

Conception et pilotage de boucle d'approvisionnement

Contexte de déploiement d'un réseau d'attribution, de maintenance, de récupération, de traitement et de redistribution de fauteuils roulants

Marc Chouinard, Sophie D'Amours, Daoud Aït-Kadi

Septembre 2006

Document de travail DT-2006-SD-01

Centre de recherche sur les technologies de l'organisation réseau (CENTOR)
Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport (CIRRELT)
Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et en intégration sociale (CIRRIS)

Université Laval, Québec, G1K 7P4, Canada

© Centor, 2006



Conception et pilotage de boucle d'approvisionnement
Contexte de déploiement d'un réseau d'attribution, de maintenance, de
récupération, de traitement et de redistribution de fauteuils roulants

Marc Chouinard^{1,2}, Sophie D'Amours¹ et Daoud Aït-Kadi^{1,2}

{Marc.Chouinard; Sophie.D'Amours; Daoud.Aït-Kadi}@cirreлт.ulaval.ca

1. Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport (CIRRELT),
Centre de recherche sur les technologies de l'organisation réseau (CENTOR),
Faculté des sciences et génie, Département de génie mécanique, Université Laval, Québec, Québec, Canada,
G1K 7P4
2. Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et en intégration sociale (CIRRIIS),
Institut de réadaptation en déficience physique de Québec, 525 boul. Hamel, Québec, Québec, Canada,
G1M 2S8

Résumé : Cet article se veut être un guide pour les chercheurs et les gestionnaires dans leur démarche d'ingénierie ou de réingénierie de boucle d'approvisionnement, soit de réseau logistique intégrant la récupération de produits inutilisés, leur traitement et la redistribution des matériels réutilisables. Différents niveaux décisionnels y sont caractérisés, depuis l'identification des besoins ou des attentes des utilisateurs finaux, en passant par la conception et la gestion des produits sur tout leur cycle de vie, des processus et du réseau logistique ainsi que par la planification et l'ordonnancement des activités. Plusieurs contributions importantes relevées de la littérature y sont identifiées. Il présente la démarche de réingénierie de réseau logistique abordée pour le contexte d'attribution, de récupération et de traitement de fauteuils roulants pris en charge dans la province de Québec, au Canada, par un organisme payeur public. Une brève discussion est portée sur cette démarche de réingénierie à l'égard des rôles des unités d'affaires impliquées.

Mots-clés : Boucle d'approvisionnement, logistique inversée, chaîne de valeur.

1 INTRODUCTION

La maîtrise de la logistique est un facteur de succès incontournable dans tous les secteurs industriels. Elle relève de différentes décisions prises par les gestionnaires, depuis la conception de produits

jusqu'à leur livraison aux utilisateurs finaux. Les retours de marchandise, leur traitement et leur redistribution affectent désormais la manière d'aborder ces décisions. Ils affectent la manière de concevoir les produits, de les suivre et de les contrôler sur tout leur cycle de vie ainsi que de concevoir et de gérer le réseau logistique. C'est toute la chaîne de valeur d'une organisation qui se voit ainsi affectée. En parallèle avec la chaîne de valeur présentée par Porter (1985), ce papier introduit la notion de boucle de valeur. Les niveaux décisionnels reliés à chacune des activités primaires qui la composent sont caractérisés, plus particulièrement en ce qui a trait à la portion de la logistique inversée. Les principales contributions touchant chacune d'eux sont identifiées. La manière d'aborder ces différents niveaux décisionnels face au contexte de distribution et de récupération de fauteuils roulants pris en charge par un assureur public dans la province de Québec (Canada) est ensuite présentée. Le rôle des parties impliquées face à la récupération, le traitement et la redistribution des fauteuils roulants fait finalement l'objet d'une discussion.

2 BOUCLE DE VALEUR

La notion de chaîne de valeur a été introduite par Porter (1985) à l'égard de la chaîne d'approvisionnement. Elle présente le cumul des coûts engendrés tout au long d'un réseau logistique et, par conséquent, la valeur que le consommateur ultime sera prêt à payer pour l'obtention d'un produit. Deux principales catégories d'activités caractérisent la chaîne de valeur. Les activités primaires réfèrent aux flux de matières, alors que les activités de soutien aux flux d'information et de capital. Différents niveaux décisionnels sont associés à ces activités (Figure 1) (Fleischmann *et al.*, 2000) :

- Niveau stratégique : décisions à long terme visant l'instauration des assises de fonctionnement d'une organisation (ex. : localisation des installations, allocation des produits aux installations, choix technologiques) ;

- Niveau tactique : décisions à moyen terme portant sur l'agencement et la réservation des ressources en prévision des besoins à venir d'une organisation (ex. : établissement du plan maître de production) ;
- Niveau opérationnel : décisions au jour le jour pour répondre aux sollicitations manifestées à une organisation (ex. : planification de la production et de la distribution).

L'intégration de la logistique inversée à la chaîne d'approvisionnement, visant la création d'une boucle d'approvisionnement, modifie cette notion de chaîne de valeur. Des flux additionnels de matières, d'information et de capital se voient ainsi ajoutés au fonctionnement des organisations.

Les produits récupérés peuvent être réintroduits dans la chaîne originale d'approvisionnement (boucle fermée) ou être redirigés vers des marchés alternatifs (boucle ouverte). Suite à leur traitement, les produits récupérés peuvent servir d'alternative aux produits neufs. Ils peuvent voir leur vie utile se prolonger par leur réutilisation dans la forme originale, avec un niveau de qualité inférieur ou égal à ceux à l'état neuf. Les produits peuvent également être désassemblés pour la récupération de pièces de rechange, servant notamment à la réparation des produits en circulation et à l'assemblage de nouveaux produits, ou encore pour la récupération de matériaux dédiés au recyclage. D'autres produits auront cependant atteint la fin de leur cycle de vie, en raison de contraintes techniques, économiques, environnementales ou autres (Chouinard, 2003; Krikke, 1998), et devront être disposés proprement (ex. : incinération) ou être orientés vers une seconde vie (ex. : conversion des produits pour une autre forme d'usage).

Les produits récupérés représentent des sources alternatives d'approvisionnement. Ces sources ne sont cependant pas aussi fiables que celles de la chaîne d'approvisionnement. Les matériels peuvent provenir de l'un des acteurs du réseau logistique, notamment en ce qui a trait aux emballages et aux sous-produits résultant des activités de transformation (ex. : production ou valorisation) et ainsi qu'aux renouvellement des stocks. Ils peuvent également provenir des utilisateurs finaux, suite à un

rappel du fabricant, d'un retour sous garantie ou tout simplement suite à une inutilisation de la part de l'utilisateur. Le moment de retour, plus particulièrement de la part de l'utilisateur final, peut difficilement être connu d'emblée. Il dépend généralement de la capacité des produits à répondre aux besoins spécifiques des utilisateurs ainsi que des conditions d'utilisation et d'entretien auxquelles ils sont soumis. Ce contexte affecte la quantité et la qualité des produits retournés à l'organisation dans le temps et par conséquent, la variété de produits à gérer. Les activités de logistique inversée se distinguent donc de celles de la chaîne d'approvisionnement par le caractère distinctif de chaque situation de récupération.

Les attentes et contraintes à l'égard de la réalisation des activités liées à la récupération des produits inutilisés, leur traitement et la redistribution des matériels réutilisables peuvent différer de celles de la chaîne d'approvisionnement. Elles découlent bien souvent de pressions légales (ex. : « *Waste Electrical and Electronic Equipment – WEEE* ») ou économiques (ex. : commerce électronique). Les niveaux de service à l'égard de la récupération et de la redistribution des produits valorisés peuvent différer de ceux de la distribution de produits neufs. Les délais de récupération ne sont généralement pas aussi contraignants pour les organisations, comparativement à la livraison. Certains types de récupération nécessiteront toutefois des interventions rapides afin d'éviter une dépréciation trop importante des produits et ainsi réduire les possibilités de traitement (ex. : ordinateur). De courts délais de livraison des produits valorisés peuvent aussi être privilégiés, comparativement aux produits neufs, afin de favoriser la redistribution.

Face à ces particularités de fonctionnement, l'objectif des organisations sera alors de mettre en place des mécanismes visant la récupération de valeur des produits récupérés par leur réintroduction efficace sur les marchés, dans leur forme originale ou non, ou par leur disposition propre.

3 NIVEAUX DÉCISIONNELS RELIÉS AUX ACTIVITÉS PRIMAIRES ET DE SOUTIENT

Les capacités de récupération de valeur des organisations dépendent de leur capacité à analyser leur chaîne de valeur ainsi que d'intégrer, d'organiser, de planifier, de réaliser et de contrôler les activités de logistique inversée parmi les activités courantes. La portée de cette intégration peut toucher plusieurs activités (Figure 1) et niveaux décisionnels d'une organisation (Tableau 1). Un portait global de cette portée est dressé dans cette section. Les principales contributions relevées de la littérature, adressant des axes spécifiques reliés à la conception et la gestion de boucle d'approvisionnement, sont identifiées.

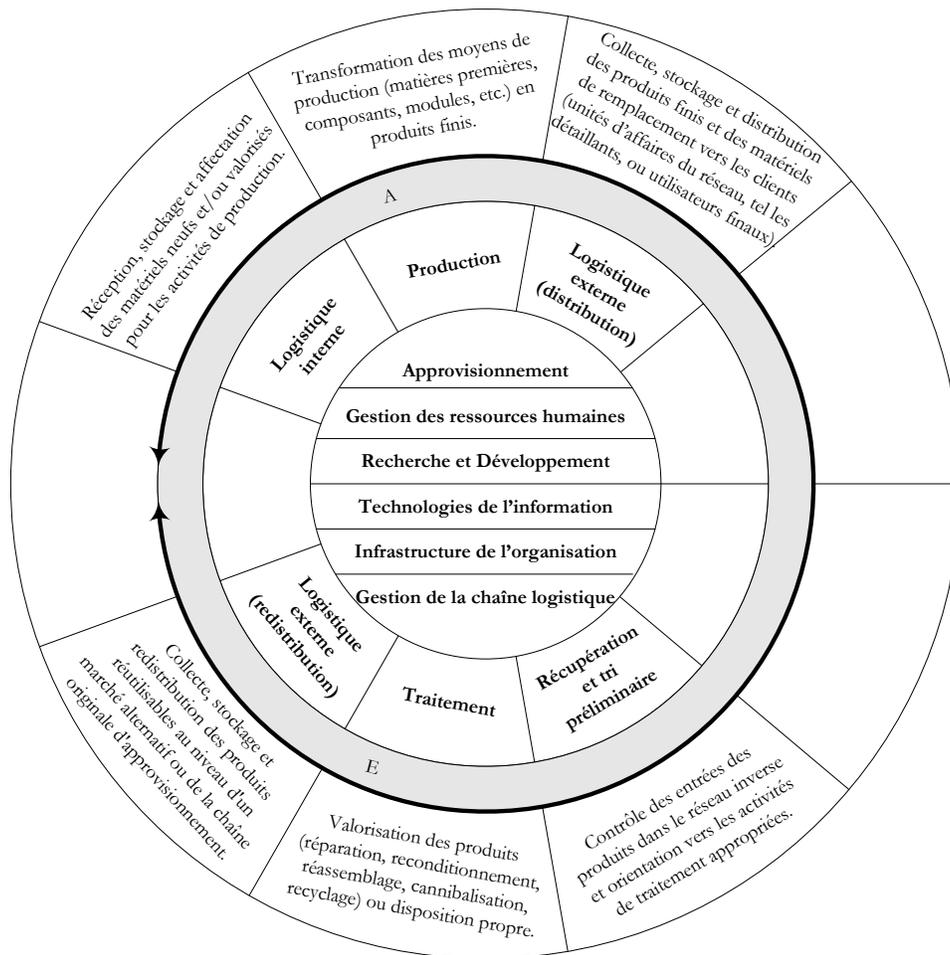


Figure 1 : Boucle de valeur.

