

Coordination de chaînes logistiques centrées consommateurs : modélisations et simulations orientées agents. Démarche et résultats

Olivier Labarthe^{1,2}, Benoit Montreuil¹, Alain Ferrarini², Bernard Espinasse²

¹ CIRRELT, Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport
Faculté des Sciences de l'Administration, Université Laval, Pav. P. Prince, Québec Qc G1K 7P4 Canada
Olivier.Labarthe@cirrelt.ca, Benoit.Montreuil@cirrelt.ca

² LSIS, Laboratoire des Sciences de l'Information et des Systèmes UMR CNRS 6168
Université Paul Cézanne, Domaine universitaire de St Jérôme, 13397, Marseille Cedex 20 France
Alain.Ferrarini@lsis.org, Bernard.Espinasse@lsis.org

RÉSUMÉ : Les chaînes logistiques représentent un avantage concurrentiel que les entreprises cherchent à pérenniser. La simulation s'inscrit naturellement auprès des décideurs comme un outil d'aide à la décision. Notre travail de recherche porte sur la définition d'une approche de modélisation et de simulation orientée agents de chaînes logistiques dans un contexte de personnalisation de masse. Nous utilisons un cadre méthodologique structuré selon trois niveaux d'abstraction: Modèle de Domaine, Modèle Conceptuel et Modèle Opérationnel. Les modèles de Domaine, issus de la modélisation d'entreprise, sont étendus au contexte de personnalisation de masse. Les modèles Conceptuels et Opérationnels, dérivés du modèle de Domaine, sont développés selon le paradigme agent. Une architecture, composée de deux sociétés d'agents en interaction, permet l'implémentation et l'exécution d'agents cognitifs et réactifs. Un cas industriel est traité et les résultats des simulations de trois scénarios de coordination sont interprétés.

MOTS-CLÉS : Modélisation et simulation des systèmes de production, chaînes logistiques, personnalisation de masse, modélisation et simulation orientées agents.

1. Introduction

L'évolution des marchés montre une redéfinition du positionnement des entreprises face à la demande. La compréhension et l'anticipation des attentes des consommateurs orientent les processus de création de valeurs. Les entreprises adaptent leurs comportements en adéquation avec les caractéristiques de l'environnement, mais rencontrent de nombreux problèmes décisionnels liés à la coordination de chaînes logistiques. La complexité organisationnelle qui découle d'un fonctionnement multi-entreprises, requiert des méthodes, des modèles et des outils adaptés pour en décrire, étudier et améliorer la conception et la gestion. La nature non-déterministe de la demande contraint les décideurs à utiliser des outils d'analyse pour évaluer les performances de leurs organisations. Afin de comprendre et d'améliorer le fonctionnement des entreprises et celui de la chaîne logistique, nous présentons dans cet article une approche de modélisation et de simulation orientée agents de chaînes logistiques. Nous nous intéressons plus particulièrement à la problématique de coordination.

À la section suivante nous définissons la problématique générale de recherche : la modélisation et la simulation de chaînes logistiques soumises à la dynamique de l'environnement. Au cours de la troisième section nous détaillons le processus de modélisation retenu. Dans la section quatre nous présentons le cas industriel et les trois scénarios de coordination testés, et nous interprétons les résultats de simulations. Enfin, nous concluons et nous présentons les perspectives associées à ce travail de recherche.

2. Modélisation et simulation de chaînes logistiques soumises à la dynamique de l'environnement

Les chaînes logistiques représentent un avantage concurrentiel que les entreprises cherchent à pérenniser. En vue d'ajuster continûment leurs structures et leurs fonctionnements, il apparaît essentiel aux décisionnaires de pouvoir les étudier. La conduite d'expérimentations soutenant de telles études est difficilement réalisable sur un système réel. Il devient alors nécessaire de disposer de modèles et d'outils adaptés pour en faciliter l'étude et l'analyse. Nous exposons au cours de cette section les facettes qui composent notre problématique première de recherche, à savoir : (i) l'évolutivité de l'environnement des entreprises, (ii) la modélisation de chaînes logistiques, et (iii) la simulation orientée agents de chaînes logistiques.

2.1. Évolutivité de l'environnement des entreprises

Les chaînes logistiques "centrées consommateurs" sont soumises à la distribution massive de produits personnalisés et/ou sur mesure, (Tseng and Piller, 2003). La gestion de produits personnalisés nécessite la mise en œuvre de politiques de gestion complexes, et s'appuient sur des cadres de relations clients multiples (*Make To Stock, Make To Order*, etc.). Pour cela les entreprises adaptent leurs structures organisationnelles afin de délivrer des produits dans des délais plus rapides que ceux nécessaires à leur fabrication (Partanen and Haapasalo, 2004). L'analyse des liens entre les caractéristiques des produits et la coordination des entreprises passe par l'élaboration de modèles permettant de représenter des organisations de réseaux d'entreprises en vue de les étudier.

2.2. Modélisation de chaînes logistiques

Pour la conception de modèles de chaînes logistiques nous présentons dans (Labarthe, 2006) les trois principales approches de modélisation : organisationnelle, analytique et la simulation. Les modèles "organisationnels" offrent une représentation qui ne permet pas d'obtenir une évaluation comportementale du système dans le temps face aux stimuli environnementaux. Les modèles analytiques, qui s'appuient sur une représentation mathématique, nécessitent des approximations et sont limités dans la prise en compte du temps. La conduite de simulations, enfin, permet une observation du comportement et de la dynamique du système dans le temps.

