

Optimisation de tournée de véhicules avec gestion de stock dans le cadre de la logistique en boucle

Galina IASSINOVSKAIA¹, Fouad RIANE^{2,3}

¹USL, Mons, Belgique - ²CIGM, Faculté des Sciences et Technique de Settat, Settat, Maroc ; ³LABORIA, Mundiapolis Université, Casablanca,

iassinovskaia@uclouvain-mons.be, f.riane@mundiapolis.ma

Résumé – De plus en plus d'entreprises utilisent des ressources réutilisables pour le transport et la manutention de marchandises (RTI : Returnable Transport Item) comme les palettes, les containers pour des raisons économiques et environnementales. Ces ressources circulent au sein d'une chaîne logistique en boucle et leur gestion influence la performance sur l'ensemble de la chaîne. Dans cet article, nous nous intéresserons particulièrement au problème d'optimisation de tournée de véhicules avec gestion de stock (IRP). Pour une chaîne logistique qui fonctionne en boucle ce problème consiste à déterminer les circuits de distribution et de retours en optimisant conjointement les coûts de transport et de stockage. Afin de résoudre ce problème, nous proposons un modèle mathématique. Ce modèle est utilisé pour analyser l'impact de différents paramètres sur le coût total et le coût de transport.

Mots clés : Ressource mobiles, Chaîne logistique en boucle, Tournée de véhicules avec gestion de stock.

Abstract – More and more enterprise use reusable resources for the transport and the handling of goods (RTI: Returnable Transport Item) as pallets, containers for economic and environmental reasons. These items flow in closed-loop within a supply chain and their management influences the performance of the whole chain. In this article, we take an interest in the inventory routing problem (IRP) which integrates the inventory decisions into classical vehicle routing problem. In closed-loop supply chain, the goal is to determinate simultaneously the quantity of the delivery and pickups and the set of feasible vehicle routes. The objective is to optimize the total transportation and inventory holding costs over the planning horizon. To resolve this problem, we propose a mathematical model. This model is used to analyze the impact of different parameters on the total costs and of the costs of the transportation.

Keywords: Mobile resources, Closed-loop supply chain, Inventory routing problem.

1. Introduction

Ces dernières années la société se préoccupe de la préservation des ressources naturelles et de l'environnement, en favorisant l'utilisation de supports de manutention réutilisables qui permet entre autres de réduire considérablement la production de déchets d'emballage. Dans la littérature, pour désigner ces emballages, les termes d'actifs mobiles, de moyens ou de supports de transport réutilisables ou retournables ou encore d'emballages réutilisables sont utilisés. Dans cet article, nous considérons ces différentes expressions comme synonymes et nous utilisons l'acronyme anglais RTI (Returnable Transport Items) pour désigner ces ressources mobiles. IC-RTI a défini les RTI comme des moyens d'assembler des marchandises pour le transport, le stockage, la manutention et la protection du produit dans la chaîne logistique qui sont renvoyés pour une nouvelle utilisation, en incluant par exemple les palettes aussi bien que toutes les formes de caisses réutilisables, plateaux, boîtes, rolls, chariots, conteneurs.

Dans l'industrie, différents RTI sont utilisés pour la manutention et le transport des matériaux, composants et produits finis. Les RTI étant par définition réutilisables, ils circulent en boucle au sein de la chaîne logistique : ils peuvent être collectés et renvoyés vides à leur expéditeur

ou alors être réutilisés par le destinataire pour qu'il puisse à son tour envoyer ses produits. Donc, deux types de flux doivent être gérés simultanément : les flux directs qui correspondent à la distribution traditionnelle des marchandises chargées sur des RTI, et les flux inverses qui correspondent à la collecte des RTI vides.

Aujourd'hui, la gestion des RTI est loin d'être maîtrisée. Chaque jour, des millions de ces ressources circulent dans le monde avec un manque de visibilité et de contrôle sur ces mouvements. Par exemple, la société CHEP¹, leader mondial de solutions de gestion de palettes et de conteneurs, gère 300 millions de mouvements de RTI en Europe par an. Les enjeux sont énormes vu les coûts de gestion des mouvements et de la manutention.