Les orientations visant la mise en place d'une boucle d'approvisionnement doivent être compatibles avec la stratégie d'affaires et la mission que s'est données ou que se donne désormais l'organisation. Elles supposent au préalable qu'une analyse des potentiels de récupération de valeur ait été complétée (Guide et Van Wassenhove, 2001). Elle s'appuie d'une compréhension des besoins et des attentes manifestés à l'organisation envers la récupération de produits inutilisés et la redistribution de produits valorisés ainsi que des implications entourant la réalisation de ces activités (sections 3.1 et 3.2). Cette compréhension conduira à la définition de problématiques rencontrées par l'organisation. Les problématiques pourront couvrir une ou plusieurs activités primaires et de soutien et porteront sur un ou plusieurs niveaux décisionnels. Des moyens seront à développer ou à améliorer pour répondre aux problématiques rencontrées, et ainsi atteindre les orientations ciblées. Ils seront évalués, comparés et validés. Des méthodes adaptées à chaque problématique seront identifiées, acquises ou développées par l'organisation pour déterminer le moyen adapté à chaque problématique, suivant ses contraintes et ses objectifs propres. Ces méthodes feront appel à des analyses qualitatives ou quantitatives (programmation mathématique, simulation, etc.). Les moyens retenus préciseront les efforts de déploiement requis, incluant les investissements en capital (équipements, installations, main-d'œuvre qualifiée, etc.). Ils seront implantés progressivement suivant un plan d'action donné, de sorte à réduire l'impact sur le fonctionnement de l'organisation (coûts, délais). Toutes modifications à apporter au réseau, aux produits et aux processus devront être développées et validées suivant l'expertise des intervenants concernés sur le terrain. Un système d'autant plus performant sera alors développé avec une réticence aux changements réduite. Ce papier ne propose pas une synthèse des méthodes mises à la disposition des organisations pour concevoir ou gérer les boucles d'approvisionnement, mais caractérise les niveaux décisionnels liés à la logistique inversée. Plusieurs des références identifiées adressent une synthèse des méthodes couramment abordées à l'égard d'axes spécifiques à la logistique inversée.

3.1 DÉCISIONS STRATÉGIQUES

Les décisions stratégiques visent à déterminer la forme que prendra l'intégration de la logistique inversée au fonctionnement courant de l'organisation. Globalement, ces décisions portent sur la manière de concevoir les produits, d'organiser les processus et les échanges dans le réseau.

3.1.1 MARCHÉS CIBLES

Avant d'entreprendre les modifications à son fonctionnement, l'organisation déterminera les marchés, le type de clients (unités d'affaires du réseau ou utilisateurs finaux) et le type de produit ciblés ainsi que les attentes à l'égard des produits et des services (Datta, 1996 ; Beaumont, 1989). Les besoins des clients seront caractérisés sur la base de données démographiques (âge, sexe, classe sociale, conditions et intensité d'utilisation), mais également de données relatives aux produits mis en circulation (état, âge, loi de dégradation) (Chouinard *et al.*, 2007). Au besoin, le territoire couvert par l'organisation sera divisé en zones géographiques restreintes, désignées ici en terme de zones d'utilisateurs, pour souligner la proximité des clients aux produits et aux services ainsi que l'ampleur des besoins à leur égard. Des familles de produits pourront être distinguées pour simplifier cette caractérisation. Elles serviront à refléter les besoins distinctifs des clients, mais aussi les efforts à déployer par l'organisation pour supporter un ou plusieurs stades de cycle de vie des produits. Suivant les informations disponibles sur les marchés cibles, des prévisions seront faites sur les volumes de demande et de récupération afin de mieux maîtriser leur évolution. Chaque zone peuvent être abordées séparément afin d'apprécier leur profil distinctif. Toutes ces informations serviront à définir les spécifications à atteindre à l'égard des produits (niveau de qualité, caractéristiques physiques, fonctionnelles, environnementales, coûts, niveau de personnalisation, etc.) et des services (coûts, niveaux de service), soit suivant les attentes perçues ainsi que les contraintes et les capacités de l'organisation. Elles dicteront la manière d'organiser le réseau, les processus et les produits de l'organisation.

3.1.2 RÉSEAU

Plusieurs considérations influenceront la structure du réseau logistique, tant à l'égard de la logistique inversée que de la chaîne d'approvisionnement (Chouinard, 2003). Le réseau peut opérer en boucle ouverte ou en boucle fermée (section 2). La boucle ouverte permet d'éviter le mélange des produits neufs et des produits valorisés sur les mêmes marchés. La boucle fermée peut nécessiter la reconfiguration des chaînes courantes d'approvisionnement, afin de tenir compte de la réintroduction possible des produits sur les marchés. Les activités de logistique inversée peuvent être partiellement ou complètement externalisées, suivant les compétences que l'organisation désire maintenir ou développer. Les activités de logistique inversée peuvent être réalisées par des installations dédiées ou intégrées à celle de la chaîne d'approvisionnement. Le recours aux ressources en place permet de profiter des compétences acquises à l'égard des produits et des processus. Les activités de logistique inversée peuvent se présenter sous une intégration verticale et horizontale. Le premier niveau d'intégration précise le nombre de voies possibles dans le réseau (centralisation/décentralisation) et le second le nombre de niveaux d'installations au sein de chaque voie. La centralisation peut permettre d'atteindre une certaine économie d'échelle et d'envergure, alors que la décentralisation assure une meilleure proximité avec les clients (échange d'information, délai de service, etc.). Le nombre d'acteurs dans chaque voie dépend notamment des ressources et compétences mises à la disposition ainsi que des volumes de produits impliqués.

Différentes installations potentielles peuvent être considérées pour former le réseau. Plusieurs modes (camion, train, bateau, avion, etc.) et alternatives de transport (flotte privée ou prestataire de service logistique) peuvent aussi assurer les liaisons entre les installations. Les différentes options possibles seront comparées et évaluées, sur la base de divers critères (coûts de la main-d'œuvre, accessibilité à la matière première et proximité des marchés, etc.), de sorte à retenir celles les plus appropriées au contexte de l'organisation et ainsi déterminer le réseau potentiel (Brown et Gibson,

1972). Le choix final parmi toutes les options possibles se fera généralement suite à une analyse économique de la configuration du réseau (Chouinard *et al.*, 2007 ; Fleischmann, 2001). Elle prendra en considération les contraintes du réseau, tels les contraintes de capacité, les sources de demandes et de retour et les alternatives de traitement envisageables, en abordant explicitement ou non l'état des produits récupérés. Des niveaux de service et des conditions d'approvisionnement (coûts, délais, disponibilité, etc.) différents à l'égard des produits neufs et valorisés influenceront la configuration du réseau. La configuration aura un impact sur les coûts de fonctionnement, et par conséquent sur le prix des produits et des services, et le partage de revenus dans le réseau (Savaskan *et al.*, 1999; Savaskan et Van Wassenhove, 2000).

Un changement du modèle d'affaires de l'organisation, notamment à l'égard d'alliance stratégique ou de collaboration (Debo *et al.*, 2003), d'approche par commerce électronique ou encore de location plutôt que de la vente de produits (Monte *et al.*, 2006), peut nécessiter une révision de la configuration du réseau logistique. La modification du partage des risques, des responsabilités et des bénéfices peut effectivement entraîner un changement de rôle des unités d'affaires et nécessiter une dynamique différente dans le réseau.

3.1.3 PRODUITS

Les produits sont généralement conçus de sorte à simplifier et même à rentabiliser les activités du réseau manufacturier. Jusqu'à récemment, les produits étaient essentiellement pensés en perspective des activités de production (conception pour l'assemblage [DFA] et la manufacture [DFM]). La tendance actuelle à l'offre de service plutôt qu'aux produits seuls amène les organisations à se préoccuper davantage de la qualité de leurs produits en cours d'utilisation (conception pour la qualité [DFQ], la maintenabilité [DFMt] et la fiabilité [DFR]). Les pressions environnementales de plus en plus fortes les poussent aussi à étendre leurs responsabilités à l'égard des produits sur tout leur cycle

de vie (conception la récupération [DFR], le désassemblage [DFD], la gestion du cycle de vie des produits [DFLC] et la prise en compte des considérations environnementales [DFE]). Ces notions sont souvent désignées sous le concept global de Design for X (Kuo *et al.*, 2001). Les décisions de conception de nouveaux produits (ex. : choix des matériels, modularisation, jauge d'usure, etc.) et de modifications des produits en circulation (ex. : mise à jour ou remplacement des technologies), notamment suite à la valorisation, influenceront la manière de réaliser les activités dans le réseau, le prix de vente des produits ainsi que le niveau de demande et de retour à leur égard (Debo *et al.*, 2006 ; Debo *et al.*, 2005 ; Debo *et al.*, 2003).

3.1.4 PROCESSUS

La viabilité de fonctionnement du réseau repose sur la manière d'organiser et d'agencer les processus à réaliser et de définir les ressources requises à leur accomplissement. Des ressources spécialisées ou du moins flexibles peuvent être exigées face à la diversité et à la complexité des opérations, dues entre autres au niveau d'incertitudes relié à la logistique inversée. Le choix des ressources ou encore le choix technologique peut se faire lors de la conception du réseau (Martel, 2004) et des installations (Asef-Vaziri and Laporte, 2005 ; Hassan, 2000). La conception des installations sera généralement abordée de sorte à réduire les coûts et les efforts d'implantation, tout en améliorant les échanges entre les postes de travail. Les espaces de travail et d'entreposage seront aménagés de sorte à assurer une manipulation efficace et sécuritaire des produits (récupérés, neufs ou valorisés). Au besoin, des moyens de manutention adaptés seront sélectionnés (de Brito et de Koster, 2003), pouvant servir ou non à la fois aux activités du réseau direct et inverse entre les acteurs internes et/ou externes. Il peut s'agir de moyens durable ou non dont le nombre sera suffisant face aux échanges rencontrés.

Les échanges de matières et d'information seront supportés et synchronisés par des systèmes d'information adaptés à la diversité de produits (en circulation, récupérés, triés, neufs et valorisés).

Ils seront contrôlés à l'aide d'indicateurs de performance clairement identifiés (Beamon, 1998). Toute l'information requise à l'identification des produits manipulés et à leur orientation potentielle dans le réseau inverse devra y être contenue (Chouinard *et al.*, 2005 ; Kokkinaki *et al.*, 2003). Des outils d'aide à la décision et des outillages adaptés pourront être envisagés pour une standardisation partielle ou complète des résultats engendrés des activités, notamment en regard du tri et de la valorisation des produits. Les incertitudes dans le réseau pourront ainsi être réduites ou du moins être mieux maîtrisées. Le transport, la manutention et même le suivi des produits sur tout leur cycle de vie peuvent soulever des intérêts face à la traçabilité. Des nouvelles technologies ayant démontrées leur efficacité pour la chaîne d'approvisionnement (Gunasekaran *et al.*, 2006), tel le RFID, peuvent être considérées à l'égard de la logistique inversée. On souhaitera alors mettre en place toutes les mesures permettant d'assurer l'accessibilité aux produits, tant neufs que valorisés, et ainsi contribuer aux possibilités de récupération de valeur. Adéquatement supportés, les retours peuvent représenter une forme de feedback des clients (Mason, 2002) qui pourra éclairer l'organisation quant aux améliorations à apporter aux produits ainsi qu'aux processus opérationnels et décisionnels.

