuel
- Utilisation de nouveaux intermédiaires : Une organisation peut recourir en partie à son réseau actuel mais doit faire intervenir de nouveaux acteurs pour les activités de logistique à rebours.
- Autre filière : Dans cette situation, l'actif secondaire est dirigé vers un secteur d'activité autre que celui qui le produit initialement.

De cette matrice, nous dégageons trois zones de complexité. La zone blanche où la complexité dans le réseau est à son plus faible car le produit n'est pas (ou très peu) altéré et les organisations du réseau à rebours peuvent profiter des infrastructures logistiques déjà établies. À l'opposé, la zone de complexité extrême (zone ombragée foncée), est caractérisée ainsi car l'actif secondaire doit subir une transformation importante et doit transiter par de nouveaux intermédiaires quand ce n'est pas carrément par une nouvelle filière. Entre ces deux extrêmes, on retrouve une zone de

complexité intermédiaire où les organisations doivent composer avec une filière complètement différente ou un retraitement radical des actifs.

Tableau 3 - Facteurs de complexité

	Retraitement		
	Sommaire	Majeur	Radical
Réseau actuel intégral	Faible		
Réseau actuel avec de nouveaux intermédiaires	complexité		Complexité extrême
Nouvelle filière			

Axes d'intervention

Un certain nombre de mesures qui pourraient contribuer à réduire la complexité des réseaux à rebours ont été identifiées dans la littérature. Parmi celles-ci nous retrouvons :

1. Au niveau de la conception des produits, des initiatives pourraient être prises pour réduire le nombre de composantes ce qui éviterait de multiplier les filières de valorisation. De plus, lors de cette étape, si l'on évite de recourir à des matériaux nuisibles pour l'environnement ou que si l'on met en valeur des produits facilement démontables, on facilite les opérations de retraitement (Bhat, 1993).
2. D'autres auteurs affirment que la réduction de la complexité passe par la réduction des occasions générant de la complexité et proposent des solutions en ce sens comme, au niveau des achats par catalogue, établir une procédure pour s'assurer que le client commande le bon produit (Rogers et Tibben-Lembke, 1998). Ensuite, les concepteurs pourraient favoriser les produits modulaires qui peuvent être enrichis par les plus récents développements technologiques, ce qui évite de changer fréquemment de produit. Le cas de l'ordinateur correspond bien à cette situation (Sisodia, 1992).

3. Les réseaux à rebours sont confrontés au défi d'atteindre une quantité critique d'actifs à faire transiter tout en régularisant les quantités récupérées (Brennan *et al.*, 1994). Il peut ainsi devenir nécessaire d'établir des incitatifs pour s'assurer que les actifs soient réintroduits dans le réseau. Ceux-ci peuvent prendre la forme de pénalités financières si le produit n'est pas retourné. Les incitatifs peuvent être également des aménagements favorisant la participation des utilisateurs, par exemple la présence de poubelles de récupération du papier près des postes de travail (Oskamp *et al.*, 1994) ou l'établissement de procédures simplifiées lors de retours de produits (Shear, 1997).
4. Dans certains cas, la présence d'intermédiaires spécialisés dans la logistique est nécessaire. D'abord, parce que ces derniers ont les ressources pour assurer la répartition des matières lorsque les actifs ont de multiples composantes (Davis *et al.*, 1995). Ensuite, parce que les organisations ne veulent pas imbriquer, dans une même infrastructure, le flux traditionnel et le flux à rebours et ainsi complexifier les décisions de gestion des stocks (Brennan *et al.*, 1994).

Conclusion

La logistique à rebours est un nouveau défi de la chaîne d'approvisionnement et elle est considérée, par un nombre grandissant d'organisations, comme une avenue pour répondre aux exigences de la clientèle. Bien qu'intimement liée aux enjeux environnementaux, la logistique à rebours dépasse cette problématique pour intégrer les défis provenant du retour de produits par les consommateurs.