L'intégration des décisions concernant le contrôle des stocks et l'optimisation de tournée de véhicules peut réduire significativement le coût total d'une chaîne logistique [7], [5]. Ce problème, communément appelé Inventory Routing Problem (IRP) en anglais, consiste à déterminer le circuit de distribution, d'un entrepôt central vers un ensemble de clients. Ce circuit doit être trouvé en optimisant conjointement les coûts de transport et de stockage sans rupture des stocks. Ainsi, on doit répondre à trois questions : quand chaque client doit être réapprovisionné, combien il faut lui livrer à chaque visite et par quel trajet.

Dans notre recherche, nous étudions un problème IRP dans le cadre d'une chaîne logistique à deux étages (un producteur avec plusieurs clients), qui fonctionne en boucle fermée. L'objectif est de déterminer pour chaque client, sur l'horizon de planification, un planning de livraison de produits placés sur des RTI et de collecte des RTI vides, et à trouver le chemin efficace pour l'exécuter en respectant les contraintes de stocks et de transport. Donc, nous devons nous poser des questions supplémentaires : à quel moment les RTI vides doivent être évacués de chaque client, quelle quantité doit être rapatriée et par quel trajet ces retours doivent être effectués. Cet article s'organise de manière suivante : dans un premier temps, nous présentons un état de l'art concernant le problème IRP. Puis nous décrivons le problème sur lequel notre modèle est basé. Ensuite, le modèle mathématique et l'analyse des résultats obtenus sont présentés, avant de conclure sur les perspectives à venir.

2. Etat de l'art

Le problème IRP est d'actualité dans les chaînes logistiques où la politique de gestion des stocks des clients par le fournisseur est appliquée [4]. Pour établir cette politique, un accord est nécessaire entre le fournisseur et ses clients : les clients permettent au fournisseur de choisir le temps et la taille de leur approvisionnement. En échange de cette liberté, le fournisseur promet aux clients qu'ils ne seront jamais en rupture de stock. Dans ce cas, le fournisseur peut combiner ses livraisons et utiliser ses ressources plus efficacement, les clients à leur tour ne doivent pas consacrer d'efforts à la gestion des stocks.

Parmi les raisons du grand intérêt porté au problème IRP, citons le développement de nouvelles technologies (e.g. RFID) et la diminution des coûts de leur implémentation [6]. Evidemment, pour établir une stratégie de gestion de tournée de véhicules avec gestion de stock, les distributeurs doivent récolter et analyser un grand nombre d'informations précises et opportunes concernant le niveau des stocks (ses propres stocks et stocks de ses clients), l'état et le positionnement des véhicules, etc.

Le problème IRP est une extension du problème classique de tournées de véhicules (VRP – vehicle routing problem en anglais). Cependant ces deux problèmes sont fort différents [8]. Le VRP arrive quand les clients passent leurs commandes et le producteur, un jour donné, cherche le meilleur chemin pour livrer les quantités demandées. Dans l'IRP, le producteur, et non plus les clients, décide, quelle quantité doit être livrée chaque jour à chaque client. Ces problèmes se différencient aussi par l'horizon de planification. Si le VRP traite typiquement les commandes pour un seul jour, l'IRP établit une solution pour une période plus longue. Chaque jour, le producteur prend des décisions, en gardant à l'esprit que des décisions faites aujourd'hui ont un impact sur l'avenir.

L'IRP est fortement discuté dans la littérature récente. Tous les auteurs remarquent que l'utilisation de méthodes d'optimisation exactes pour résoudre ce problème est très limitée en nombre d'acteurs d'une chaîne logistique et en longueur de l'horizon de planification car l'IRP est un problème NP-difficile. Dans la majorité des études, ce problème est résolu avec des méthodes approchées.

[4] ont développé une approche biphasée pour un IRP multi-période avec une demande déterministe. Premièrement, un planning de livraisons est créé par un programme en nombres entiers ; deuxièmement, un ensemble d'itinéraires de livraisons est construit par une méthode heuristique.

[9] proposent une approche hybride pour résoudre l'IRP déterministe de large échelle avec livraisons divisibles quand un client peut être approvisionné par plusieurs véhicules pendant une période de planification. La solution est basée sur la méthode de Lagrange avec décomposition en sous-problèmes de gestion de stocks et de tournée de véhicules.

[8] se concentrent sur l'IRP avec des mouvements contenus entre un ensemble de producteurs et un ensemble de clients en prenant en compte la disponibilité des produits chez le producteur. Un algorithme d'optimisation heuristique basé sur la programmation en nombre entiers a été développé et est capable de résoudre les problèmes de petite et de moyenne taille.