3.2 DÉCISIONS STRATÉGIQUES, TACTIQUES ET OPÉRATIONNELLES SPÉCIFIQUES AUX ACTIVITÉS PRIMAIRES

Les diverses activités primaires de la boucle d'approvisionnement requièrent des attentions particulières en vue de leur mise en œuvre. Les activités primaires abordées dans cette section réfèrent spécialement à la récupération, au traitement et à la redistribution. Au niveau stratégique, des politiques seront établies pour régir les flux de matériels, d'information et de capital au cours des activités. Les décisions tactiques et opérationnelles porteront quant à elles principalement sur l'affectation des ressources aux activités suivant les besoins manifestés au réseau et de ses capacités.

Chacune des activités primaires est ici d'abord traitée séparément. Leur coordination est abordée en fin de section.

3.2.1 SERVICE APRÈS-VENTE

Le service après-vente, spécialement en regard aux interventions de maintenance, est inclus ici parmi les activités primaires reliées à la logistique inversée. Ces interventions ont pour objectif de maintenir ou de rétablir à un certain niveau la qualité des produits en circulation. Elles peuvent permettre une récupération ultérieure de produits en meilleur état. Elles peuvent aussi servir à noter les changements portés à la composition et à l'état des produits en circulation, ce qui facilite l'identification des produits retournés et les prises de décision à leur égard.

La maintenance peut se produire sous la garantie du manufacturier. La fiabilité et la maintenabilité des produits et des composants qui les constituent permettent d'évaluer l'étendue de la garantie offerte (Dhillon, 1999). La fiabilité est la probabilité qu'un produit accomplisse la fonction pour laquelle il a été conçu sur une période de temps donnée et dans des conditions données. La maintenabilité est la probabilité qu'un produit soit remis en état de fonctionnement dans des limites de temps spécifiées, pour des procédures prescrites et des conditions données. Ces caractéristiques doivent être déterminées tant pour les produits neufs que valorisés. Elles doivent tenir compte, suivant la situation, du recours possible à des matériels valorisés comme alternative aux matériels équivalents à l'état neufs lors de la réparation.

Pour que l'organisation puisse rétablir ou maintenir le niveau de qualité des produits en circulation de façon économique, des politiques d'entretien seront définies. Elles seront abordées de manière à établir l'étendue des actions à apporter (maintenance préventive, corrective et/ou opportuniste), le type de matériel à utiliser lors des remplacements (neufs et/ou valorisés) et l'intervalle qui séparera deux interventions préventives. C'est sur la base de ces politiques que la disponibilité des ressources

humaines et matérielles sera planifiée. Une fois le moment de maintenance venue, on établira l'ordre d'exécution des activités et les actions détaillées à porter aux produits. Ces décisions prendront en considération l'ajout possible de défaillances inattendues, en regard aux interventions à réaliser et à l'introduction possible de nouvelles interventions. Les activités devront être réalisées en respect avec les standards de qualité de l'organisation, afin d'obtenir ou de maintenir la confiance des clients.

Le service après-vente peut enclencher les activités de logistique inversée. Des composants peuvent effectivement être remplacés des produits réparés. Les produits complets peuvent également être remplacés, lorsque les conditions de garantie le permettent ou tout simplement suite à une décision prise de la part de l'utilisateur ou du centre de service impliqué.

3.2.2 RÉCUPÉRATION

L'étape de récupération présente deux principaux rôles dans le réseau inverse. Elle contrôle d'abord l'entrée des produits dans le réseau inverse. Les produits récupérés sont ensuite orientés vers la ou les alternatives de traitement appropriées. C'est au cours de cette étape que les produits sont identifiés et que leur état général est évalué afin d'estimer leur potentiel de récupération de valeur.

Deux catégories de système de récupération peuvent être distinguées (Guide et van Wassenhove, 2000). Il y a la récupération de rebuts (« *waste stream* »), qui représente une acceptation passive des produits inutilisés face à la responsabilité accrue des organisation envers leurs produits, et la récupération mercatisée (« *market-driven system* »), qui représente les retours motivés par des incitatifs financiers mis en place par l'organisation (crédit, remboursement, dépôt). Pour le premier cas, le niveau moyen de qualité des produits récupérés est généralement plus bas. Les niveaux d'incertitudes sont également plus élevés. Les efforts et les ressources à déployer pour la prise en charge de ce type de retour seront donc plus importants.

La récupération des produits inutilisés auprès des utilisateurs peut également prendre deux formes (Beullens, 2004; Beullens *et al.*, 2003) : les produits inutilisés peuvent être retournés par les clients au niveau de points de collecte préétablis (retour volontaire ou expédition) ou être recueillis directement chez le client par l'organisation (service de récupération). L'infrastructure du réseau et, au besoin, la manière de procéder à la collecte auprès des utilisateurs finaux sera alors à établir (section 3.2.7).

Peu importe la situation, le contrôle de l'entrée des produits dans le réseau inverse s'appuie des politiques de récupération établies par l'organisation. Elles devront être clairement définies et transparentes aux clients pour éviter toutes ambiguïtés à l'égard des retours. Elles dictent sous quelles conditions les retours peuvent être autorisés (qualité du produit, état de l'emballage, délai depuis l'achat, etc.) et, au besoin, la manière d'établir les montants remboursés ou crédités. Les politiques peuvent être caractérisées de très libérales à très conservatives (Rogers et Timben-Lembke, 1999), ce qui aura un impact inévitable sur les volumes de retour rencontrés. Les politiques peuvent influencer les décisions d'achats des clients, particulièrement dans un contexte d'achats électroniques (Mukhopadhyay et Setoputro, 2004) ou de personnalisation de produits (Mukhopadhyay et Setoputro, 2005). Les politiques peuvent favoriser les retours au sein de l'organisation, de sorte à éviter les pertes vers des concurrents potentiels et vers des marchés alternatifs non contrôlés par l'organisation. Elles peuvent aussi contribuer à l'image de marque. Les contraintes environnementales abordées par l'organisation affecteront aussi les volumes de demande et de retour rencontrés par l'organisation (Georgiadis et Vlachos, 2004).

Les décisions à l'égard de l'orientation des produits dans le réseau inverse repose quant à elles sur les possibilités de récupération de valeur suivant l'état général des produits. L'état général des produits récupérés pourra être évalué dès la récupération, afin d'autoriser ou non le retour et de déterminer le montant à rembourser ou à créditer. Cette évaluation pourra aussi être réalisée ou approfondie suite à la récupération, afin d'orienter les produits dans le réseau inverse. L'objectif de la démarche sera

d'éviter des coûts inutiles par l'entreposage, le transport et la manutention des produits et leur traitement. Deux politiques d'orientation des produits vers les alternatives de traitement peuvent alors être envisagées. On pourra retenir l'alternative de traitement qui respecte au mieux la condition du réseau (volumes de retours et de demande, capacité des sites, niveau des stocks), mais qui ne favorise pas forcément la récupération de valeur maximale des produits, ou encore retenir l'alternative avec la meilleure possibilité de récupération de valeur (Chouinard *et al.*, 2005; Inderfurth et Teunter, 2001). Pour ce dernier cas, on pourra attendre que des besoins se manifestent réellement à l'égard de produits valorisés avant d'entreprendre le traitement (Chouinard *et al.*, 2005).

3.2.3 TRAITEMENT

Au cours des activités de traitement, des transformations seront portées aux produits afin de permettre leur réutilisation ultérieure, dans leur forme originale ou non, ou de voir à la fin de leur cycle de vie. Le traitement inclut la réutilisation directe, la valorisation [réparation, reconditionnement, réassemblage, désassemblage pour la récupération de matériel réutilisables (cannibalisation) et le recyclage] et la disposition propre (Thierry *et al.*, 1995 ; Chouinard, 2003). La réutilisation directe peut notamment nécessiter un emballage ou une reconfiguration des produits. La valorisation fait généralement intervenir un certain degré de désassemblage (Inderfurth et Teunter, 2001), la réparation ou le remplacement de matériels constitutifs, la mise au point et le nettoyage des produits. Quant à la disposition finale des produits (ex. : matières dangereuses), des règles peuvent être à respecter par l'organisation. Les activités seront réalisées de manière à tenter de récupérer de la valeur des produits récupérés, suivant la politique d'orientation des produits dans le réseau inverse : récupération maximale de valeur des produits récupérés ou minimisation des coûts (maximisation des profits).

Les décisions de traitement visant la récupération de valeur maximale impliquent une analyse comparative des coûts et/ou des revenus potentiels résultant du traitement (Krikke, 1998). On cherchera à déterminer l'alternative de traitement la plus favorable pour l'organisation à l'égard de chaque produit, en tenant compte ou non du traitement des composants constitutifs. Les décisions de traitement orientées sur la minimisation des coûts (maximisation des profits) se feront en analysant différents compromis quant aux alternatives de traitement, de stockage, de transport ainsi que de production et d'approvisionnement (Chouinard *et al.*, 2007). Dans les deux cas, les décisions peuvent se faire en tenant compte ou non de la diversité des résultats suivant l'état des produits impliqués (Aras *et al.*, 2004), engendrés par les divers moyens de traitement envisagés (Teunter, 2005). La première stratégie permet de déterminer au préalable les volumes de produits à orienter vers chaque alternative de traitement avant d'entreprendre les décisions ou les actions, alors que la seconde nécessite d'intégrer l'orientation des produits aux prises de décision. Le traitement des produits pourra se faire en réponse partielle ou complète à la demande manifestée pour les différents produits (produits finis, modules d'assemblage, composants, matières premières).

L'orientation des produits dans le réseau inverse requière une certaine connaissance des produits, des alternatives de traitement et des résultats pouvant en découler (Teunter, 2005 ; Lambert et Gupta, 2003; Inderfurth et Teunter, 2001), suivant les faisabilités techniques, économiques, commerciales et environnementales (Chouinard *et al.*, 2007 ; Krikke, 1998). La séquence de transformation des produits (assemblage, désassemblage et réassemblage) et les procédures utilisées (ex : destructive ou non destructive) seront alors à établir au préalable. Les coûts et les bénéfices, économiques et mêmes environnementaux, reliés à chaque alternative de traitement seront aussi identifiés, et ce, pour chaque produit (produits finis, modules d'assemblage, composants et matières premières). Les informations seront traduites sous forme d'arbre hiérarchique ou encore de nomenclature (Lambert, 2003), faisant intervenir des produits ou des familles de produits (produits

finis, modules d'assemblage, composants et matières premières) suivant le niveau décisionnel considéré. Les produits seront agrégés, sur la base de similitudes fonctionnelles (face aux besoins des clients), opérationnelles et logistiques (face au cheminement possible des produits dans le réseau), en un nombre plus restreint de famille pour des décisions stratégiques, moins restreint pour des décisions tactiques et seront généralement considérés individuellement pour des décisions opérationnels. Tous nouveaux produits introduits dans le réseau pourront être intégrés à une famille existante suivant les similitudes avec les produits courants. Ces informations peuvent servir à fixer les alternatives de traitement devant servir à l'orientation des produits dans le réseau inverse lors des différents niveaux décisionnels. Elles peuvent aussi servir à représenter la hiérarchie des alternatives de traitement envisageable lors des prises de décision. Des standards de qualité à l'égard des activités de traitement devront être établis par l'organisation enfin de déterminer les mesures à mettre en place visant à les faire respecter.