En nous appuyant sur ces propos, nous avons affiné la typologie des réseaux à rebours en y intégrant la notion de complexité. Cette analyse s'est toutefois centrée sur la mise en œuvre des réseaux à rebours et nous avons présenté des décisions qui peuvent être prises pour réduire le niveau de complexité. Cet exercice conduit, par ailleurs, à un certain nombre de pistes de recherche :

- La matrice présentée au tableau 3 pourrait être complétée en intégrant les décisions critiques qui pourraient être privilégiées dans les différentes zones afin de réduire la complexité.
- Dans un même secteur d'activités, l'expérience tend à démontrer que différents réseaux de récupération peuvent être mis en place. Par exemple, dans l'industrie des pâtes et papiers, des entreprises décident de profiter de leur propre réseau de transport pour acheminer les papiers récupérés, d'autres décident de créer des intermédiaires qui deviendront une division de la société mère et finalement certaines ont recours à la sous-traitance pour obtenir leur papier usagé (Chapdelaine, 1991). *A priori*, ces réseaux se positionneraient différemment sur la matrice (tableau 3) d'où l'intérêt de comprendre les choix de diverses organisations dans une même industrie et ainsi mieux saisir les facteurs qui guident le recours à un ou l'autre des réseaux à rebours.
- Parallèlement, des recherches pourraient être effectuées pour comprendre l'évolution de la complexité du réseau à rebours à mesure qu'il se structure. On imaginerait qu'il tend vers une complexité moindre, mais est-ce vraiment le cas? Au contraire, la complexité de la mise en œuvre n'est-elle pas remplacée par la gestion quotidienne? En ce sens, nous rejoignons les propos de Fleischmann *et al.* (1997) qui considèrent que des outils en matière de planification, de contrôle des stocks et de routage devraient être développés pour assurer le volet opérationnel de la logistique à rebours.

Ainsi, les défis de la logistique à rebours ouvrent un horizon de recherche et de développement tant pour les chercheurs que les gestionnaires de ce milieu.

Références

BECHTEL, C.; JAYARAM, J. «Supply Chain Management : A Strategic Perspective», *International Journal of Logistics Management*, vol. 8, n° 1, 1997, p. 15-34.

BEAULIEU, M.; MARTIN, R.; LANDRY, S. *Logistique à rebours : synthèse de la littérature et typologie*, Montréal, Groupe de recherche CHAÎNE, 1999, cahier 99-01, 13 p.

BERREBY, D. «La complexité, le chaos et le manager», *L'Expansion Management Review*, n° 90, 1998, p. 6-14.

BHAT, V. N. «Green Marketing Begins with Green Design», *Journal of Business & Industrial Marketing*, vol. 8, n° 4, 1993, p. 26-31.

BRENNAN, L.; GUPTA, S.M.; TALEB, K.N. «Operations Planning Issues in an Assembly/Disassembly Environment», *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 14, n° 9, 1994, p. 57-67.

BROCKMANN, T.; «21 Warehousing Trends in the 21st Century», *IIE Solutions*, vol. 31, n° 7, 1999, p. 36-40.

CHAPDELAIN, B. «Nos papetières en péril vert», *Revue Commerce*, vol. 93, n° 7, 1991, p. 45-48.

DAVIS, J.A.; SHEAR, H.; LAWRENCE, J.G.; RECTOR, P. «Reverse Logistics Pipeline», in *Annual Conference Proceedings*, California, Council of Logistics Management, 1995, p. 425-430.

De ROSNAY, J. *Le microscope*, Paris, Seuil, 1975, 346 p.

FLEISCHMANN, M.; BLOEMHOF-RUWAARD, J.M.; DEKKER, R.; van der LAAN, E.; van NUNEN, J.A.E.E.; van WASSENHOVE, L.N. «Quantitative Models for Reverse Logistics : A Review», *European Journal of Operational Research*, vol. 17, n° 1, 1997, p. 1-17.

FUNK, J.L. «Just-in-Time Manufacturing and Logistical Complexity : A Contingency Model», *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 15, n° 5, 1995, p. 60-71

GENELOT, D. *Manager dans la complexité*, Paris, INSEP Édition, 1998, 363 p.