2.3. Simulations orientées agents de chaînes logistiques

Les modèles résultants des méthodes de modélisation d'entreprises et des cadres de modélisation de réseaux manufacturiers sont généralement difficilement exploitables dans des environnements de simulation. Les outils de simulation nécessitent l'élaboration de modèles dédiés qui ne s'appuient généralement pas sur une modélisation liée au domaine de l'étude. De plus, l'implémentation des modèles pour la simulation est beaucoup plus liée aux contraintes de développement qu'aux spécificités du système réel étudié (Boyson *et al.*, 2004). Ceci souligne la difficulté actuelle d'obtenir des simulations qui expriment directement les contraintes liées aux chaînes logistiques. Cette difficulté est accentuée lors de la transformation de modèles d'entreprises ou de réseaux manufacturiers, mode de représentation statique, en modèles pour la simulation, mode de représentation dynamique. D'une part, cette phase de transformation confronte deux domaines qui disposent d'approches différentes de conceptions de modèles. D'autre part, il n'existe pas de méthodologie favorisant la continuité de conception des modèles d'un domaine à l'autre. Or, les propriétés des systèmes multi-agents favorisent la conduite de simulations basées sur des entités autonomes afin d'appréhender le fonctionnement complexe d'un système réel modélisé. Ce type de simulation s'intéresse à la description et à l'étude comportementale du système réel par l'exécution des agents en interactions, et ce, dans un contexte dynamique.

3. Chaînes logistiques "centrées consommateurs"

Les chaînes logistiques "centrées consommateurs" sont soumises à la distribution massive de produits personnalisés et / ou sur mesure, (Tseng and Piller, 2003) La production à grande échelle de produits personnalisés a un impact considérable sur la conception et le pilotage des chaînes logistiques. La gestion de ces organisations fortement dynamiques, nécessite le développement d'outils d'aide à la décision adaptés. Nous avons proposé, dans (Labarthe *et al.*, 2003), un cadre de coordination adapté à de telles organisations. En vue d'illustrer ce principe, nous avons défini une chaîne logistique reposant sur un cas pratique. Au cours de cette section, nous explicitons puis détaillons la mise en œuvre du cadre méthodologique de modélisation et de simulation orientées agents de chaînes logistiques sur ce cas industriel. Pour cela nous présentons ici les trois étapes qui résultent du cadre méthodologique : la modélisation de domaine, la modélisation conceptuelle agent ainsi que la modélisation opérationnelle agent, dont les règles de passages sont présentées dans (Labarthe *et al.*, 2007).

3.1. Cas industriel

La chaîne logistique considérée est inspirée de trois manufacturiers appartenant à l'industrie du golf (Montreuil and Poulin, 2005). En amont se trouvent trois fournisseurs: (i) un manufacturier de têtes de golf, un manufacturier de tiges (*Shaft*), et, (iii) un manufacturier de manche (*Grip*). Ces fournisseurs sont chargés d'acheminer les composants ou les matières premières dont ils assurent la production, vers un manufacturier de bâtons de golf. Le manufacturier de bâtons de golf est chargé de l'assemblage des produits finis et des activités de personnalisation (produits finis ou composants). Ce manufacturier est en relation avec : (i) un manufacturier pour les activités de sous-traitance d'assemblage, et, (ii) un distributeur principal. Le distributeur principal alimente en produits finis les distributeurs qui se situent sur chaque marché. Les distributeurs sont chargés de stocker et d'approvisionner les points de vente en produits finis afin de répondre à la demande. Les points de ventes forment une interface physique auprès des consommateurs. Les consommateurs peuvent acquérir ou commander des bâtons de golf auprès de détaillants selon cinq niveaux de personnalisation (Poulin *et al.*, 2006). La conception de modèles de chaînes logistiques s'appuie sur un ensemble de spécifications liées à la structure et aux comportements du système. Une telle approche de représentation nécessite une réflexion sur la modélisation de la chaîne logistique et nécessite de partir d'une modélisation issue du domaine des réseaux manufacturiers.

3.2 Démarche de modélisation

Nous avons proposé dans (Labarthe *et al.*, 2005) une démarche de modélisation qui repose sur une approche incrémentale durant laquelle différents modèles sont élaborés. Dans un premier temps, le système réel est représenté par une approche de modélisation liée au domaine de l'étude. Dans un second temps, nous avons recours au paradigme agent pour traduire le modèle de domaine en un modèle "conceptuel agent" permettant de prendre en considération l'ensemble des propriétés relatives au domaine de l'étude dès la phase d'abstraction. Dans un troisième temps, nous spécifions un modèle "opérationnel agent". Il s'agit de rendre opérationnels les agents définis au niveau conceptuel. Ce modèle constitue une solution d'implémentation du modèle conceptuel qui servira de base à l'expérimentation. Il fournit une vue détaillée sur la réalisation des agents, des objets et de leurs relations.

3.3. Modélisation de domaine

L'approche de modélisation proposée repose en premier lieu, au niveau du domaine, sur la définition de deux modèles complémentaires que sont le modèle structurel et le modèle dynamique. Le modèle structurel recense les éléments de la chaîne logistique et les liens d'interactions physiques entre ces éléments. Afin de représenter la structure de la chaîne

logistique, nous retenons l’approche de modélisation par réseaux de responsabilité proposée dans (Montreuil and Lefrançois, 1996). La description du système réel repose sur l’identification de chaque centre disposant de responsabilités définies dans le temps, envers des clients, des fournisseurs, des produits, des procédés et des processeurs. La Figure 1 illustre la chaîne logistique considérée pour une zone de marché composée de cinq détaillants.