La planification des activités de traitement consiste à déterminer les volumes de produits orientés vers chaque alternative, les volumes de matériels générés et le moment de traitement des produits récupérés (section 3.2.9). Au niveau opérationnel, on déterminera les produits à désassembler et le niveau de désassemblage face aux besoins manifestés au réseau.

Il peut être pertinent de prendre en compte dans les décisions que l'état des produits récupérés peut influencer le prix de vente et par conséquent les revenus atteignables dans le réseau (Mitra, 2006).

3.2.4 REDISTRIBUTION

La redistribution consiste à orienter les matériels générés lors des activités de traitement vers leur prochaine étape de cycle de vie. Les produits réutilisables seront redistribués vers l'une des unités d'affaires du réseau (boucle fermée), notamment afin d'alimenter les activités de production, de maintenance, de valorisation ou tout simplement pour répondre aux besoins de nouveaux

utilisateurs, ou encore vers des unités d'affaires opérant au niveau de marchés alternatifs (boucle ouverte). Les matériels qui auront été rejetés lors des activités de traitement, puisqu'ils ne répondent à aucun besoin du réseau ou qu'ils auront atteint la fin de leur cycle de vie, seront quant à eux acheminés vers les sites ciblés pour leur disposition propre. La redistribution sera abordée suivant le type de demande à combler et le niveau de service à atteindre.

Le réseau peut opérer sous un mode de redistribution référant aux caractéristiques de l'une ou l'autre stratégie générale de pilotage (Chouinard *et al.*, 2005 ; Guide *et al.*, 2003) : stratégie en flux poussés (« *push* » ou « *remmanufacture-to-stock* ») ou stratégie en flux tirés (« *pull* » ou « *remmanufacture-to-order* »). Avec une stratégie en flux poussés, les produits récupérés seront traités dès leur entrée dans le réseau inverse, afin de satisfaire des besoins ultérieurs. Pour ce qui est de la stratégie en flux tirés, les produits seront traités seulement lorsque des besoins à leur égard se seront clairement manifestés. La première approche de pilotage permet de réduire le temps de réaction du réseau face aux besoins, alors que la seconde permet d'éviter d'entreprendre des modifications inutiles aux produits, notamment dans un contexte de personnalisation. Un point de découplage peut être introduit dans le réseau afin de profiter des avantages des deux approches. Des volumes différents de produits récupérés et valorisés à entreposer se rencontreront suivant la stratégie considérée.

3.2.5 FLUX DE MATÉRIELS ET STOCKS

Les activités du réseau s'intègrent les unes aux autres notamment par les flux de matériels et les stocks. Les politiques adoptées à l'égard des différentes activités primaires dicteront les volumes de produits intégrés dans le réseau, leur orientation et la localisation de leur point de stockage. Certaines décisions porteront particulièrement sur la manière d'assurer un contrôle efficace et efficient des flux de matériel et des stocks dans le réseau.

3.2.5.1 Transports

L'échange de produits dans le réseau, entre les différentes unités d'affaires et même avec les utilisateurs finaux, se fait par l'entremise du transport. Le transport se distingue généralement par les actions de collecte et de livraison de produits.

3.2.5.2 Collecte

La collecte réfère ici tout particulièrement à la récupération des produits inutilisés auprès des clients de l'organisation, soit des unités d'affaires du réseau, tel un détaillant, ou des utilisateurs finaux (Beulens, 2004; Beulens *et al.*, 2003).

Suivant le système de collecte envisagé (section 3.2.2), l'infrastructure du réseau de collecte peut prendre différentes formes. Il peut faire intervenir des centres de dépôt non-piloté (« *unmanned* ») ou des centres de collectes intelligents avec main-d'œuvre. La localisation de ces centres peut se faire lors de la conception du réseau logistique. Cette approche peut exiger au préalable la division du territoire couvert par l'organisation en zones de récupération, qui seront représentées par les zones d'utilisateurs lorsqu'elles abordent conjointement la demande et la récupération (Chouinard *et al.*, 2007). Ces zones serviront à l'évaluation des coûts de transport et à la localisation des sites de collecte (Ballou, 1994). Les zones de récupération peuvent également être définies simultanément à la localisation de centres de collecte de sorte à minimiser les temps de réactions ou encore de sorte à optimiser la couverture des sites (Owen et Daskin, 1998). Des classes ou des familles distinctes de produits peuvent être à définir (ex. : produits électroniques, vêtements, livres ou encore matières plastiques, métaux, etc.). Elles seront requises lorsque des exigences différentes à l'égard de la récupération des produits se présenteront (contraintes environnementales, techniques, économiques, commerciales et profils de demande et de récupération), en considérant ou non l'intégration du réseau inverse au réseau directe (Chouinard *et al.*, 2007). Au besoin, le type approprié de véhicules et

la configuration requise par les classes ou les familles de produits considérées sera à déterminer (Graham, 2001).

La planification des activités de collecte consiste à déterminer le moment de visite des points de collecte et les routes empruntées par chaque véhicule, d'après la condition du réseau (volume de retour, capacité des sites et des véhicules, etc.). La planification se fera de sorte à minimiser les délais ou les distances parcourues sur chaque route ou encore à minimiser le nombre de véhicules utilisés. La planification peut nécessiter la division des zones de collecte en secteurs et, pour chaque secteur, la répartition de la cédule périodique de collecte entre plusieurs véhicules. On évaluera au besoin les gains amenés par la prise en charge conjointe de plusieurs classes ou familles de produits et par l'intégration de la collecte aux livraisons, en respectant aux besoins les contraintes de précédence. Au niveau opérationnel, les routes de véhicules seront établies sur la base des volumes de retour rencontrés. Au besoin, le format des véhicules et la manière d'intégrer la collecte aux livraisons seront abordés.

3.2.5.3 Livraison

La livraison réfère au transport des produits récupérés entre les unités d'affaires en vue de la redistribution des produits réutilisables aux utilisateurs finaux. La redistribution diffère peu de la distribution rencontrée dans les chaînes d'approvisionnement.

Tout comme pour la collecte, les centres de redistribution sont à localiser, soit lors de la configuration du réseau ou de la définition de la couverture du territoire par les centres de redistribution (section 3.2.7). Des zones distinctes de demande peuvent être à définir, particulièrement lorsque des clients et des produits différents seront impliqués ou encore lorsque ceux-ci requièrent des niveaux de service différents à l'égard de la demande et de la récupération (Chouinard *et al.*, 2007). Des classes ou des familles de produits distinctes peuvent aussi être

envisagée. La livraison peut faire intervenir autant des produits neufs que valorisés et peut même être intégrée à la collecte. La planification et l'ordonnancement des livraisons s'effectueront de manière similaire à la chaîne d'approvisionnement.

3.2.5.4 Stocks

Les stocks conservés dans le réseau ont pour objectif de pallier aux incertitudes face aux approvisionnements, tant en ce qui a trait aux délais, aux volumes de demande et de retour et la fiabilité des approvisionnements.

On distingue généralement trois types de stocks : produits récupérés, produits valorisés et produits neufs. Deux autres types de stocks peuvent également être distingués : produits triés et dédiés à une alternative de traitement et produits en circulation. Le quatrième type de stocks représente les produits dont l'état les dédie à une alternative de traitement donnée. Ces produits pourraient ultérieurement être orientés vers une alternative de traitement inférieure (possibilité de récupération de valeur inférieure), suivant la condition du réseau (volume de retour et de demande, niveau des stocks et capacités des sites). Le cinquième type de stock servirait à identifier les caractéristiques des produits en circulation afin d'anticiper ou même d'enclencher au besoin les retours de produits, lorsque certaines conditions auront été atteintes (ex. : fin de contrat de location). Chaque type de stocks représente donc un potentiel de récupération de valeur, mais pour lesquels un compromis sera à faire suivant les coûts engendrés, notamment de stockage, les niveaux de service atteignables et les possibilités de récupération de valeur.

Les coûts de stockage des produits introduits dans le réseau inverse dépendent des investissements faits depuis la récupération (Teunter *et al*, 2000). Ces investissements varieront notamment suivant l'ampleur des modifications portées aux produits, par le remplacement de composants par des équivalents à l'état neuf et/ou valorisé (Chouinard *et al*, 2007). Les coûts de stockage influenceront

notamment l'analyse comparative des coûts face au traitement, à l'entreposage, au transport, à la production et à l'approvisionnement lors des différentes prises de décisions.

La localisation des stocks sera déterminée lors de la conception du réseau et de l'aménagement des installations. En fait, des espaces d'entreposage seront mis à la disposition et la manière de configurer ces espaces sera régulièrement revue suivant le roulement des stocks. On étudiera aussi la position que prendront les points de découplage dans les processus. Différentes classes de produits pourront être à définir d'après l'importance des stocks à l'égard du bon fonctionnement du réseau. Des politiques différentes de contrôle des stocks seront retenues pour chacune des classes (Silver et Peterson, 1985).

Suivant les politiques de gestion des stocks considérées, les actions dans le réseau (récupération, traitement, transport, production et approvisionnement) seront entreprises à intervalle régulier, lorsque le volume de produits stockés aura atteint un certain niveau ou suite à une demande de l'un des clients du réseau (une unité d'affaire du réseau ou l'utilisateur final).

La planification consistera à déterminer la fréquence de révision de l'état des stocks, les moments de réapprovisionnement et les quantités nécessaires au réapprovisionnement (Fleischmann, 2001; Dekker, 2003; van der Laan *et al.*, 2003; Minner, 2001). On examinera également les possibilités de regrouper les réapprovisionnements en des tailles de lots économiques (Minner et Lindner, 2003). Les décisions se feront notamment de sorte à minimiser les coûts fixes (coûts de commande, coûts de mise en route de production/traitement des produits et coûts de transport/manutention) et variables de réapprovisionnement ainsi que les coûts de stockage, qui inclus les coûts de pertes d'opportunité liés au capital investi. L'ordonnancement des activités s'effectuera finalement suivant la condition du réseau.

3.2.5.5 Volume de demande et de récupération

Les flux de matériels dans le réseau sont initiés par des volumes anticipés ou rencontrés de demande et de récupération. Les prévisions alimenteront les décisions stratégiques et tactiques, alors que les volumes rencontrés au jour le jour appuieront les décisions opérationnelles. La qualité des prévisions dictera la qualité des décisions.

La demande peut provenir de clients actuels ou de nouveaux clients. Elle peut se présenter suite à une nouvelle acquisition ou à un remplacement (échange ou maintenance). Pour certaines situations, des produits valorisés pourront être utilisés en alternative aux produits neufs. La substitution peut être envisagée entre des produits de générations différentes. Pour d'autres, seules des produits neufs ou valorisés peuvent être envisagés. La récupération peut survenir suite à un retour volontaire (remplacement, inutilisation du produit, fin de cycle de vie) ou à des démarches entreprises par l'organisation pour récupérer les produits auprès des utilisateurs (inutilisation du produit, fin de cycle de vie et condition de retour atteinte, tel la fin de contrat de location). Les produits peuvent être récupérés dans différents états.

Les volumes de demande et de récupération peuvent ainsi être dépendants ou indépendants. Des produits et même des clients différents peuvent être impliqués au niveau de la demande et de la récupération. Des conditions différentes d'approvisionnement (quantité, qualité, coûts, délais) nécessiteront toutefois une distinction des clients (ex. : zone de demande et zone de récupération), des produits (familles ou classes de produits et états) et même des activités impliquées dans le réseau (ex. : demande suite à un remplacement, récupération suite à des démarches entreprises par l'organisation).

