

# Deux heuristiques à seuil pour l'optimisation de la logistique inverse dans le recommerce d'appareils électroniques usagés

Yazan MARKAWABI<sup>1</sup>, Antoine JEANJEAN<sup>1</sup>, Van-Dat CUNG<sup>2</sup>, Maxime OGIER<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Recommerce Solutions  
27, rue Raymond Lefebvre, 94250, Gentilly, France  
{yazan.markabawi, antoine.jeanjean}@recommerce-solutions.com

<sup>2</sup> Univ. Grenoble Alpes, G-SCOP, F-38000 Grenoble, France  
CNRS, G-SCOP, F-38000 Grenoble, France  
46, avenue Félix Viallet, 38031, Grenoble Cedex 1, France  
van-dat.cung@grenoble-inp.fr

<sup>3</sup> LAGIS, CNRS UMR 8219 - Ecole Centrale de Lille  
Cité Scientifique, CS 20048, 59651 Villeneuve d'Ascq Cedex, France  
maxime.ogier@ec-lille.fr

**Mots-clés** : *Recommerce, logistique inverse, heuristiques d'optimisation, transport, dépréciation des stocks*

## 1 Contexte de l'étude

Dans le recommerce (rachat, revente ou recyclage) des appareils électroniques usagés (téléphones mobiles, tablettes, etc.), la gestion des stocks et des transports des appareils rachetés tout au long de la chaîne de logistique inverse est un élément crucial dans la rentabilité du modèle d'affaire. Dans cette étude, nous nous focalisons essentiellement sur le rapatriement des produits entre les boutiques et les ateliers de traitement. Une fois réceptionnés en boutique les téléphones sont rangés dans des cartons et expédiés ensuite aux ateliers pour des opérations de tests, de nettoyage et de recyclage. Les téléphones étant d'occasion, ils voient leur valeur se déprécier durant le temps passé en boutique.

L'enjeu pour l'expéditeur en boutique est donc de déterminer le moment d'envoi optimal qui minimise le couple (dépréciation, coûts de transport). Plus les enlèvements sont fréquents plus on réduit la dépréciation en valeur des produits collectés, en revanche on augmente les coûts logistiques.

A l'inverse si on réduit le nombre d'enlèvements on réduit certes les coûts logistiques mais on augmente les montants perdus en dépréciation des produits. Une première modélisation par un problème de type lot-sizing avec un Programme Linéaire en Nombres Entiers (PLNE), a fait l'objet d'une présentation à la conférence ROADEF2013 [2].

Toutefois, le modèle PLNE est difficilement exploitable dans les conditions réelles, car il faudrait connaître le nombre d'appareils rachetés sur toutes les dates d'une période pour pouvoir déterminer les dates optimales d'expéditions des magasins vers les ateliers.

C'est pourquoi, nous proposons ici une première heuristique à seuil exploitable en pratique à l'instar de la politique de gestion de stocks à point de commande. Elle consiste à modéliser le poids du coût logistique comme une dépréciation induite sur la valeur du stock présent dans la boutique au moment où l'on procède à un enlèvement et à arbitrer localement l'opportunité d'ordonner un enlèvement ou bien d'attendre le jour suivant.

Dans le cas des boutiques pour lesquelles la valeur moyenne de collecte journalière est stable et présente une faible dispersion, une seconde heuristique est proposée qui ne nécessite pas de remettre à jours les prévisions quotidiennement. Sur des données réelles des magasins, les performances de ces deux heuristiques seront analysées et comparées entre elles, et par rapport aux solutions optimales données par le modèle PLNE.

## 2 Gestion des stocks et des expéditions des appareils usagés en magasins

Il existe plusieurs circuits de collecte des appareils usagés, nous nous intéressons spécifiquement ici à celui des magasins qui collectent les appareils des particuliers. Le gestionnaire d'un magasin reçoivent et rachètent tous les jours ouvrables des appareils usagés. Ils les enregistrent, puis les mettent dans un carton pour préparer les expéditions vers les ateliers de réparation et de rénovation.

Dans ce processus de collecte, le gestionnaire doit donc prendre deux décisions : (1) celle de fermer ou non un carton, et (2) celle d'expédier ou non un carton vers les ateliers. Dans ses décisions, le gestionnaire a à prendre en compte les prix de rachat des appareils qui connaissent une dépréciation, les valeurs et le nombre des appareils qui sont dans un carton, les coûts de stockage des cartons dans le magasin et les coûts d'expédition des cartons vers les ateliers.

Le nombre et les modèles d'appareils collectés à chaque période étant prévisibles mais non connus a priori, nous proposons de travailler avec un modèle de planification avec horizon glissant. La décision de fermeture ou non de cartons peut être effectuée par le gestionnaire selon le retour des appareils et selon leur rangement au fur et à mesure dans les cartons ; en revanche, la décision d'expédition se fera en minimisant la dépréciation des prix de rachat et les coûts logistiques (stock et expédition) selon les estimations qu'il aura sur les collectes des appareils des périodes à venir. Nous avons formulé ce problème par un problème de type lot-sizing [2] en intégrant les dépréciations des prix des appareils comme un coût de stockage. Nous présenterons les résultats des tests menés avec un solveur de programme linéaire sur des instances engendrées à partir des données réelles pour montrer la pertinence de la formulation.

Enfin nous comparerons le résultat de la formulation en PLNE avec les deux autres heuristiques, sur les mêmes instances.

### 3 Conclusions et perspectives

Les deux heuristiques proposées permettent de capter une grande partie de l'économie réalisable par la méthode en PLNE. D'un point de vue opérationnel leur intégration dans les outils utilisés au quotidien par Recommerce Solutions étant relativement accessible, nous nous proposons d'introduire dans le futur un formalisme statistique et probabiliste plus poussé afin d'améliorer la performance opérationnelle de ces deux heuristiques et de mieux tenir compte des phénomènes suivants :

- La saisonnalité hebdomadaire de la collecte et des particularités liées au jour de la semaine, en effet les Samedi les boutiques collectent généralement beaucoup plus qu'en semaine
- Forte corrélation de la valeur collectée d'un jour à l'autre.

La forte croissance des modèles de recommerce de produits dans des secteurs différents (électronique, habillement, ..) notamment via des réseaux de boutiques, va accroître considérablement l'enjeu économique pour les différents acteurs lié à l'optimisation de la reverse logistique.

### Références

[1] N. Brahim, S. Dauzère-Pérès, N. M. Najid, A. Nordli, Single item lot sizing problems. European Journal of Operational Research - EJOR , vol. 168, no. 1, pp. 1-16, 2006.

[2] V-D. Cung, A. Jeanjean, M. Ogier, A-L. Quintart-Creissen. Recommerce d'appareils électroniques usagés. Actes de la conférence ROADEF 2013, Troyes, février 2013.

[3] A. Jeanjean, Optimisation d'une chaîne logistique de recommerce. Actes de la conférence ROADEF 2012, Angers, Avril 2012, pp. 307-308.

[4] A. Landrieu, Logistique inverse et collecte des produits en fin de vie. Tournées de véhicules avec contraintes", Thèse de Doctorat l'Institut National Polytechnique de Grenoble, sept. 2001.

[5] P. Zipkin. Foundations of Inventory Management. Irwin Professional Publishing. 2000.