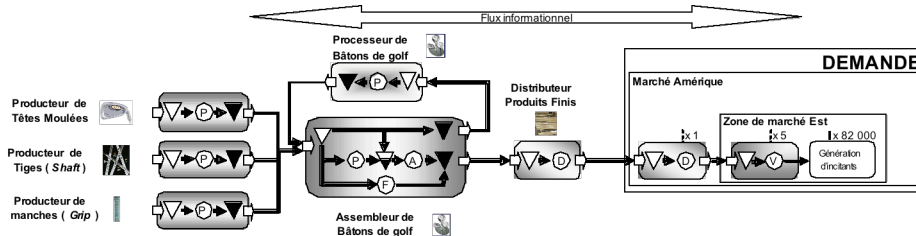


Figure 1. Modèle Structurel du cas industriel

Le Modèle Dynamique s’intéresse à la description du comportement des centres définis au sein du Modèle Structurel. Pour cela nous retenons le cadre conceptuel de réseaux manufacturiers proposé dans le projet NetMan (*Networked Manufacturing*), (Montreuil et al., 2001). Les centres se coordonnent par interactions de flux informationnels et physiques. Les flux informationnels utilisés pour traduire les modes de coordination sont : (i) l’expression des besoins, (ii) l’expression des offres, (iii) les informations de coordination, et, (iv) le partage d’informations par la transmission de modèles. La Figure 2 illustre un premier niveau dans la représentation du Modèle Dynamique (expression des offres et des besoins).

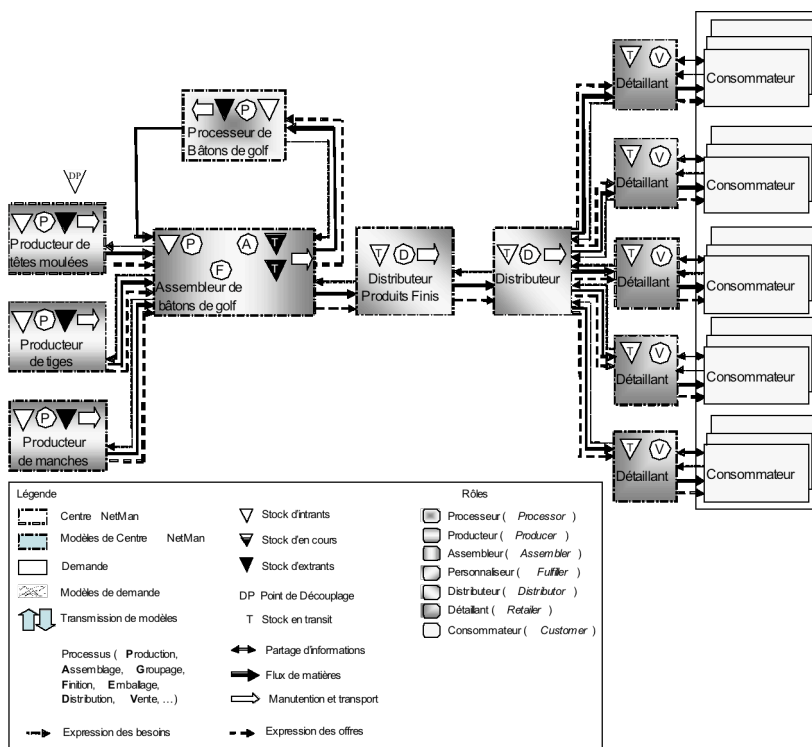


Figure 2. Modèle Dynamique du cas industriel

3.4. Modélisation conceptuelle agent

Le Modèle Conceptuel Agent est une représentation du Modèle de Domaine obtenue par l’utilisation de règles de dérivation. La transformation du modèle de domaine en modèle multi-agents favorise le transfert des connaissances rapportées par l’expert du domaine, tant au niveau de la représentation des individus qu’au niveau de la représentation de leur organisation. Cette étape de conception est réalisée en fonction des besoins de simulation, des

observables et du niveau de description du système réel au niveau organisationnel. Le modèle résultant de cette étape de conception permet de définir les comportements qui sont assurés par les agents au sein de l'organisation multi-agents. La proposition du Modèle Conceptuel Agent est directement issue du Modèle de Domaine comme l'illustre la Figure 3. Les Agents Magasin de 1 à 5 assurent les activités de vente, de stockage et de déstockage des produits finis, ainsi que la gestion des interactions informationnelles. L'Agent Dépôt 1 et l'Agent Dépôt assurent les activités de distribution, de transport, de stockage et de déstockage des produits finis, ainsi que la gestion des interactions informationnelles. L'Agent GolfStickProcessor, l'Agent Head, l'Agent Shaft, l'Agent Grip et l'Agent Iron assurent les activités de stockage, déstockage, production et transport des composants ou produits semi-finis, ainsi que la gestion des interactions informationnelles. L'Agent Pong assure les activités de stockage et de déstockage des composants, produits semi-finis et produits finis, ainsi que la gestion des interactions informationnelles avec les agents chargés des processus de transformation (production, assemblage et personnalisation). Les activités de production sont prises en charges par l'Agent Iron. Les activités d'assemblage sont assurées par l'Agent GolfStick. Les activités de personnalisation des produits sont effectuées par l'Agent Fulfiller. Les agents en relation avec l'Agent Pong partagent des informations relatives à la réalisation des processus de transformation (ex. : Plan de charge).