Différentes approches de prévisions s'offrent aux chercheurs et aux gestionnaires. Pour des prévisions à long terme, on souhaitera obtenir un portrait global des besoins manifestés au réseau, tant à l'égard de la demande que de la récupération, sur la base de données historiques portant sur le

fonctionnement du réseau. Des modèles simples, basés notamment sur les séries de temps, sont souvent indiqués (Makridakis, 1998). Puisque les clients et les produits de l'organisation risquent d'évoluer, ce qui influencera les besoins manifestés au réseau, il peut être pertinent de considérer le statut de la population des marchés ciblés par l'organisation ainsi que le statut des produits en circulation (Chouinard *et al.*, 2007). À plus court terme, tel pour la planification des activités, il peut être pertinent d'exploiter la dynamique entre les volumes de demande et de retour (Toktay, 2004, Kelle et Silver, 1989). Les prévisions pourront se faire en distinguant la demande pour des produits neufs et valorisés. En ce qui a trait à la récupération, il peut être pertinent de distinguer différents états pour lesquels une ou plusieurs alternatives de traitement serait préconisées (Chouinard *et al.*, 2007).

Tableau 1 : Décisions stratégiques, tactiques et opérationnelles à l'égard de la conception et du pilotage de boucle d'approvisionnement.

	SERVICE APRÈS-VENTE	RÉCUPÉRATION	TRAITEMENT	(RE)DISTRIBUTION	FLUX DE MATÉRIELS ET STOCKS
NIVEAU STRATÉGIQUE	Identification des marchés cibles : - Définition des besoins et des attentes à l'égard des produits et des services.				
	Conception du réseau logistique → choix des unités d'affaires et définition des activités réalisées par chacun : - Boucle ouverte ou fermée; - Externalisation partielle ou complète des activités; - Réseau de logistique inversée dédié ou intégré à la chaîne d'approvisionnement; - Ressources partagées ou non avec celles de la chaîne d'approvisionnement; - Réseau centralisé ou décentralisé; - Activités réalisées au sein d'une même installation ou réparties entre plusieurs; - Identification des modes et des moyens de transport; - Sélection et localisation des sites; - Mission des sites.				
	Conception des processus → intégration des flux de matières, d'information et de capital : - Tâches à réaliser; - Ressources spécialisées ou non, flexibles ou non; - Ressources partagées ou non avec celles de la chaîne d'approvisionnement; - Aménagement des installations; - Support d'information et outil d'aide à la décision; - Indicateur de performance.				
	Conception des produits → choix des matériels et des technologies constitutives ainsi que des procédés de transformation des produits (production, maintenance, valorisation et disposition propre) : - Conception en vue des activités de transformation, de l'utilisation et de la réduction des impacts environnementaux (Conception pour X).				

NIVEAU STRATÉGIQUE	<p>Définition des politiques d'entretien des produits:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maintenabilité; - Fiabilité; - Garantie; - Stratégie de maintenance (préventive, corrective, opportuniste); - Stratégie de remplacement (par des produits neufs ou valorisés). 	<p>Définition des politiques de retour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Niveau de service; - Conditions d'autorisation des retours; - Coût de (ré)acquisition (montant crédités ou remboursé). <p>Identification des moyens de récupération (sites et moyens de transport).</p> <p>Définition des classes ou des familles de produits récupérées.</p> <p>Localisation des zones de collecte.</p> <p>Intégration ou séparation de la collecte à la (re)distribution.</p>	<p>Définition des politiques de traitement des produits :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Séquence de désassemblage et de réas./assemblage; - Procédure de désassemblage et de réas./assemblage; - Coûts et bénéfices des alternative de traitement (produits finis, modules, composants et matières); - Alternatives de traitement hiérarchisées d'après les possibilités de récupération de valeur; - Nomenclature et famille de produits; - Stratégie d'orientation des produits (récupération de valeur maximal ou optimisation des coûts/bénéfices); - Standards de qualité. 	<p>Définition des politiques de redistribution :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Niveau de service; - Stratégie de pilotage (push-pull); - Prix des produits ; <p>Identification des moyens de (re)distribution (sites et moyens de transport).</p> <p>Définition des classes ou des familles de produits (re)distribuées.</p> <p>Localisation des zones de demande (neuf et/ou valorisé).</p> <p>Intégration ou séparation de la redistribution à la distribution.</p>	<p>Définition des politiques de gestion des stocks :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Classe de produits suivant la rigueur de contrôle des stocks; - Contrôle continu ou périodique du niveau des stocks; - Estimation des coûts de stockage.
NIVEAU TACTIQUE	<p>Planification de la maintenance:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Moment de la maintenance; - Volume de produit à réparer; - Ressources (humaines et matérielles). 	<p>Planification de la collecte :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Moment de collecte; - Volume à collecter; - Routes des véhicules; - Nombre de véhicules; - Division des zones de collecte en secteurs et répartition des cédules périodique de collecte entre différents véhicules. 	<p>Planification du désassemblage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Moment du désassemblage; - Volume de produits à traiter et à approvisionner; - Ressources (humaines et matérielles). 	<p>Planification de la redistribution :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Moment des livraisons; - Volume à livrer; - Route des véhicules; - Nombre de véhicules; - Division des zones de demande en secteurs et répartition des cédules périodique de livraison entre différents véhicules. 	<p>Planification des approvisionnements :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Moment de commande; - Quantité à commander; - Taille des lots; - Paramètre de contrôle des stocks (point de commande, niveau maximal des stocks, stock de sécurité).
NIVEAU OPÉRATIONNEL	<p>Ordonnancement des activités de maintenance.</p> <p>Diagnostic des pannes.</p> <p>Liste des points à vérifier.</p>	<p>Routes de véhicules.</p> <p>Sélection des véhicules.</p> <p>Intégration de la collecte aux livraisons.</p>	<p>Ordonnancement du traitement.</p> <p>Ordonnancement du désassemblage.</p> <p>Niveau de désassemblage et de réassemblage.</p> <p>Mise à jour, mise à niveau, nettoyage, emballage.</p>	<p>Routes de véhicules.</p> <p>Sélection des véhicules.</p> <p>Intégration de la collecte aux livraisons.</p>	<p>Réapprovisionnement.</p>

4 CAS D'ÉTUDES

Cette partie de l'article présente la démarche de réingénierie de réseau logistique entreprise pour le contexte d'attribution, de récupération et de valorisation de fauteuils roulants dans la province de Québec, au Canada. Ce contexte est celui du principal acheteur de fauteuils roulants au Québec, soit de la Régie de l'assurance maladie du Québec, un assureur public.

4.1 FONCTIONNEMENT ET PARTIES IMPLIQUÉES – CONTEXTE QUÉBÉCOIS

La Régie de l'assurance maladie du Québec (RAMQ) est un organisme gouvernemental qui régit et administre divers programmes de santé dans la province de Québec, dont le programme d'aides à la mobilité. Les aides délivrées dans le cadre de ce programme sont utilisées gratuitement par les bénéficiaires jugés admissibles. Parmi les aides à la mobilité, notons les fauteuils roulants. Au Québec, la RAMQ représente le principal acheteur de fauteuils roulants.

Quatorze centres de réadaptation sont mandatés par la RAMQ pour l'attribution et la maintenance des fauteuils roulants. Depuis juin 2000, la RAMQ exige des centres la récupération des fauteuils inutilisés, notamment suite à un décès ou à un remplacement (Tableau 2). Les fauteuils récupérés sont remis en état, en vue d'une réattribution, ou désassemblés pour la récupération de pièces de rechange en bon état. Les produits réutilisables sont réparés ou reconditionnés et nettoyés avant d'être placés en inventaire. Ils sont désignés comme étant des produits valorisés. Les produits qui ne peuvent pas être valorisés sont recyclés ou disposés proprement par des organismes externes.

L'admissibilité d'un bénéficiaire à un fauteuil est évaluée par un ergothérapeute. Les besoins du bénéficiaire seront ensuite identifiés suivant la catégorie d'appareil auquel il est admissible (fauteuil manuel [FMA], fauteuil motorisé [FMO], base de positionnement [BP]). Un fauteuil neuf ou valorisé pourra lui être proposé. Certains bénéficiaires ne sont toutefois admissibles qu'à un fauteuil valorisé. Un fauteuil valorisé ne peut être réattribué que si les coûts d'ajustement de l'appareil face aux

besoins du bénéficiaire respectent la limite permise par la RAMQ. Divers modèles peuvent lui être proposés suivant leur capacité à répondre à ses besoins spécifiques. Les besoins seront traduits en spécifications techniques pour le modèle retenu (dimensions, composants et supports adaptés). Chaque modèle est constitué de composants de base. Pour chaque modèle de fauteuils, jusqu'à cinq versions alternatives sont offertes pour près d'une quarantaine de ses composants pour permettre l'ajustement. Les modèles peuvent être livrés dans différentes couleurs. Les composants sont généralement incompatibles entre les différents modèles, même au sein d'un même manufacturier. Le remplacement d'un fauteuil se présentera lorsque la condition de l'utilisateur ou du fauteuil nécessite des ajustements dont les coûts dépasseraient la limite permise par la RAMQ.

Les centres mandataires s'approvisionnement en produits neufs auprès des manufacturiers. Les fauteuils sont livrés à la demande, suivant les spécifications de l'ergothérapeute. Des commandes en pièces de rechange sont aussi lancées pour le réapprovisionnement des magasins, nécessaires à la maintenance et à la valorisation des fauteuils. Les commandes se font encore généralement par voie traditionnelle, soit par le fax. Les usines sont généralement localisés à l'extérieur de la province de Québec et les centres de distribution, localisés dans ou à proximité de la province de Québec, desservent plusieurs marchés avoisinants (Ontario, Nouveau-Brunswick, Nouvelle Écosse, Maine, New York et autres). Les délais de livraisons de fauteuils neufs peuvent aller jusqu'à quatre à six mois pour certains manufacturiers, suivant les périodes de l'année, alors qu'il peut être moins de trois semaines pour les fauteuils valorisés (Vincent *et al.*, 2003), suivant la disponibilité, les capacités des centres et la demande rencontrée.

Au trois ans, les manufacturiers sont invités à soumettre leurs nouveaux modèles de fauteuil à une étape d'homologation. Au cours de cette étape, des intervenants (ergothérapeutes, mécaniciens) désignés des centres mandataires procèdent à une évaluation des capacités fonctionnelles des fauteuils, particulièrement au niveau des possibilités d'ajustement et de la qualité de fabrication

(accessibilité et maniabilité des composants). Une firme d'ingénieur complète une autre partie de l'évaluation. Elle vérifie la conformité des fauteuils à certaines normes ANSI/RESNA axées sur la sécurité d'utilisation, telle la résistance aux efforts et la stabilité. Seuls les fauteuils répondant aux divers critères d'évaluation seront homologués et pourront faire l'objet d'un appel d'offre. Les modèles retenus seront ajoutés à la liste des produits et des services assurés à la population. Les manufacturiers sont tenus de fournir les pièces de rechange sur une durée de 5 ans suite au retrait d'un l'appareil de cette liste. Une garantie de 5 ans est généralement offerte pour les FMA et les BP et de 3 ans pour les FMO. Les pièces et la main-d'œuvre sont garanties sur un an. Pour leur part, les produits valorisés sont garantis sur une période de 3 mois.

Les centres mandataires opèrent actuellement de façon autonome. Les produits en leur possession servent essentiellement à leurs propres interventions de maintenance et de valorisation. Les centres s'autofinancent des montants forfaitaires accordés par la RAMQ.