GINTER, P.M.; STARLING, J.M. «Reverse Distribution Channels for Recycling», *California Management Review*, vol. 20, n° 3, 1978, p. 72-82.

GULTINAN, J.P.; NWOKOYE, N.G. «Developing Distribution Channels and Systems in the Emerging Recycling Industries», *International Journal of Physical Distribution*, vol. 6, n° 1, 1975, p. 28-38.

JAHRE, M. «Household Waste Collection as a Reverse Channel», *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 25, n° 2, 1995, p. 39-55.

KIM, K.; FRAZIER, G.L. «A Typology of Distribution Channel Systems : A Contextual Approach», *International Marketing Review*, vol. 13, n° 1, 1996, p. 19-32.

KOPICKI, R.; BERG, M.J.; LEGG, L.; DASAPPA, V.; MAGGIONI, C. *Reuse and Recycling – Reverse Logistics Opportunities*, Illinois, Council of Logistics Management, 1993.

LAMBERT, D.M; COOPER, M.C.; PAGH, J.D. «Supply Chain Management : Implementation Issues and Research Opportunities», *International Journal of Logistics Management*, vol. 9, n° 2, 1998, p. 1-19.

LANFRANCHINI, J.-J. «Le recyclage et le réemploi des matériaux de l'automobile», *Annales des mines*, octobre 1991, p. 130-135.

MACK, M. «Une visite de la théorie de la complexité», *L'Expansion Management Review*, n° 83, 1996, p. 107-114

MEYER, H. «Many Happy Returns», *Journal of Business Strategy*, vol. 20, ° 4, 1999, p. 27-31.

OSKAMP, S.; WILLIAMS, R.; UNIPAN, J.; STEERS, N.; MAINIERI, T.; KURLAND, G. «Psychological Factors Affecting Paper Recycling by Business», *Environment and Behavior*, vol. 26, n° 4, 1994, p. 477-503.

POIRIER, C.C.; REITER, S.E. *Supply Chain Optimization*, San Francisco, Berrett-Koehler Publishers, 1996, 300 p.

POHLEN, T.L.; FARRIS, T. «Reverse Logistics in Plastics Recycling», *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 22, n° 7, 1992, p. 35-47.

ROGERS, D.S.; TIBBEN-LEMBKE, R.S. *Going Backwards : Reverse Logistics Trends and Practices*, Reno, University Of Arizona, 1998, 275 p.

SISODIA, R.S. «Competitive Advantage Through Design», *Journal of Business Strategy*, vol. 13, n° 6, 1992, p. 33-40.

SHEAR, H. «Reverse Logistics : An Issue of Bottom-Line Performance», *Chain Store Age*, vol. 73, n° 1, 1997, p. 224.

STACEY, R.D. «The Science of Complexity : An Alternative Perspective for Strategic Change Processes», *Strategic Management Journal*, vol. 16, n° 6, 1995, p. 477-495.

STEVENS, G.C. «Integrating the Supply Chain», *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, vol. 19, n° 8, 1989, p. 3-8.

SYLVAIN, F. *Dictionnaire de la comptabilité et des disciplines connues*, Montréal, Institut Canadien des Comptables agréés, 1986, 662 p.

TRUNICK, P.A. «Build for Speed», *Transportation & Distribution*, vol. 37, n° 2, 1996, p. 67-70.

VAN DER VAART, J.T.; De Vries, J.; WIJNGRAARD, J. «Complexity and Uncertainty of Materials Procurement in Assembly Situations», *International Journal of Production Economics*, vol. 46-47, 1996, p. 137-52.

WILDING, R. «The Supply Chain Complexity Triangle», *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 28, n° 8, 1998a, p. 599-616.

WILDING, R. «Chaos Theory : Implications for Supply Chain Management», *International Journal of Logistics Management*, vol. 9, n° 1, 1998b, p. 43-56.

ZIKMUND, W.G.; STANTON, W.J. «Recycling Solid Wastes : A Channels-of-Distribution Problem», *Journal of Marketing*, vol. 35, juillet 1991, p. 34-39.