[1] présentent une modélisation d'IRP avec une demande constante en utilisant la conception de multi-tournées. Pour la solution de ce problème, une approche qui intègre plusieurs procédures heuristiques et se base sur le principe de génération de colonnes est proposée.

[7] ont développé un modèle d'IRP avec une fenêtre de temps pour une chaîne logistique de distributeurs de boissons. Pour trouver la fréquence optimale d'approvisionnement des distributeurs, les auteurs ont proposé et comparé quatre méthodes heuristiques.

[3] ont formulé le production-inventory-distribution-routing-problem pour maximiser le profit dans une chaîne logistique avec des clients fortement dispersés. Afin de le résoudre, une procédure en deux étapes a été développée : d'abord les quantités de livraison pour chaque client et chaque période doivent être définies, puis on trouve les itinéraires de livraisons en utilisant la méthode Tabou.

[2] ont réalisé une revue de la littérature concernant la combinaison de problèmes de gestion de stock et de tournées de véhicule dans le transport routier et maritime. Une grande attention a été portée sur la relation entre les travaux scientifiques et la pratique. Les auteurs espèrent que l'accent sur les aspects industriels va montrer aux praticiens les avantages de l'implémentation de systèmes

d'aide à la décision dans les situations complexes liées à la combinaison d'optimisation de tournée de véhicules avec gestion de stocks.

Parmi les différentes applications concrètes du problème IRP nous pouvons citer :

- [7] pour une chaîne logistique de distributeurs de boissons.
- [5] pour une chaîne de supermarchés en Pays-Bas.
- [8] pour une chaîne de distribution de gaz.

Malgré une littérature abondante concernant le problème IRP, nous n'avons pas trouvé de modèles destinés à la construction de tournées de véhicules et gestion de stock dans une chaîne logistique qui fonctionne en boucle. Dans notre étude, nous nous intéressons au traitement simultané des flux de livraisons et de retours. De plus, la capacité de production est dépendante de la disponibilité des RTI vides dans le stock du producteur.

3. Description du problème

Nous considérons une chaîne logistique à deux niveaux avec un producteur qui distribue ses produits placés sur les supports (RTI) à un ensemble de clients. La figure 1 représente la structure de la chaîne logistique étudiée ainsi que les flux des RTI y circulant. Après la consommation du produit par les clients, le producteur doit évacuer les RTI vides pour leur réutilisation. Une zone de stockage chez chaque acteur est composée de deux aires : le stock des RTI vides (SU) et le stock des RTI pleins (SL). Chacun de ces stocks est caractérisé par le niveau initial et par la capacité maximale de stockage. Les livraisons et les retours sont effectués par une flotte homogène de véhicule. Un véhicule peut transporter simultanément des RTI vides et pleins.

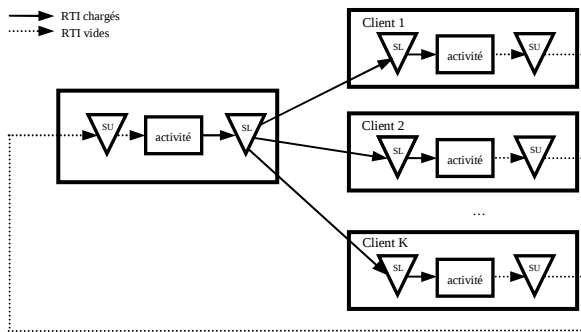


Fig. 1 : Flux des RTI au sein de la chaîne logistique

Plusieurs simplifications sont utilisées dans notre étude :

- la consommation des clients est statique et connue ;
- la capacité de production est infinie ;
- la capacité des véhicules pour les RTI vides et pleins est égale ;

- les livraisons et les collectes ne sont pas divisibles, donc un client peut être visité seulement une fois par jour.

L'objectif est de déterminer pour chaque client sur l'horizon de planification les moments de livraison et de rapatriement des RTI ainsi que les quantités à déposer ou enlever. Ensuite, les tournées nécessaires de véhicules doivent être organisées afin d'effectuer le transport. Cette planification doit respecter les contraintes de niveau de stock chez les clients (sans ruptures et surstocks), prendre en compte la disponibilité des RTI vides chez le producteur et minimiser le coût composé par les coûts de stockage, de production et de transport.