4.2 AVANTAGES ET DIFFICULTÉS RELIÉES À LA RÉCUPÉRATION, AU TRAITEMENT ET À LA RÉALLOCATION

L'intégration des activités de valorisation au fonctionnement des centres mandataires a permis d'élargir l'admissibilité à des fauteuils adaptés aux personnes en perte de mobilité. Elle a également permis de réduire les délais de livraison pour des fauteuils dont la qualité s'apparente à leurs équivalents à l'état neuf. Certaines personnes optent ainsi pour ces appareils pour retrouver plus rapidement une certaine autonomie. Pour la période comprise entre le 15 juin 2000 et 31 mars 2002, la RAMQ a pu réaliser des économies nettes de l'ordre de 3,8 millions de dollars sur un budget total de 33,4 millions de dollars avec le recours aux produits valorisés (Côté *et al.*, 2003).

L'intégration des activités de valorisation a toutefois entraîné une charge additionnelle de travail pour les centres mandataires. Cette charge varie suivant les volumes d'attribution des centres et leur

volonté d'offrir une gamme diversifiée de produits valorisés. La grande variété de fauteuils et de composants offerte par les manufacturiers alourdit la réalisation des activités au sein des centres. Certains se sont ajustés à cette charge additionnelle alors que d'autres mettent davantage l'accent sur les activités courantes d'attribution et de maintenance, reportant ou négligeant ainsi les activités de valorisation. Les ressources (humaines et matérielles) et l'aménagement des installations ont été ajustés à la mesure des budgets établis, suivant les priorités de la direction des centres à l'égard des divers programmes d'aides techniques (aides à la mobilité, aides visuelles, aides auditives, etc.). Le manque d'espace pour certains les ont notamment amenés à improviser des espaces d'entreposage pour les produits récupérés et valorisés, tel dans les garages automobiles souterrains ou encore dans des corridors peu utilisés. D'autres ont dû faire appel à des tiers partis pour la récupération, le traitement et l'entreposage des produits. Le fonctionnement local des centres limite l'accessibilité aux produits valorisés, puisqu'il est ainsi plus difficile de réattribuer un appareil dont les spécificités se rapprochent davantage aux besoins en mobilités des bénéficiaires. Tous les centres fonctionnent différemment, entraînant ainsi des coûts et des délais qui peuvent varier d'un centre à l'autre.

L'introduction des activités reliées à la récupération et au traitement des fauteuils a eu un impact sur la qualité des produits et des services offerts. Une étude menée en 1998 (Vincent *et al.*, 2003) a démontrée que la clientèle était satisfaite, mais que les intervenants percevaient les activités comme étant mal structurées et inadéquatement organisées.

Tableau 2 : Contexte de fonctionnement du réseau d'attribution de fauteuils roulants dans la province de Québec.

ORGANISME PAYEUR	CENTRES MANDATAIRES	MODÈLES DES MANUFACTURIERS																																																																													
<p>Au Québec, les acheteurs de fauteuils roulants sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La Régie de l'assurance maladie du Québec (RAMQ); - La Société d'assurance automobile du Québec (SAQ); - La Commission de la santé et de la sécurité du travail de Québec (CSST); - Les assureurs privés (cas rares); - Les utilisateurs payeurs (cas rares). <p>Quatorze centres de réadaptation sont mandatés par les trois organismes publics pour l'attribution et la maintenance des fauteuils.</p> <p>ATTRIBUTION La RAMQ est le principal organisme payeur. La RAMQ est le seul organisme à demeurer propriétaire des fauteuils attribués.</p> <p>MAINTENANCE ET AJUSTEMENT Les trois organismes publics défraient les coûts de maintenance des fauteuils. Seule la maintenance corrective est réalisée au niveau des centres mandataires. La RAMQ impose une limite de coûts sur les modifications pouvant être pourtant en regard de l'évolution des besoins des utilisateurs et de l'usure des fauteuils. Lorsque cette limite est atteinte, le fauteuil est remplacé.</p> <p>RÉCUPÉRATION Depuis juin 2000, la RAMQ exige la récupération de l'ensemble des fauteuils inutilisés.</p> <p>TRAITEMENT Les fauteuils récupérés peuvent être :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réparé en vue d'une réattribution; - Désassemblés pour la récupération de pièces de rechange; - Recyclé ou disposé proprement. 	<p>ATTRIBUTION Deux situations d'attribution :</p> <table border="1" data-bbox="779 350 1320 472"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">FMA</th> <th colspan="2">FMO</th> <th colspan="2">BP</th> </tr> <tr> <th>N</th> <th>V</th> <th>N</th> <th>V</th> <th>N</th> <th>V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ACQUISITION</td> <td>2484</td> <td>580</td> <td>415</td> <td>98</td> <td>647</td> <td>342</td> </tr> <tr> <td>REPLACEMENT</td> <td>752</td> <td>105</td> <td>585</td> <td>57</td> <td>314</td> <td>97</td> </tr> </tbody> </table> <p>Certains bénéficiaires ne sont admissibles qu'à des fauteuils valorisés, alors que d'autres optent pour ces fauteuils pour profiter de plus courts délais de livraison.</p> <p>RÉCUPÉRATION Deux situations de récupération : retour volontaire ou à des démarches entreprises par les centres (flotte privée de véhicule ou prestataire de service logistique) :</p> <table border="1" data-bbox="779 737 1320 891"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">FMA</th> <th colspan="2">FMO</th> <th colspan="2">BP</th> </tr> <tr> <th>N</th> <th>V</th> <th>N</th> <th>V</th> <th>N</th> <th>V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RÉCUPÉRÉ (remp.)</td> <td>752</td> <td>105</td> <td>585</td> <td>57</td> <td>314</td> <td>97</td> </tr> <tr> <td>RÉCUPÉRÉ (autre)</td> <td>1222</td> <td>153</td> <td>240</td> <td>62</td> <td>368</td> <td>142</td> </tr> <tr> <td>À RÉCUPÉRER</td> <td colspan="2">1530</td> <td colspan="2">359</td> <td colspan="2">255</td> </tr> </tbody> </table> <p>Outre les remplacements, les décès représentent la majeure partie des cas de récupération (FMA≈60%; FMO≈30%; BP≈50%). Les centres de services doivent bien souvent se déplacer pour récupérer les fauteuils dans ces cas. Les fauteuils inutilisés suite au décès ne sont cependant pas tous retracés et récupérés.</p> <p>TRAITEMENT Les appareils récupérés sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réparé en vue d'une réattribution : FMA : 54%; FMO : 42%; BP : 81%; - Désassemblés pour la récupération de pièces de rechange : FMA : 10%; FMO : 11%; BP : 6%; - Recyclé ou disposé proprement : FMA : 36%; FMO : 47%; BP : 13%. <p>Garantie pour tous produits valorisés (fauteuils et pièces de rechange) : 3 mois.</p>		FMA		FMO		BP		N	V	N	V	N	V	ACQUISITION	2484	580	415	98	647	342	REPLACEMENT	752	105	585	57	314	97		FMA		FMO		BP		N	V	N	V	N	V	RÉCUPÉRÉ (remp.)	752	105	585	57	314	97	RÉCUPÉRÉ (autre)	1222	153	240	62	368	142	À RÉCUPÉRER	1530		359		255		<p>MODÈLE D'APPAREILS ET COMPOSANTS Dix modèles de fauteuils (9 modèles de FMA, 8 modèles de FMO et 8 modèles de BP) ont été ajoutés à la liste des produits et services assurés à la population suite au dernier appel d'offre.</p> <p>Les modèles de fauteuils proviennent de six manufacturiers.</p> <p>Chaque modèle est composé de plus d'une quarantaine de composants. Jusqu'à cinq versions différentes de composants sont offertes pour permettre l'ajustement des fauteuils aux besoins des bénéficiaires.</p> <p>Plus de soixante modèles de fauteuil sont actuellement en circulation dans la province de Québec, ce qui représente un peu plus de 50 000 fauteuils en circulation.</p> <p>COÛTS DES FAUTEUILS Le coût moyen des fauteuils neufs (valorisés) : FMA : 1765\$ (345\$); FMO : 6055\$ (800\$); ABP : 1890\$ (285\$).</p> <p>UTILISATION DES FAUTEUILS ET GARANTIE</p> <table border="1" data-bbox="1381 1062 1860 1287"> <thead> <tr> <th></th> <th>FMA</th> <th>FMO</th> <th>BP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Durée moyenne d'utilisation</td> <td>≈7 ans</td> <td>≈7 ans</td> <td>≈5 ans</td> </tr> <tr> <td>Durée de vie moyenne</td> <td>≈4 ans</td> <td>≈4 ans</td> <td>≈2½ ans</td> </tr> <tr> <td>Garantie</td> <td>5 ans</td> <td>3 ans</td> <td>5 ans</td> </tr> </tbody> </table> <p>Une disponibilité de 5 ans doit être assurée par les manufacturiers sur les pièces de rechange suite au retrait des fauteuils de la liste des produits et services assurés.</p>		FMA	FMO	BP	Durée moyenne d'utilisation	≈7 ans	≈7 ans	≈5 ans	Durée de vie moyenne	≈4 ans	≈4 ans	≈2½ ans	Garantie	5 ans	3 ans	5 ans
	FMA		FMO		BP																																																																										
	N	V	N	V	N	V																																																																									
ACQUISITION	2484	580	415	98	647	342																																																																									
REPLACEMENT	752	105	585	57	314	97																																																																									
	FMA		FMO		BP																																																																										
	N	V	N	V	N	V																																																																									
RÉCUPÉRÉ (remp.)	752	105	585	57	314	97																																																																									
RÉCUPÉRÉ (autre)	1222	153	240	62	368	142																																																																									
À RÉCUPÉRER	1530		359		255																																																																										
	FMA	FMO	BP																																																																												
Durée moyenne d'utilisation	≈7 ans	≈7 ans	≈5 ans																																																																												
Durée de vie moyenne	≈4 ans	≈4 ans	≈2½ ans																																																																												
Garantie	5 ans	3 ans	5 ans																																																																												

4.3 RÉINGÉNIERIE DU RÉSEAU DE VALORISATION

Des démarches ont été initiées pour améliorer les façons de faire au sein de la boucle d'approvisionnement de fauteuils roulants au Québec.

Certains centres, ayant anticipés les bienfaits de la valorisation (ex. : délai, accessibilité et coûts), valorisaient déjà sur une base volontaire. L'Institut de réadaptation en déficience physique de Québec est l'un de ces centres et pionniers dans le domaine. Il valorise depuis 1994. En 2000, avec la collaboration de chercheurs de l'Université Laval, il a mis sur pied un projet de recherche visant une réingénierie de ses processus. Ce projet portait sur la proposition d'une nouvelle structure organisationnelle et le développement d'outils d'aide à la décision visant l'intégration des activités de valorisation parmi ses activités courantes. La RAMQ a collaboré à ce projet et s'est jointe à l'équipe en 2002. La problématique s'est alors élargie à une réingénierie de tout le réseau d'attribution, de maintenance, de récupération et de valorisation. Le projet vise maintenant la proposition d'une boucle d'approvisionnement et le développement d'outils d'aide à la décision pour une meilleure utilisation des ressources disponibles.