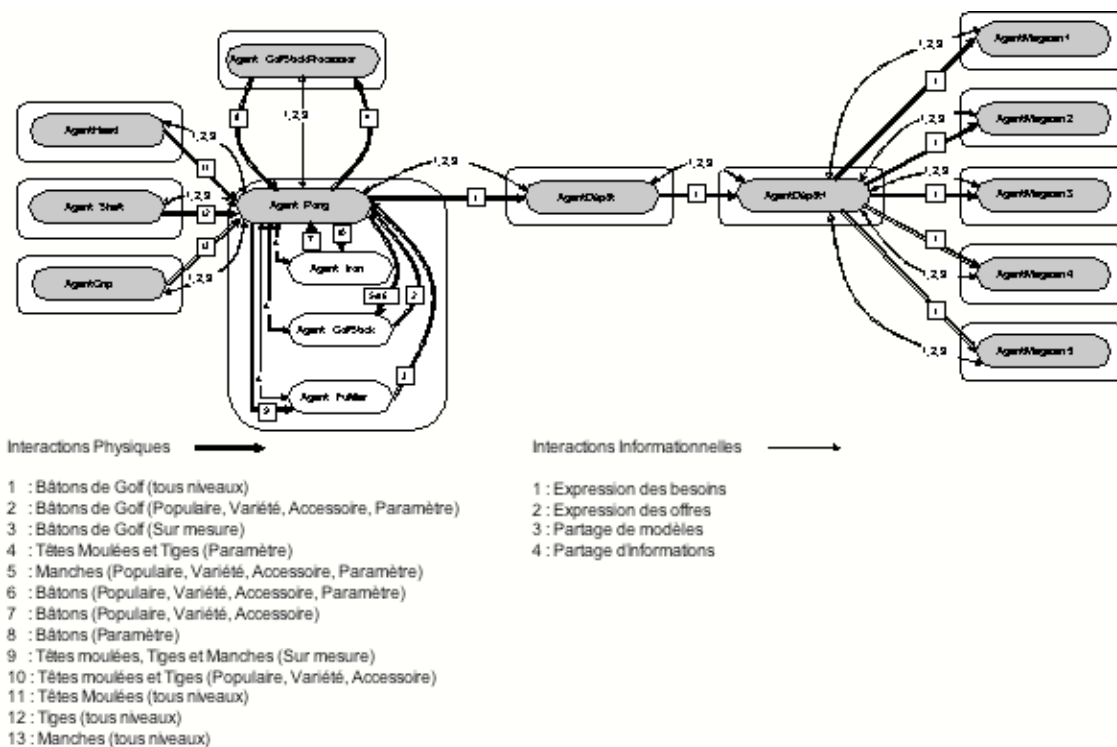


Figure 3. Représentation du Modèle Dynamique par le Modèle Conceptuel Agent

3.5. Modélisation opérationnelle agent

La modélisation opérationnelle propose une solution d'implémentation du Modèle Conceptuel Agent. Cette étape conduit à l'élaboration d'un Modèle Opérationnel Agent impliquant des choix d'architectures d'agents. Pour cela, il est nécessaire de disposer de formalismes adaptés à la représentation des comportements des agents, de leurs états mentaux et de leurs modes d'interaction. Au sein du Modèle Opérationnel Agent présenté à la Figure 4 nous illustrons la phase de "spécification" définie dans (Labarthe *et al.*, 2006). Les agents présents dans la société décisionnelle mettent en œuvre des comportements complexes pour la réalisation d'activités décisionnelles (exemple : définition de plans de livraisons, etc.). Les agents

présents dans la société réactive sont chargés de la réalisation d'activités opérationnelles sous forme de comportements simples (exemple : réception de produits finis, expédition de produits finis, etc.).