La période de temps est égale à un jour. Cette granularité a été choisie car cette durée semble correspondre à l'échelle de temps utilisée dans les chaînes logistiques.

4. Modèle mathématique

Le modèle mathématique développé pour résoudre le problème décrit utilise les notations suivantes :

4.1 Index :

Dans le modèle mathématique, les ensembles suivants sont utilisés :

- K – nombre des clients ;
- T – nombre de périodes de planification ;
- V – nombre de véhicules ;
- i, j – l'index d'un acteur de la chaîne logistique, l'index du producteur est égal à 0, $i, j \in [0, \dots, K]$;
- t – l'index d'une période du temps, $t \in [0, \dots, T]$;
- v – l'index d'une véhicule, $v \in [1, \dots, V]$.

4.2 Données :

Pour formuler le modèle les données suivantes sont nécessaires :

- $IL0_i$ – le niveau initial du stock de RTI pleins chez l'acteur i ;
- $CapL_i$ – la capacité du stock de RTI pleins chez l'acteur i ;
- $IU0_i$ – le niveau initial du stock de RTI vides chez l'acteur i ;
- $CapU_i$ – la capacité du stock de RTI vides chez l'acteur i ;
- $u_{i,t}$ – la consommation du client i en période t ;
- $CapV$ – la capacité d'une véhicule ;
- $dist_{ij}$ – la distance entre les acteurs i et j ;
- CTF – le coût de transport fixe (€ par km) ;
- CTV – le coût de transport variable (€ par km par unité) ;
- CSL_{jt} – le coût de stockage des RTI pleins chez le client i en période t (€ par unité) ;

CSU_{jt} – le coût de stockage des RTI vides chez le client i en période t (€ par km) ;
 CP – le coût de production (€ par unité).

4.3 Variables :

Les variables de décision suivantes doivent être calculées :

dl_{it} – la quantité livrée au client i en période t ;
 du_{it} – la quantité de retours du client i en période t ;
 $Y_{ijvt} = 1$ si le véhicule v a visité le client j juste après le client i en période t , si non $=0$;
 X_{ijt} – la quantité des RTI pleins transportés du client i vers le client j en période t ;
 Z_{ijt} – la quantité des RTI vides transportés du client i vers le client j en période t ;
 pt – la quantité des RTI remplie par le producteur ;
 StL_{it} – la quantité des RTI pleins stockés chez l'acteur i en fin de la période t ;
 StU_{it} – la quantité des RTI vides stockés chez l'acteur i en fin de la période t .

4.4 Modèle

Le modèle mathématique est le suivant :

$$\min[\sum_{i \in K} \sum_{j \in K} \sum_{v \in V} \sum_{t \in T} (CTF * dist_{ij} * Y_{ijvt} + CTV * dist_{ij} * X_{ijt} + CTV * dist_{ij} * Z_{ijvt}) + \sum_{i \in K} \sum_{t \in T} (CSL_{it} * StL_{it} + CSU_{it} * StU_{it}) + \sum_{t \in T} CP * p_t] \quad (1)$$

Sous les contraintes :

$$X_{ijt} + Z_{ijt} \leq CapV * \sum_{v \in V} Y_{ijvt} \quad \forall i, j \in K, i \neq j, v \in V, \forall t \in T \quad (2)$$

$$StL_{it} = StL_{it-1} + dl_{it} - u_{it} \quad \forall i \in K, i > 0, t \in T \quad (3)$$

$$StU_{it} = StU_{it-1} - du_{it} + u_{it} \quad \forall i \in K, i > 0, t \in T \quad (4)$$

$$StL_{0t} = StL_{0t-1} + p_t - \sum_{i \in K} dl_{it} \quad \forall i \in K, i > 0, t \in T \quad (5)$$

$$StU_{0t} = StU_{0t-1} - p_t + \sum_{i \in K} du_{it} \quad \forall i \in K, i > 0, t \in T \quad (6)$$

$$0 \leq StL_{it} \leq CapL_i \quad \forall i \in K, i > 0, t \in T \quad (7)$$

$$0 \leq StU_{it} \leq CapU_i \quad \forall i \in K, i > 0, t \in T \quad (8)$$

$$p_t \leq StU_{0t-1} \quad t \in T \quad (9)$$

$$\sum_{i \in K} X_{ijt} - \sum_{i \in K} X_{jit} = dl_{jt} \quad \forall t \in T, \forall j \in K, j > 0, \forall v \in V \quad (10)$$