La réingénierie des processus réalisée à l'IRD PQ repose sur une analyse de tout son système organisationnel. Cette analyse s'est effectuée en deux temps. La première étape portait sur la description des processus opérationnels, tels qu'ils étaient réalisés au début du projet. Avec la participation des intervenant de l'IRD PQ, des diagrammes de processus opérationnel ont été réalisés. Ils présentent les différentes étapes des processus (attribution, maintenance, récupération et valorisation) ainsi que les liens avec les différents supports à l'information et les outils d'aide à la décision utilisés. La description des activités, des informations collectées et des supports utilisés est consignée dans un rapport (Chouinard *et al.*, 2001). La seconde étape portait plus spécifiquement sur l'analyse des stratégies d'affaires (gestion des ressources, échange d'information, etc.). Un audit a été

développé pour évaluer les activités en lien avec la récupération et la valorisation (Aït-Kadi *et al.*, 2001). L'audit a été validé et approuvé auprès de l'IRD PQ et la RAMQ. Cet outil a été joint, à l'automne 2001, à un sondage effectué par la RAMQ auprès des centres mandataires à l'égard des activités reliées à la valorisation des fauteuils roulants (Côté *et al.*, 2003). À l'IRD PQ, l'audit a été complété par des intervenants clés et les résultats ont été évalués par l'équipe de recherche (Chouinard *et al.*, 2002). Ces deux étapes d'analyse ont permis d'identifier les lacunes et les difficultés à considérer de sorte à améliorer l'efficacité et l'efficience de l'ensemble des activités de l'IRD PQ, en tenant compte désormais des activités de récupération et de valorisation. Des suggestions émanant des différents intervenants consultés et des constats du groupe de recherche ont été consignées dans ces deux rapports. Le contenu des rapports a été validé par la direction de l'IRD PQ et les différents intervenants impliqués dans les processus ciblés. Des actions spécifiques ont ensuite été entreprises afin d'ajuster les façons de faire des intervenants (magasiniers, mécaniciens, personnel administratif, etc.) et de réaménager les espaces d'entreposage des produits valorisés.

Une analyse des opérations de maintenance et de valorisation des fauteuils roulants a été complétée avec la participation de l'IRD PQ et de la RAMQ (Zwingmann, 2006). Des durées moyennes d'assemblage, de désassemblage et de réparation ont été obtenues de cette démarche. Elles serviront aux centres mandataire pour la planification et la gestion des activités et permettront à la RAMQ de mieux maîtriser les dépenses liées au programme d'aide à la mobilité, particulièrement à l'égard des fauteuils roulants, pour ainsi maintenir ou améliorer le service aux bénéficiaires.

Sur le plan technique, certaines études ont été menées de sorte à mieux connaître la structure des fauteuils roulants, comprendre les technologies utilisées, caractériser le comportement des produits dans le temps et définir les fonctions requises à la réponse exacte aux besoins des bénéficiaires. Pour chaque type d'appareil (FMA, FMO, BP) une analyse des modes de défaillance, de leurs effets et leur criticité (AMDEC) a d'abord été réalisée en collaboration avec le personnel technique de l'IRD PQ.

Des plans génériques détaillés de fauteuil roulant ont également été produits avec le logiciel Pro-Engineer. Les plans peuvent facilement et rapidement être adaptés en regard de différentes technologies à l'aide d'un formulaire électronique. Les fauteuils ainsi obtenus servent à procéder à des analyses de comportement, notamment par évaluation de contraintes, à l'aide d'un programme de simulation mis au point sous l'environnement ADAMS. La fiabilité et la maintenabilité des fauteuils peuvent alors être facilement évaluée et à coûts moindres que par le biais de tests physiques (Zwingmann, 2005). Une analyse fonctionnelle a aussi été effectuée pour identifier l'ensemble des besoins pouvant se présenter chez les clients et établir leur priorité relative (Zwingmann et Gagnon, 2002). Le point de vue des clients et des cliniciens de l'IRD PQ a été sondé lors de focus groupe. La méthode triage a été retenue pour recueillir et analyser les résultats. L'objectif de ces deux dernières démarches est d'identifier les moyens qui permettraient de réduire la variété de fauteuils et de composants, sans compromettre la mobilité des utilisateurs.

Différents outils d'aide à la décision devant servir à une utilisation intelligente des ressources du réseau ont aussi été développés et validés. Ces outils ciblent autant les processus d'attribution, de maintenance, de récupération que de valorisation.

Au niveau de l'attribution, un outil d'aide à l'attribution servant au pairage des besoins de mobilité aux technologies et aux ajustements appropriés est en élaboration. Il s'agit d'un support informatique qui guidera les ergothérapeutes lors de la prescription de fauteuils.

En ce qui a trait à la maintenance, un modèle analytique (Jamali, 2004) a été mis au point pour déterminer la fréquence des remplacements préventifs de certains composants critiques des fauteuils (identifiés à partir de l'AMDEC), ainsi que l'âge optimal des composants valorisés devant servir lors des remplacements à la panne.

Un modèle de programmation mathématique a été proposé pour établir la séquence optimale de désassemblage dans un contexte de maintenabilité (Zwingmann *et al.*, 2006).

Pour ce qui est de la récupération et de la valorisation, trois outils d'aide au tri ont été développés (Diallo, 2006). Un arbre de décision et un modèle basé sur une approche multicritère ont été conçus. Les critères utilisés par ces outils, pour la sélection d'une alternative de traitement pour les fauteuils récupérés (réparation, désassemblage et reconditionnement des composants, recyclage ou disposition propre), ont été identifiés avec le personnel technique de l'IRDPQ et le personnel de la RAMQ. Un modèle de programmation mathématique a été développé pour procéder à une analyse économique détaillée des opportunités liées à la valorisation d'un appareil, notamment en s'appuyant des coûts de traitement et des capacités d'entreposage. Des démarches sont entreprises par l'équipe de recherche, avec la collaboration de la RAMQ et les centres mandataires impliqués à ce jour, pour procéder à l'implantation et à l'évaluation à plus grande échelle de cet outil. Un support informatique visant une gestion provinciale des produits valorisés est actuellement en élaboration.

Les travaux ont menés à la proposition d'une nouvelle structure organisationnelle et d'une architecture de support à l'information (Chouinard, 2003; Chouinard *et al.*, 2003; 2005), devant servir à saisir et à partager toutes les informations pertinentes à une gestion intelligente des produits sur tout leur cycle de vie. Une stratégie d'implantation de ces résultats est en cours d'élaboration.

Un modèle de programmation mathématique a été développé pour procéder à une évaluation de la configuration que devrait prendre le réseau logistique (Chouinard *et al.*, 2007). Les décisions du modèle traitent de la localisation des centres de récupération, des centres de traitement et des entrepôts de produits valorisés et de la définition des missions des sites. Le modèle permet à la fois d'évaluer la portion stratégique de produits (produits finis et composants) à orienter vers chaque alternative de traitement considérée (réparation et reconditionnement, désassemblage pour la récupération de pièces de rechange, recyclage et disposition propre) suivant la condition du réseau (volumes de demande et de retour, capacité des sites) et l'état général des volumes de produits récupérés. Il a pour objectif d'améliorer l'accessibilité aux produits valorisés, tout en cherchant à

réduire les coûts de fonctionnement d'un tel réseau. Des approches de paramétrisation du modèle sont suggérées pour définir les familles de produits et leur nomenclature, les conditions de traitement suivant l'état des produits récupérés ainsi que pour localiser et estimer les volumes de demande et de retour.

5 DISCUSSION ET CONCLUSION

À la lumière de ce cas d'études, il semble que la valorisation des fauteuils roulants soit une option envisageable et souhaitable. Elle permet d'étendre la gamme de produits et de services offerts aux utilisateurs finaux et de réduire les frais liés à l'exploitation de tels produits, pour le payeur final du moins. Des démarches ont été initiées afin de consolider les activités entourant la récupération, le traitement et la redistribution des fauteuils roulants. Toutefois, certaines questions fondamentales se soulèvent quant au rôle des différentes parties impliquées dans la boucle d'approvisionnement.

Au Québec, les centres mandataires sont en meilleure position pour voir à la récupération, au traitement et à la redistribution des produits. Ils sont à proximité des bénéficiaires et ont une meilleure compréhension des ajustements devant être portés aux fauteuils face aux besoins en mobilité. Ils détiennent aussi une expertise à l'égard de l'entretien des fauteuils roulants et de leurs composants. Pour leur part, les manufacturiers maîtrisent les étapes de conception et de production et, par conséquent, contrôlent la gamme de produits offerts sur le marché. Ce sont eux qui initient la boucle d'approvisionnement et qui en détermine l'efficacité atteignable par les choix de technologies et de matériels. La RAMQ est en position d'obtenir une vue d'ensemble de la situation dans la province de Québec. Elle peut intervenir face aux stratégies et politiques adoptées dans le réseau ou du moins les influencer. Toutefois, l'un des reproches qui pourrait être porté au contexte de valorisation des fauteuils roulants au Québec est l'absence des manufacturiers dans les prises de décisions. Deux positions peuvent donc être envisagées par ceux-ci : prendre une position neutre ou

néfastes face à la valorisation ou encore proposer des produits et des services qui leur permettraient d'étendre leur maîtrise du cycle de vie de leurs produits. Cette seconde approche semble la plus favorable pour les manufacturiers. Elle permettrait de démontrer leurs intérêts face à la satisfaction des besoins des utilisateurs, tout en consolidant les liens avec ses principaux partenaires.

Les manufacturiers pourraient aborder l'offre de service par un contrat de location qui lierait les parties impliquées. Ce contrat pourrait notamment porter sur une prise en charge graduelle de la gestion des réapprovisionnements par les manufacturiers (ex. : VMI), particulièrement en terme de pièces de rechange. Il pourrait aussi inclure certaines interventions d'entretien, telles de maintenance préventive, en plus des actions déjà réalisées sous garantie. Des matériels valorisés pourraient être envisagés pour l'entretien et l'ajustement des produits en circulation. Le réapprovisionnement du réseau se fera alors en considérant l'apport possible en produits valorisés. Les conditions du contrat de location pourraient permettre l'utilisation d'un fauteuil roulant par plus d'un bénéficiaire. Lorsque le produit n'est plus rentable dans sa forme originale, il pourrait être orienté vers une phase alternative de leur cycle de vie (ex. : désassemblage pour les pièces de rechange, recyclage, revente à des marchés alternatifs prédéterminés, etc.). Dans cette approche, chacun des partis conserverait leur rôle respectif. Les centres mandataires obtiendraient une part des profits engendrés par la location, et ce, de sorte à couvrir les coûts rencontrés lors des actions d'ajustement et d'entretien réalisées pour le compte des manufacturiers. La RAMQ payerait les versements de location en plus des coûts additionnels d'ajustements personnalisés et d'entretien, notamment suite à la maintenance corrective et à la réattribution des fauteuils. Une partie de son budget serait ainsi libérée au bénéfice de l'offre de service, plutôt qu'à l'achat d'équipement. Les conditions de location (versements, durée du contrat, clauses de rachat) devront toutefois être clairement établies. En plus de tenir compte des options de personnalisation à la première attribution, elles considéreront l'accessibilité aux produits valorisés.

Peu importe le niveau d'implication des manufacturiers dans la boucle d'approvisionnement, la réingénierie du réseau de valorisation des fauteuils roulants entraînera une réaffectation des rôles, l'ajout de certaines responsabilités dans le réseau et même l'implication de nouvelles unités d'affaires. Certaines activités pourront alors être réalisées par un nombre plus restreint d'unités, mais pour l'intérêt de tout le réseau. Une manière équitable de supporter l'implantation et la coordination de ces activités devra donc être proposée. Il faudra établir sous quelles circonstances les produits valorisés seraient utilisés et dans quelle proportion comparativement aux produits neufs. Les prix de transfert des produits entre les unités impliquées devront être clairement définis ainsi que les règles régissant les priorités lorsque plus d'une demande se manifesteront envers un même produit. Cette démarche devra être réalisée de sorte à éviter de pénaliser les manufacturiers par l'utilisation des produits valorisés et d'éviter la détérioration des conditions d'accès aux produits dans le réseau.