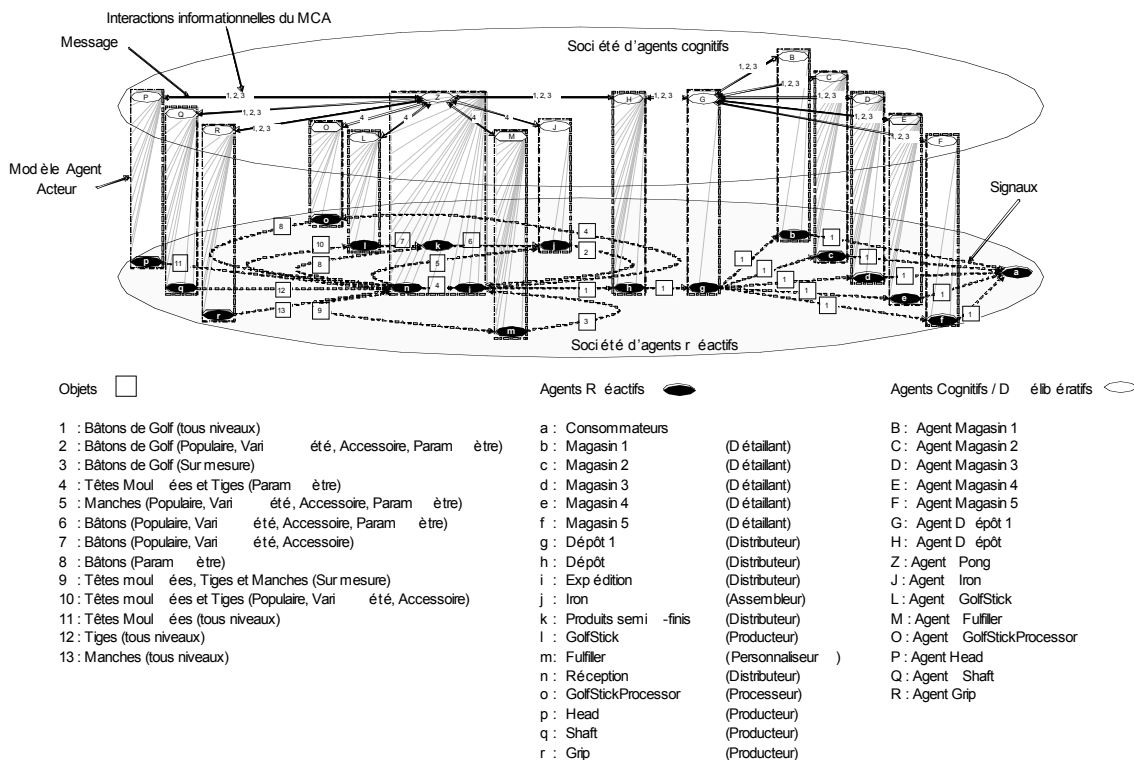


Figure 4. Les deux sociétés d'agents du Modèle Opérationnel Agent

4. Simulation agents de la coordination au sein d'une chaîne logistique

Les expérimentations portent sur la simulation de modes de coordination de chaînes logistiques. L'implémentation du Modèle Opérationnel Agent, rendant exécutable le système multi-agents, a été effectuée dans les environnements MAJORCA pour la société cognitive et Anylogic pour la société réactive (Labarthe, 2006). Cette plateforme a permis de simuler la chaîne logistique présentée à la section 3, selon différents scénarii pour lesquels la demande est composée de multiples consommateurs aux besoins personnalisés (Figure 5). Au cours de cette section, nous présentons pour chaque scénario les paramètres de simulation. Nous analysons les résultats par l'étude d'indicateurs de performances relatifs au fonctionnement des centres de type Distributeur. Chaque scénario fait intervenir des modes d'interactions physiques et informationnels associés à des processus décisionnels spécifiques. Nous souhaitons observer l'impact des comportements individuels sur le comportement du système en tant que premiers tests par l'utilisation de l'approche modélisation définie.

	Trimestre1	Trimestre1	Trimestre1	Trimestre2	Trimestre2	Trimestre2	Trimestre3	Trimestre3	Trimestre3	Trimestre4	Trimestre4	Trimestre4
Prévisions Marché Canadien	Quantité / trimestre	Moyenne / jour	Écart-type journalier	Quantité / trimestre	Moyenne / jour	Écart-type journalier	Quantité / trimestre	Moyenne / jour	Écart-type journalier	Quantité / trimestre	Moyenne / jour	Écart-type journalier
Populaire	12500	139	7	18750	208	10	7500	83	4	2500	28	3
Variété	5500	61	6	8250	92	5	3300	37	4	1100	12	2
Accessoire	5000	56	8	7500	83	8	3000	33	3	1000	11	2
Paramètre	1250	14	3	1875	21	3	750	8	2	250	3	1
Sur-mesure	750	8	3	1125	13	4	450	5	2	150	2	1
total	25000	417	27	37500	625	30	15000	250	15	5000	83	9

Figure 5. Demande par trimestre par niveau de personnalisation offert

4.1. Scénario 1

Pour le premier scénario, nous considérons qu’un stock de découplage des produits de type populaire se situe au niveau des détaillants. Les produits des autres niveaux de personnalisation sont approvisionnés, assemblés et livrés à la commande, comme illustré à la Figure 6. Les besoins des consommateurs sont matérialisés par des commandes précisant la date et l’horaire d’émission, la référence et la quantité de produit, le marché et la zone de marché ainsi que le nom du détaillant. Dans un premier temps, il s’agit de générer la demande pour l’ensemble des niveaux de personnalisation en fonction des différentes zones de marché.

