

# Modèle d'optimisation de flux d'une activité de recommerce de produits électroniques

Antoine Jeanjean<sup>1</sup>, Nabil Absi<sup>2</sup>, Yazan Markabawi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Recommerce Lab, R&D de Recommerce Solutions SA, 54 avenue Lénine, 94250 Gentilly, France  
{antoine.jeanjean, yazan.markabawi}@recommerce.com

<sup>2</sup> Ecole des Mines de Saint-Etienne, Department of Manufacturing Sciences and Logistics, LIMOS UMR 6158, Site Georges Charpak - 880, route de Mimet, F-13541 Gardanne France  
{absi}@smse.fr

**Mots-clés :** *planification, remanufacturing, occasion, flow*

## 1 Introduction

La recommercialisation de produits électroniques d'occasion est une activité organisée à l'inverse d'une activité « classique » qui est habituellement structurée avec des achats de matières premières à des fournisseurs, le traitement et la transformation en un produit fini de ces matières, puis la revente de ce produit à des clients appartenant à un ou plusieurs marchés. L'activité de recommerce de produits électroniques dépend de prix d'achats variables, de volumes de produits « subis », effectués sur différents canaux, dans différents états et donc à différents prix. Ces flux sont traités puis reconditionnés vers différentes qualités pour être ensuite revendus via différents canaux de revente, sur des marchés dont les prix fluctuent différemment. Nous verrons dans ce modèle d'optimisation que maximiser les marges consiste non seulement à minimiser le reste à vendre mais aussi à prendre les bonnes décisions en termes de reconditionnement, afin de transformer les bons volumes de produits d'une qualité de collecte à une qualité de revente, afin que la production soit en phase avec les prévisions de revente de cette qualité de produits. Le problème que nous étudions est un problème de planification de remanufacturing avec plusieurs produits de qualités différentes en entrée et plusieurs produits de qualité différentes en sortie sous contraintes de capacité. Récemment, beaucoup de travaux se sont intéressés à des problèmes de planification de production avec options de remanufacturing [2]. Les versions les plus simples à un seul produit sont NP-Difficiles [1].

## 2 Système de référence

Le schéma global d'une boucle de recommerce peut être résumé par le schéma suivant :



### F1. Schéma d'une activité Amont/Aval de recommercialisation de produits

Les prévisions de collecte en prix moyen et volume total sont déterminées par canal de collecte et par qualité. Un canal de collecte  $i$  est le couplage d'un partenaire et d'un type de canal

(rachat par le web, en boutique ou en entreprises). On dispose donc pour chaque canal  $i$ , d'un volume  $C_{ijt}$  et d'un prix moyen  $P_{ijt}$  de produits dans l'état de collecte  $j$  qu'on prévoit de collecter en semaine  $t$ . Pour chaque canal de collecte, on connaît le délai moyen de remontée  $D_{ik}$  correspondant au nombre de semaines nécessaires pour que le volume collecté via le canal  $i$  arrive en ateliers de reconditionnement  $k$ . On introduit une politique d'aiguillage des flux, considérée comme fixe et notée  $A_{ijk}$  qui est le pourcentage du flux collecté en semaine  $t$  sur le canal  $i$  en qualité  $j$  qui sera traité dans l'atelier  $k$ .

En observant les semaines passées, on est en mesure de déterminer comment un volume  $C_{ijt}$  donne naissance dans l'atelier  $k$  à un volume de produits  $R_{ikqt}$  dans une qualité post traitement  $q$ . Pour cela, on utilise un taux moyen constaté sur les dernières semaines, notés  $T_{ijq}$  qui donne le % de produits collectés dans l'état  $j$  sur le canal  $i$  qui se transformera en qualité de revente  $q$ . Chaque état initial  $j$  et qualité de produit  $q$  de revente nécessite des délais de traitement différents au sein de l'atelier  $k$  noté  $H_{jqkt}$  et un coût associé  $F_{jqkt}$ . Chaque atelier  $k$  dispose d'une capacité totale volumique de traitement  $W_{kt}$  et d'une capacité par qualité  $W_{kqt}$ . Ces capacités totales donnent naissance à des capacités plus fines  $X_{jkqt}$  pour chaque activité de transformation d'un produit en qualité de collecte  $j$  vers la qualité de revente  $q$  dans l'atelier  $k$  en semaine  $t$ . On notera  $Z_{qkt}$  la production de produits en qualité  $q$  d'un atelier  $k$  en semaine  $t$ . A noter qu'on introduit le prix moyen d'achat moyen des produits en qualité  $q$  fabriqués en semaine  $t$  avec une variable intermédiaire  $N_{qt}$ , qui dépend du mix produits qui le compose, des coûts associés de transformation et des prix d'achat initiaux.

La revente de ces produits se fera en fonction de prévisions volumiques  $V_{qt}$  à un prix moyen de vente  $F_{qt}$  pour chaque qualité de produits  $q$  et chaque semaine  $t$ . Des coûts de vente  $M_q$  liés à la qualité de produits  $q$  sont à prévoir. Le reste à vendre qui sera déduit pourra s'écrire  $R_{qt}$  comme étant la différence entre la prévision de stock disponible à la vente au cours d'une semaine  $t$  et les écoulements  $V_{qt}$  de cette semaine. Les ventes de produits  $Y_{qt}$  en qualité  $q$  la semaine  $t$  sont calculées comme étant le minimum entre la production  $Z_{qkt}$  et la capacité à vendre  $V_{qt}$ .

Notre problème d'optimisation consiste à minimiser le reste à vendre. L'objectif va consister à maximiser les gains pour chaque semaine  $t$  et chaque qualité de produit  $q$ , c'est-à-dire maximiser la marge totale sur l'horizon de planification  $T$  des  $\sum_{q,t} Y_{qt}$  produits vendus. Cette marge est la différence entre le prix de revente  $F_{qt}$  et le prix d'achat moyens des produits transformés venant des différents canaux  $i$  et différents états  $j$ , plus les coûts de transformation et les coûts de vente associés.

La première variable de décision est la politique d'aiguillage du flux de collecte matérialisée par le % de flux  $A_{jkt}$  de collecte via le canal  $j$  en semaine  $t$  vers l'atelier  $k$ . La seconde variable de décision concerne la capacité hebdomadaire  $X_{jkqt}$  allouée à une activité de transformation de l'état  $j$  en qualité  $q$  dans l'atelier  $k$  la semaine  $t$  et qui permettent de favoriser la production d'une qualité par rapport à une autre pendant une période donnée pour favoriser une demande, tout en respectant la capacité totale des ateliers en semaine  $t$ .

Nous présenterons nos modèles mathématiques ainsi que des résultats expérimentaux sur la base d'instances réelles issues d'une activité de recommerce de téléphones portables.

## Références

- [1] Retel Helmrich, M. J., Jans, R., van den Heuvel, W., & Wagelmans, A. P. (2014). Economic lot-sizing with remanufacturing: complexity and efficient formulations. *IIE Transactions*, 46(1), 67-86.
- [2] Guide, V. D. R. (2000). Production planning and control for remanufacturing: industry practice and research needs. *Journal of operations Management*, 18(4), 467-483.