$$\sum_{i \in K} Z_{jit} - \sum_{i \in K} Z_{ijt} = du_{jt} \quad \forall t \in T, \forall j \in K, j > 0, \forall v \in V \quad (11)$$

$$\sum_{i \in K} Y_{ijvt} - \sum_{i \in K} Y_{jivt} = 0 \quad \forall j \in K, \forall v \in V, \forall t \in T \quad (12)$$

$$\sum_{i \in K} \sum_{v \in V} Y_{ijvt} \leq 1 \quad \forall j \in K, j > 0, \forall v \in V, \forall t \in T \quad (13)$$

$$\sum_{i \in K} Y_{0jvt} \leq 1 \quad \forall j \in K, \forall v \in V, \forall t \in T \quad (14)$$

$$du_{jt} \leq StU_{it-1} \quad \forall i \in K, i > 0, t \in T, t > 0 \quad (15)$$

$$dl_{jt} \leq StL_{it} \quad \forall i \in K, i > 0, t \in T, t > 0 \quad (16)$$

$$\sum_{i \in K} du_{it} \leq StU_{0t} \quad t \in T, t > 0 \quad (17)$$

$$\sum_{i \in K} dl_{it} \leq StL_{0t-1} \quad t \in T, t > 0 \quad (18)$$

L'objectif (1) du modèle est de minimiser le coût total qui englobe les coûts de transport, les coûts de stockage et le coût de production. La contrainte (2) définit la contrainte de capacité pour chaque véhicule. Les contraintes (3), (4), (5) et (6) décrivent la conservation des flux des RTI pleins ou vides chez chaque acteur de la chaîne logistique. Les contraintes (7) et (8) assurent que le client n'aura jamais de rupture de stock des RTI pleins ou vides et le niveau de stocks ne dépasse pas sa capacité. La contrainte (9) montre que le nombre de RTI vides chez le producteur doit être suffisant pour la production planifiée. Les contraintes (10) et (11) assurent que les quantités livrées (retournées) planifiées seront déposées (chargées) chez chaque client. La contrainte sur les flux des véhicules (12) impose le retour des véhicules vers le dépôt après le circuit effectué. Les contraintes (13) et (14) décrivent les contraintes de mouvements des véhicules : un client peut être visité seulement une fois par période et un véhicule ne fait qu'un tour pendant une période. Les contraintes (15), (16), (17) et (18) assurent le fonctionnement de la chaîne en boucle. Par exemple, la contrainte (15) garantit que la quantité de retour planifiée d'un client est déjà disponible au niveau du stock des RTI vides.

5. Résultats

Le solveur CPLEX a été utilisé afin de résoudre le programme mathématique présenté ci-dessus. Pour le problème traité, nous n'avons considéré qu'un véhicule qui circule au sein de la chaîne logistique composée d'un producteur et de cinq clients. La consommation de chaque client est constante. Le tableau 1 reprend les données du problème. Le planning des livraisons et des retours est calculé pour 5 jours ce qui correspond à une semaine de travail.

Pour chaque client, une capacité de stocks égale à une consommation journalière a été choisie afin de valider le modèle. Les résultats obtenus ont confirmé que dans ce cas la solution d'IRP pour chaque jour est identique à la solution de VRP : le coût de VRP = 2355.2 (pour une période), le coût de transport pour IRP = 11776 (pour cinq périodes) ; les trajets des véhicules calculés sont également similaires.

TAB 1 : Données initiales

	Producteur	Client1	Client2	Client3	Client4	Client5
Consommation du client	-	30	10	50	10	20
Capacité du stock de RTI pleins	300	30	10	50	10	20
Capacité du stock de RTI vides	300	30	10	50	10	20
Niveau initial du stock de RTI pleins	120	30	10	50	10	20
Niveau initial du stock de RTI vides	120	30	10	50	10	20
Coût de stockage des RTI pleins (€ par unité)	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Coût de stockage des RTI vides (€ par unité)	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Coût de transport fixe (€ par km)	0,1					
Coût de transport variable (€ par km par unité)	0,8					
Coût de production (€ par unité)	0,2					
Capacité de véhicule	150					

Pour étudier l'influence de la capacité de stock des clients sur le coût total, nous avons réalisé une série d'expériences en augmentant chaque fois simultanément les paramètres $CapL$ et $CapU$ de une consommation journalière. Le tableau 2 contient les coûts et la figure 2 reprend des trajets obtenus pour trois premiers jour de la planification.