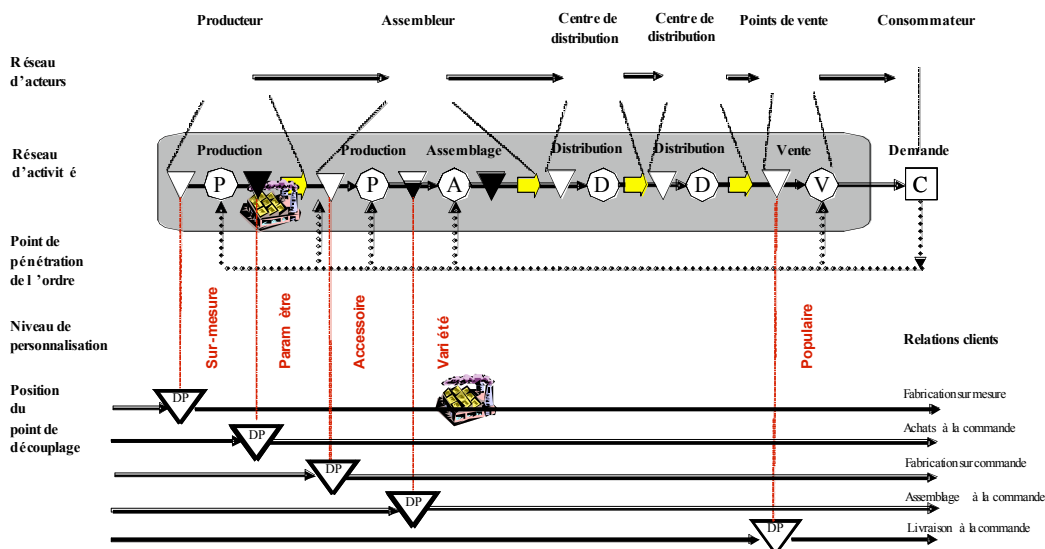


Figure 6. Positions des points de découplage dans les scénarii 1 et 2

Ce niveau nous permet de simuler un partage en temps réel des commandes d’un niveau de personnalisation autre que Populaire. Il s’agit d’observer la réactivité et la flexibilité de la chaîne logistique dans le cadre de la personnalisation de masse. Les paramètres relatifs à l’initialisation des stocks font intervenir des stocks initiaux, des seuils et des ordres de commandes élevés. En effet, les agents réactifs et cognitifs de type distributeur sont responsables de l’approvisionnement de l’ensemble des détaillants au niveau des produits de type populaire. La Figure 7 montre l’évolution annuelle des niveaux de stock pour l’agent réactif Dépôt 1 et l’agent réactif Dépôt.

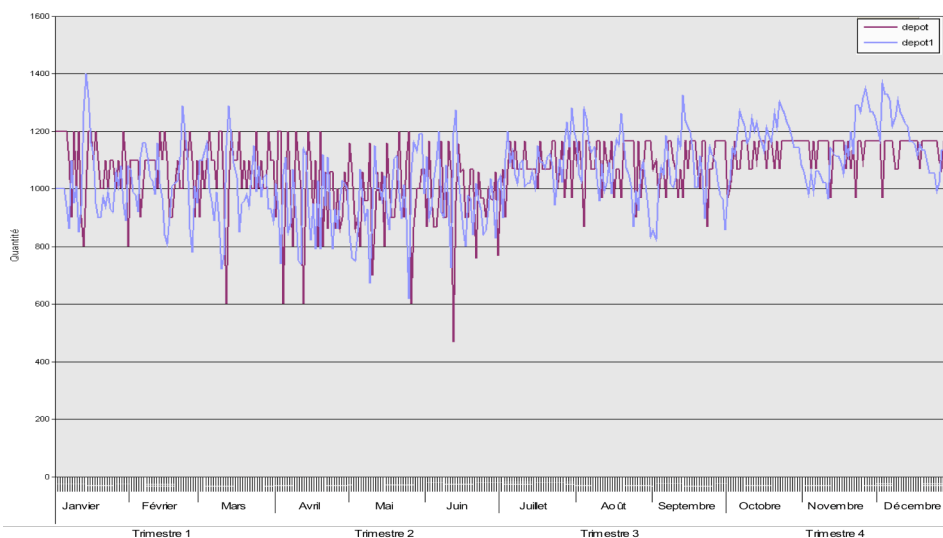


Figure 7. Évolutions des niveaux de stock de type populaire chez les distributeurs

4.2. Scénario 2

Dans le deuxième scénario les connaissances des agents cognitifs sont alimentées par des données relatives à l'évolution de la demande. Nous souhaitons observer les décisions émises et leurs implications au niveau des niveaux de stocks et de la taille des ordres d'achats, impliquant un niveau de collaboration supérieur à celui proposé dans le premier scénario. Au niveau du partage de modèles de demande, il s'agit de tester un niveau de collaboration dans lequel les agents cognitifs échangent leurs croyances face à l'évolution de la demande. Les agents réactifs de type détaillant émettent leurs prévisions de vente auprès de leur fournisseur, dans l'exemple proposé il s'agit de l'agent réactif Dépôt 1. Ce mode de transmission est assuré jusqu'à l'agent assembleur. Ce dernier intègre les données relatives aux prévisions des détaillants afin d'alimenter un Calcul des Besoins Nets. Au cours de cette partie nous observons une différence majeure par rapport au graphique présenté dans le cadre du premier scénario.

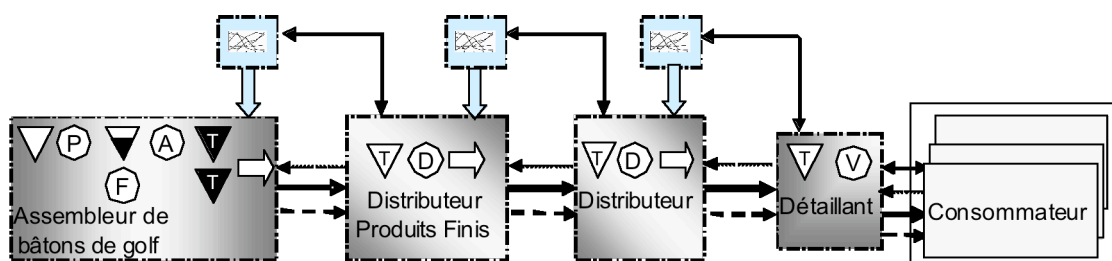


Figure 7. Partage de modèles de demande dans les scénarii 2 et 3

Au sein de la chaîne logistique nous constatons une réelle modification des performances au niveau des agents réactifs de type distributeur. La stratégie de partage de modèles de demande permet de réduire l'incertitude concernant le nombre de produits de type populaire à maintenir en stock. Étant donné que les prévisions sont partagées de manière hebdomadaire, nous constatons une gestion des stocks en "dents de scie" au niveau de l'agent réactif Dépôt 1. En effet, l'agent cognitif Agent Dépôt 1 dispose d'informations sur l'évolution prévisionnelle de la demande, mais ne possède pas de connaissances sur la répartition de la demande sur la période de prévision considérée. Les performances liées aux niveaux de stocks des agents de type distributeur, dans le cadre du partage de modèle de demande, sont illustrées à la Figure 8. Dans le deuxième scénario nous constatons que les retards occasionnés par les ruptures de stock se situent principalement au niveau du deuxième trimestre.