L'accessibilité à des produits et des services de qualité repose sur la collecte, l'échange et le traitement de l'information à travers le réseau. Il faudra toutefois déterminer qui détiendra l'information dans le réseau, à qui elle sera partagée et sous quelle forme.

6 RÉFÉRENCES

- Aït-Kadi D, Chouinard M, Côté M, D'Amours S, Diallo C, Dionne H, Gagnon B, Jamali MA, Ouhimou M, Routhier F, Tremblay J, Vancaenenbroeck C, Vincent C, Zingmann X (2001). Audit de la valorisation. Rapport technique, Direction des Programmes des Aides Techniques de l'IRD PQ, Québec, Canada.
- Aras, N., Boyaci, T., Verter, V. (2004). The effect of categorizing returned products in remanufacturing. *III E Transactions*, 36, 319–331.
- Asef-Vaziri A, Laporte G (2005). Loop based facility planning and material handling. *European Journal of Operational Research*, 164, 1-11.
- Ballou RH (1994) Measuring transport costing error in customer aggregation for facility location. *Transportation Journal*, 33(3):49-59.
- Beamon, B.M. (1998). Supply chain design and analysis: Models and methods. *International Journal of Production Economics*, 55, 281-294.

- Beaumont, JR (1989). An overview of Market Analysis: Who?, What?, Where? and Why? *International Journal of Information Management*, 9, 51-62.
- Beulens P (2004). Reverse logistics in effective recovery of products from waste materials. *Review in Environmental Science & Bio/Technology*, 3, 283-306.
- Beulens P, Van Oudheusden D, Van Wassenhove LN (2003). Collection and Vehicle Routing Issues in Reverse Logistics. In: Reverse logistics: Quantitative models for closed-loop supply chain. Springer, 95-134.
- Brown P, Gibson D (1972). A Quantified Model for Facility Site Selection. *AIIE Transactions*, 4, 1-10.
- Chouinard M, D'Amours S, Aït-Kadi D (2007). Design of Reverse Logistics Networks for Multi-products, Multi-states, and Multi-processing Alternatives. In: Jung, H., Chen, F., Jeong, B. (eds.), Trends in Supply Chain Design and Management: Technologies and Methodologies. Springer. Accepté.
- Chouinard M, D'Amours S, Aït-Kadi D (2007). Design of reverse logistics networks for multi-products, multi-states, and multi-processing alternatives. In: Jung, H., Chen, F., Jeong, B. (eds.), Trends in Supply Chain Design and Management: Technologies and Methodologies. Springer.
- Chouinard M, D'Amours S, Aït-Kadi D, (2005). Integration of reverse logistics activities within a supply chain information system. *Computers in Industry*, 56(1):105-124.
- Chouinard M, (2003) Système organisationnel et architecture d'un support d'information pour l'intégration des activités de logistique inversée au sein d'un centre de réadaptation. Mémoire de maîtrise, Université Laval, Québec, Canada, accessible at: www.theses.ulaval.ca.
- Chouinard M, Gagnon B, Aït-Kadi D, D'Amours S, Vincent C (2002). Évaluation des activités de valorisation du Programme des aides techniques de l'IRD PQ basée sur l'audit de la valorisation. Rapport technique, Université Laval, Québec, Canada.
- Chouinard M, D'Amours S, Aït-Kadi D, Vincent C (2001). Projet de la valorisation des aides à la mobilité – Description du fonctionnement du Programme des aides techniques. Rapport technique, Université Laval, Québec, Canada.
- Church RL, ReVelle CS (1974). The maximal covering location problem. *Papers of the Regional Science Association*, 32, 101-118.
- Côté M, Tremblay J, SOM inc. (2003) Évaluation du projet de valorisation des aides à la locomotion. Régie de l'assurance maladie du Québec, Québec, Canada.
- Datta Y (1996). Market Segmentation: an Integrated Framework. *Long Range Planning*, 29(6), 797-811.
- Debo LG, Toktay LB, Van Wassenhove LN (2006). Life-Cycle Dynamics for Portfolio with Remanufactured Products. *Production and Operations Management*. À paraître.
- Debo LG, Toktay LB, Van Wassenhove LN (2005). Market Segmentation and Product Technology Selection for Remanufacturable Products. *Management Science*, 51(8), 1193-1205.
- Debo LG, Savaskan RC, Van Wassenhove LN (2003). Coordination in Closed-Loop Supply Chains. In: Reverse logistics: Quantitative models for closed-loop supply chain. Springer, 295-311.

- de Brito MP, de Koster MBM (2003). Product and Material Returns: Handling and Warehousing Issues. In: Reverse logistics: Quantitative models for closed-loop supply chain. Springer, 357-379.
- Dekker R (2003). Inventory control in reverse logistics. In: Business aspects of closed-loop supply chains – Exploring the issues. International Management Series: Volume 2. Carnegie Bosh Institute, Pittsburg, United State, 175-200.
- Diallo C (2006). Développement d'un modèle d'identification et de gestion des pièces de rechange. Thèse de doctorat, Université Laval, Québec, Canada.
- Dhillon BS (1999). Engineering maintainability – How to design for reliability and easy maintenance. Gulf, Houston, United States.
- Fleischmann M (2001). Quantitative Models For Reverse Logistics. Springer, Berlin, Germany.
- Fleischmann, B, Meyr, H, Wagner, M (2000). Advanced Planning. In: Supply Chain Management and Advanced Planning – Concepts, Models, Software and Case Studies. Springer, Berlin, Germany, 57-71.
- Georgiadis P, Vlachos D (2004). The effect of environmental parameters on product recovery. *European Journal of Operational Research*, 157, 449-464.
- Graham BPE (2001). Collection equipment and vehicles. In: Lund HF (eds), The McGraw-Hill Recycling Handbook, McGrawHill, New York, Chapter 27.
- Guide, VDR Jr, Jayaraman, V., Linton, J.D. (2003). Building contingency planning for closed-loop supply chains with product recovery. *Journal of Operations Management*, 21, 259–279.
- Guide VDR Jr, Van Wassenhove LN (2001). Managing product returns for remanufacturing. *Production and Operations Management*, 10(2), 142-155.
- Guide VDR Jr, Jayaraman V, Srivastava R, Benton WC (2000). Supply chain management for recoverable manufacturing systems. *Interfaces*, 30(3), 125-142.
- Gunasekaran A, Ngai EWT, McGaughey RE (2006). Information technology and systems justification: A review for research and application. *European Journal of Operational Research*, 173, 957-983.
- Hassan MMD (2000). Toward re-engineering models and algorithms of facility layout. *Omega*, 28, 711-723.
- Inderfurth K, Teunter RH (2001). Production planning and control of closed-loop supply chains. In: Business aspects of closed-loop supply chains – Exploring the issues. International Management Series: Volume 2. Carnegie Bosh Institute, Pittsburg, United State, 149-174.
- Jamali MA (2004). Développement de nouvelles politiques optimales de maintenance de systèmes assujettis a des défaillances aléatoires. Thèse de doctorat, Université Laval, Québec, Canada.
- Kelle P, EA Silver (1989). Forecasting the returns of reusable containers. *Journal of operations management*, 8(1), 17-35.
- Kuo T-C, Huang SH, Zhang H-C (2001). Design for manufacture and design for 'X': concepts, applications and perspectives. *Computers & Industrial Engineering*, 41, 241-260.

- Kokkinaki A, Zuidwijk R, van Nunen J, Dekker R (2003). Information and Communication Technology Enabling Reverse Logistics. In: Reverse logistics: Quantitative models for closed-loop supply chain. Springer, 381-405.
- Lambert AJD (2003). Disassembly sequencing: A survey. *International Journal of Production Research*, 41(16), 3721-3759.
- Lambert AJD, Gupta SM (2004). Disassembly modeling for assembly, maintenance, reuse and recycling. CRC press.
- Makridakis S, Wheelwright SC, Hyndman, RJ (1998). *Forecasting: Methods and applications*. John Wiley & sons, New York, United States.
- Martel A (2004). The design of production-distribution networks: A mathematical programming approach. Working paper DT-2004-AM-2, Centre de recherche sur les technologies de l'organisation réseau (CENTOR), Université Laval, Québec, Canada.
- Mason, S (2002). Backward progress – Turning the negative perception of reverse logistics into happy returns. *IIE Solutions*, 34(8), 42-46.
- Minner S, Lindner R (2003). Lot sizing decisions in product recovery management. In: Reverse logistics: Quantitative models for closed-loop supply chain. Springer, 157-179.
- Minner S (2001). Strategic safety stocks in reverse logistics supply chains. *International Journal of Production Economics*, 71(1-3), 417-428.
- Mitra S (2006). Revenue management for remanufactured products. *Omega – The International Journal of Management Science*. Article in press.
- Mont O, Dalhammar C, Jacobsson N (2006). A new business model for baby prams based on leasing and product remanufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 14, 1509-1518.
- Mukhopadhyay SK, Setoputro R (2005). Optimal return policy and modular design for build-to-order products. *Journal of Operations Management*, 23, 496-506.
- Mukhopadhyay SK, Setoputro R (2004). Reverse logistics in e-business – Optimal price and return policy. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(1), 70-88.
- Owen SH, Daskin MS (1998). Strategic facility location: A review. *European Journal of Operational Research*, 111, 423-447.
- Porter M. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Free Press, New York.
- Rogers DS, Tibben-Lembke RS (1999). *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*. Reverse Logistics Executive Council, Pittsburgh, PA.
- Savaskan RC, Bhattacharya S, Van Wassenhove LN (1999). Closed-loop supply chain models with remanufacturing. Math Center Working Paper Series, Kellogg School of Management, Northwestern University, Evanston, Illinois.

- Savaskan RC, Van Wassenhove LN (2000). Strategic decentralization of reverse channels and price discrimination through buyback payments. Math Center Working Paper Series, Kellogg School of Management, Northwestern University, Evanston, Illinois.
- Silver EA, Peterson R (1985). Decision systems for inventory management and production planning. John Wiley and Sons, New York, United States.
- Teunter RH (2005) Determining optimal disassembly and recovery strategies. *Omega*. 34:533-537.
- Teunter RH, van der Laan EA, Inderfurth K (2000). How to set holding cost rates in average cost inventory models with reverse logistics? *Omega*, 28, 409-415.
- Thierry M, Salomon M, Van Nunen J, Van Wassenhove, LN (1995). Strategic issues in product recovery management. *California Management Review*, 37(2), 114-135.
- van der Laan EA, Kiesmüller G, Kuik R, Vlachos D, Dekker R (2003). Stochastic inventory control for product recovery management. In: *Reverse logistics: Quantitative models for closed-loop supply chain*. Springer, 181-220.
- Vincent, C., Routhier, F., Guérette, C. (2003). Évaluation d'un programme de valorisation de fauteuils roulants. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 70(1), 21-32.
- Zwingmann X (2006). Prise en compte de la fiabilité et de la maintenabilité au stade de la conception. Thèse de doctorat, Université Laval, Québec, Canada.
- Zwingmann X (2006). DiDeROt: Détermination des durées de réparation et d'opération. Rapport technique, Université Laval, Québec, Canada.
- Zwingmann X, Aït-Kadi D, Coulibaly A, Mutel B (2006). Optimal disassembly sequencing strategy using constraint programming approach. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. Accepté.
- Zwingmann X, Gagnon B (2002). Analyse Fonctionnelle d'un fauteuil roulant. Rapport technique, Université Laval, Québec, Canada.