TAB 2 : Comparaison des coûts obtenus avec différentes capacité de stocks

	1cons	2cons	3 cons	4 cons
Coût total	11843,2	10240,8	9105,2	9105,2
Coût de transport	11776	10170,6	9030,8	9030,8
Coût de stock	57,6	60,6	64,8	64,8

Ces résultats illustrent que, d'un coté, avec des stocks plus volumineux chez les clients, le producteur peut mieux gérer ses livraisons. D'un autre coté, après avoir atteint un seuil, l'augmentation de la capacité des stocks ne permet plus de réduire les coûts. Ce fait est expliqué par la contrainte de capacité des véhicules.

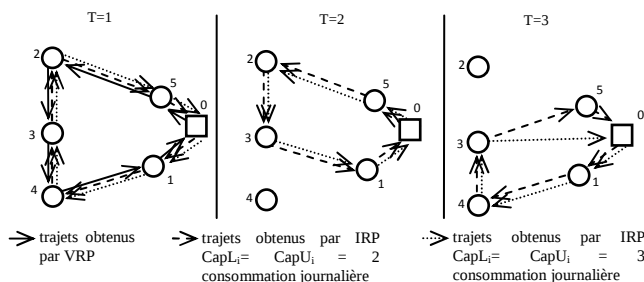


Fig. 2 : Exemples de trajets

Ensuite, nous nous sommes intéressés à l'impact du nombre de RTI circulant dans la chaîne pour son fonctionnement. Trois scénarios ont été réalisés avec différents niveaux initial de stock de RTI vides chez le producteur ($IU0_0$) et avec différentes capacités de stock des clients. Les résultats sont présentés au tableau 3 et à la figure 2.

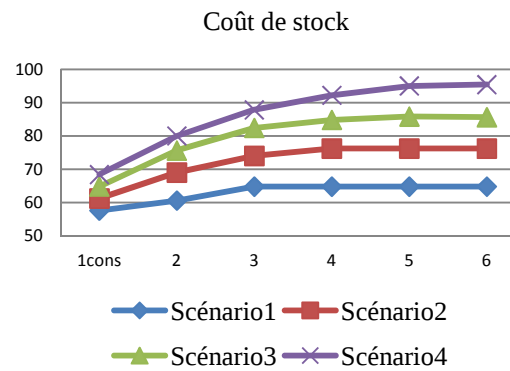
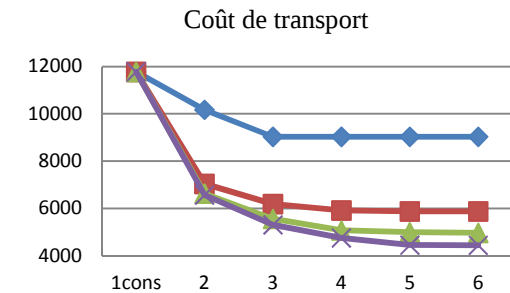
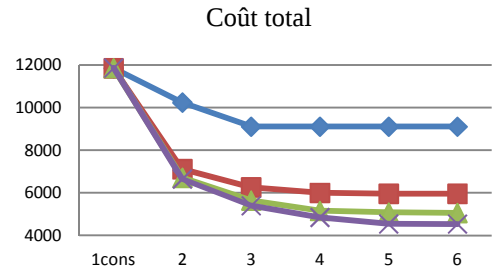


Fig. 3 : Coûts obtenus

Après l'analyse de ces résultats, nous avons constaté que les coûts de stockage pour tous les scénarios testés augmentent proportionnellement au nombre de RTI circulant dans la chaîne. Pour le coût de transport, nous observons un gain de coût important pour le scénario 2 par rapport au scénario initial. Par contre, la différence de coût de transport entre le scénario 2 et les scénarios 3 et 4 est moins significative. De plus, l'analyse de niveaux de stocks a montré que l'augmentation de la quantité des RTI peut provoquer une création de stocks dormants.