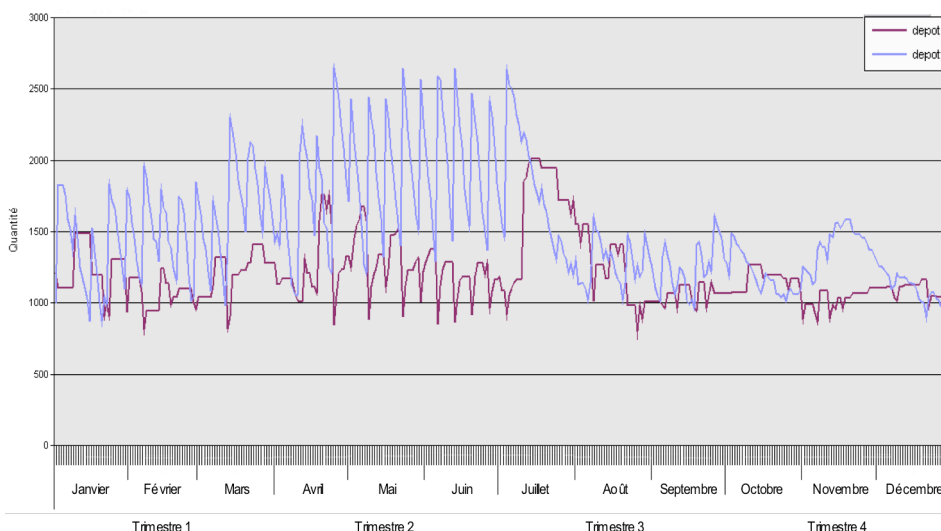


Figure 8. Niveaux de stock de type populaire chez les distributeurs – Scénario 2

4.3. Scénario 3

Le troisième scénario s'intéresse à la modification du positionnement du point de découplage pour le niveau de personnalisation variété, comme présenté à la Figure 9. Ceci implique la mise en œuvre de modes de gestion et de pilotage adaptés à cette nouvelle configuration organisationnelle.

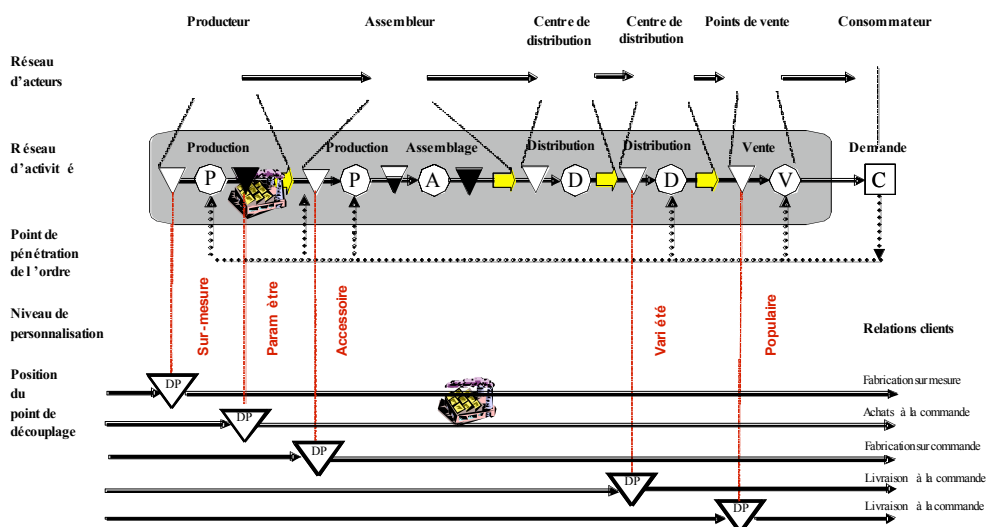


Figure 9. Positions des points de découplage dans le scénario 3

Il existe 576 références disponibles pour les produits de type variété. Les retards de livraison occasionnés chez les détaillants sont la répercussion des difficultés rencontrées par l'agent réactif Dépôt 1 au niveau de la gestion des stocks. Étant donné que le partage de modèles de demande est utilisé, l'évolution du niveau de stock suit la tendance observée au cours du deuxième scénario. Sur le graphique proposé à la Figure 10 nous constatons un effet en "dents de scie". Cependant, cet effet ne s'applique pas aux produits de type variété.

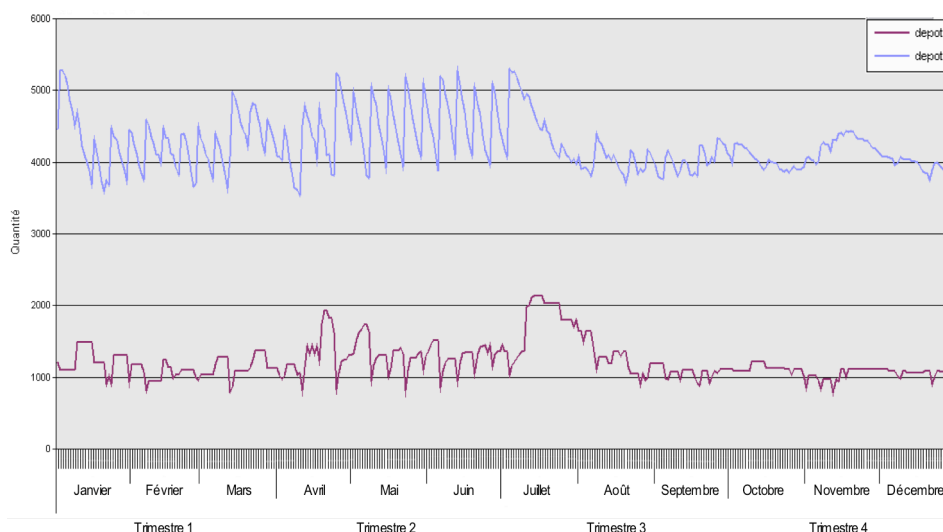


Figure 10. Niveaux de stock de type populaire chez les distributeurs – Scénario 3

5. Conclusions et perspectives

L'étude des résultats des trois scénarii permet d'analyser différents comportements, tant au niveau de la chaîne logistique, qu'au niveau de chaque centre. Les résultats associés au premier scénario montrent des performances reliées à des stratégies définies de manière

locale. Il s'agit de comportements "autarciques" dans lequel l'intérêt individuel prime. Dans le deuxième scénario nous constatons une évolution des performances de la chaîne logistique. Cette évolution est obtenue par le partage d'informations entre les agents cognitifs. Ces informations alimentent les processus décisionnels dans la définition de stratégies de gestion communes. Enfin, dans le dernier scénario nous évaluons la modification de la structure organisationnelle de la chaîne logistique. Cette modification montre la nécessité, pour l'agent responsable de la gestion du point de découplage, de disposer de connaissances sur les modes de gestion mis en œuvre par les agents cognitifs en aval et en amont de ce stock stratégique. Les différents résultats obtenus pour ces trois scénarii montrent bien tout l'intérêt de notre approche de modélisation et de simulation orientée agents pour améliorer la compréhension du comportement et du pilotage des chaînes logistiques, et ce, dans un contexte dynamique liée aux consommateurs. Ces expérimentations montrent la pertinence du cadre de coordination que nous avons proposé pour les chaînes logistiques centrées consommateurs, notamment l'intérêt de la prise en compte de la notion de point de découplage.

Nous projetons la mise en œuvre d'une grille d'analyse plus complète sur les comportements du système physique face à la nature des informations échangées. Enfin l'approfondissement de la modélisation du comportement des consommateurs amènera une dimension supplémentaire aux analyses possibles.

6. Références bibliographiques

- Boyson, S., Harrington, L.H., Corsi, T.M. (2004) *In real time: managing the new supply chain*, Praeger Publishers.
- Labarthe, O., Ferrarini, A., Montreuil, B., Espinasse, B. (2003) « Cadre de coordination distribué de chaîne logistique par mesure des performances », *Actes du 5^{ème} Congrès International de Génie Industriel*.
- Labarthe, O., Espinasse, B., Ferrarini, A., Montreuil, B. (2005) « A Methodological Approach for Agent Based Simulation of Mass Customizing Supply Chains », *Journal of Decision Systems*, vol. 14, n° 4, pp. 397-425.
- Labarthe, O., Ferrarini, A., Espinasse, B., Montreuil, B. (2006) « Multi-Agent Modelling for Simulation of Customer-Centric Supply Chain », *International Journal of Simulation & Process Modelling*, vol. 2, n° 3/4, pp. 150 – 163.
- Labarthe, O. (2006) *Modélisation et Simulation Orientées Agents de Chaînes Logistiques dans un Contexte de Personnalisation de Masse : Modèles et Cadre Méthodologique*, Thèse de doctorat, Université P. Cézanne et Université Laval.
- Labarthe, O., Espinasse, B., Ferrarini, A., Montreuil, B. (2007) « Toward a Methodological Framework for Agent-Based Modelling and Simulation of Supply Chains in a Mass Customization Context », *Simulation Modelling Practice and Theory*, vol. 15, n° 2, pp. 113 – 136.
- Montreuil, B., Lefrançois, P. (1996) « Organizing factories as responsibility networks », *Progress in Material Handling Research*, pp. 375-411.
- Montreuil, B., Frayret, J.M., D'Amours, S. (2000) « A Strategic Framework for Networked Manufacturing », *Computers in Industry*, vol. 42, n° 2-3, pp. 299-317.
- Montreuil, B., Poulin, M. (2005) « Demand and supply network design scope for personalised manufacturing », *International Journal of Production Planning & Control*, vol.16, n° 5, pp. 454-469.
- Partanen, J., Haapasalo, H. (2004) « Fast production for order fulfillment: Implementing mass customization in electronics industry », *International Journal of Production Economics*, vol. 90, n° 2, pp. 213-222.
- Poulin, M., Montreuil, B., Martel, A. (2006) « Implications of personalization offers on demand and supply network design: a case from the golf club industry », *European Journal of Operational Research*, vol. 169, pp. 996-1009.
- Tseng, M.M., Piller F.T. (2003) *The Customer Centric Enterprise Advances in Mass Customization and Personalization*, Springer.