TAB 3 : Comparatif des coûts

		1cons	2cons	3 cons	4 cons	5 cons	6 cons
Scénario1 $IU_0 = 120$	Coût total	11843,2	10240,8	9105,2	9105,2	9105,2	9105,2
	Coût de transport	11776	10170,6	9030,8	9030,8	9030,8	9030,8
	Coût de stock	57,6	60,6	64,8	64,8	64,8	64,8
Scénario2 $IU_0 = 180$	Coût total	11845,6	7114	6261,8	5999,8	5959,8	5959,8
	Coût de transport	11776	7036,6	6179,4	5915,2	5875,2	5875,2
	Coût de stock	61,2	69	74	76,2	76,2	76,2
Scénario3 $IU_0 = 240$	Coût total	11849,2	6711,2	5648,6	5158	5083,6	5058,8
	Coût de transport	11776	6628,4	5559	5066	4990,6	4966
	Coût de stock	64,8	75,6	82,4	84,8	85,8	85,6
Scénario4 $IU_0 = 300$	Coût total	11852,8	6650,2	5396,4	4849,4	4548	4539,6
	Coût de transport	11776	6564,2	5302,6	4751,2	4447	4438,2
	Coût de stock	68,4	80	87,8	92,2	95	95,4

6. Conclusion et perspectives

De plus en plus d'entreprises, pour des raisons financières et environnementales, utilisent des supports de transports réutilisables. Aujourd'hui, la gestion de ces supports, qui circulent en boucle entre les acteurs d'une chaîne logistique, est loin d'être maîtrisée. Dans cet article, nous avons étudié un problème de tournée de véhicules avec gestion de stock dans une chaîne logistique qui fonctionne en boucle fermée. Afin de résoudre ce problème, un modèle mathématique a été présenté et utilisé pour une étude dans une chaîne logistique de petite taille.

Ce travail montre la première phase de notre recherche. Etant donné que le problème d'IRP est un problème NP-difficile, nous sommes occupés actuellement par la recherche d'un algorithme permettant de résoudre ce problème pour les chaînes logistiques d'une taille réelle.

D'autres perspectives de travail sont envisageables. Par exemple, le modèle mathématique peut être complété par l'intégration de plusieurs types de RTI et par une contrainte de capacité de production. D'autres coûts ont pour le moment été négligés, tels que les coûts de chargement/déchargement. Ceux-ci pourraient être ajoutés dans les modèles afin d'en tenir compte. Enfin, il nous semble très intéressant aussi d'étudier ce problème avec une demande variable.

7. Remerciements

Ce travail a été effectué dans le cadre du projet FEDER : MEDIATIC – TRACEMEDIA financé par la Région Wallonne et l'Union Européenne.

8. Références

- [1] El-H. Aghezzaf, B. Raa and H. Van Landeghem. *Modeling inventory routing problems in supply chains of high consumption products*. European Journal of Operational Research, 169, p. 1048-1063, 2005.
- [2] H. Andersson, A. Hoff, M. Christiansen, G. Hasle and A. Lokketangen. *Industrial aspects and literature survey: Combined inventory management and routing*. Computers & Industrial Engineering, 37, 1515-1536, 2010.
- [3] J.F. Bard and N. Nananukul. *Heuristics for a multiperiod inventory routing problem with production decisions*. Computers & Industrial Engineering, 57, 713-723, 2009.
- [4] A. M. Campbell and M.W.P. Savelsbergh. *A decomposition Approach for Inventory-Routing Problem*. Transportation science, Vol. 38, No. 4, November 2004, pp. 488-502, 2004.
- [5] V. Gaur and M.L. Fisher. *A periodic Inventory Routing Problem at a Supermarket Chain*. Operations Research, Vol. 52, No. 6, pp. 813-822, 2004.
- [6] S. Jarugumilli and S.E. Grasman. *RFID-enables inventory routing problem*. Int. J. Manufacturing Technology and Management, vol. 10, N1, p. 92-105, 2007
- [7] A. Rusdiansyah and D. Tsao. *An integrated model of the periodic delivery problems for vending-machine supply chains*. Journal of Food Engineering, 70, p. 421-434, 2005
- [8] M. Savelsbergh and J.-H. Song. *An optimization algorithm for the inventory routing problem with continuous moves*. Computers & Operations Research, V. 35, No. 7, July 2008, pp. 2266-2282, 2008
- [9] Y. Yu, H. Chen and F. Chu. *A new model and hybrid approach for large scale inventory routing problems*. European Journal of Operational Research, 189, p. 1022-1040, 2008