

Optimisation du tri du courrier : un cas d'étude à La Poste

Emmanuelle Amann¹, Evgeny Gurevsky², Nasser Mebarki²

¹ La Poste, Nantes, France

² LS2N, Université de Nantes, France

Keywords : *tri postal, équilibrage, lissage, PLNE, heuristique, recuit simulé.*

1 Contexte

Partout dans le monde, les opérateurs historiques de distribution du courrier sont confrontés à une baisse drastique du volume du trafic postal. En France, La Poste a vu son volume de courrier passer de 18 milliards en 2008 à 9 milliards en 2018, avec une prévision à 5 milliards de courriers traités en 2025. Ceci a un impact sur les centres de tri industriels de La Poste, ce qui pourrait conduire à la fermeture de plusieurs d'entre eux. Pour pallier cette situation, La Poste souhaite mettre en place une organisation dynamique du traitement du courrier afin d'optimiser l'utilisation des machines de tri et ainsi améliorer sa chaîne de distribution.

Actuellement, pour faciliter les tournées des facteurs (ci-après tournées), tout le courrier qui leur est confié est trié dans l'ordre de distribution des adresses et stocké dans des bacs. En raison du nombre limité de sorties disponibles sur les machines, le tri doit être effectué en deux étapes, appelées Passe 1 et Passe 2. Au cours de la première passe, les bacs sont remplis de courrier provenant de différentes tournées, tandis qu'à la fin de la Passe 2, chaque bac contient les courriers d'une seule tournée. À ce jour, le processus de tri est organisé sur la base d'un trafic prévisionnel, toujours le même selon le jour de la semaine. Le trafic postal réel n'est pas pris en compte pour l'organisation du tri. Cela peut conduire à un déséquilibre du contenu des bacs à la fin de la Passe 1, certains étant pleins et d'autres presque vides. Un chargement plus lisse des bacs à l'issue de la première passe faciliterait grandement la manipulation de ces derniers par les opérateurs. Néanmoins, il est impératif de maintenir les contraintes de précedence au sein des tournées, contraintes résultant du tri du courrier selon l'ordre des adresses.

Ce problème de lissage peut être vu, entre autres, comme une variante du problème d'équilibrage de lignes d'assemblage, plus souvent appelé «Assembly Line Balancing Problem» (ci-après ALBP) dans la littérature anglo-saxonne, avec un nombre fixe de postes de travail et une structure spécifique pour les contraintes de précedence. Pour plus de détails, nous renvoyons le lecteur à l'un des états de l'art dans le domaine traitant de l'ALBP, à savoir [1].

Ramené au contexte de La Poste, ce problème consiste à répartir un ensemble de lots de courrier d'épaisseur différente sur un ensemble donné de bacs dans la Passe 1 tout en respectant les contraintes mentionnées et en ayant comme objectif de lisser au maximum la charge des bacs. Concernant les contraintes de précedence, elles sont exprimées sous la forme de plusieurs chaînes de nœuds orientées indépendantes où chaque chaîne symbolise une tournée, chaque nœud de la chaîne correspond à un lot de courrier, associé à une adresse, et les arcs entre les nœuds d'une même chaîne représentent un ordre strict de visite des adresses de la tournée en question. Cela signifie, par exemple, que pour un arc (i, j) , le lot de courrier, correspondant au nœud i , doit absolument être affecté dans le bac précédant celui où se trouvera le lot de courrier, correspondant au nœud j . Quant à la fonction objectif, deux indices de lissage à minimiser sont étudiés dans ce travail : la différence entre les charges du bac le plus rempli et celui le moins rempli, et l'écart-type des charges de tous les bacs.

2 Approches proposées

Pour simplifier la visualisation de la répartition du courrier dans les bacs, nous utilisons la matrice dont les lignes correspondent aux tournées et les colonnes représentent les sorties de la machine de tri lors de la Passe 1, comme le montre le Tableau 1 où quatre tournées de taille différente sont réparties sur cinq sorties de la machine de tri. Chaque case non-vide de la matrice symbolise un lot de courrier dont la valeur caractérise son épaisseur. La dernière ligne de la matrice regroupe les sommes des épaisseurs par sortie qui correspondent aux charges des bacs à la fin de la Passe 1. Tout en respectant les contraintes de précédence pour chaque tournée, le but du problème est donc de répartir tous les lots de courrier en les déplaçant des cases non-vides vers celles vides d’une même tournée afin de minimiser la différence de charge entre toutes les sorties. À titre d’exemple (voir le Tableau 1), le lot de courrier d’épaisseur 9 se trouvant à la 2nd sortie de la 3ème tournée peut être déplacé vers la droite, mais toujours avant le lot d’épaisseur 3 se trouvant actuellement à la 3ème sortie de la même tournée. Par conséquent, il n’existe donc que deux possibilités pour ce lot, à savoir de le déplacer vers la 3ème ou la 4ème sortie, mais pas vers la 5ème sortie.

Tournées	Sortie 1	Sortie 2	Sortie 3	Sortie 4	Sortie 5
1	10	7	3	8	4
2	5	6	1	7	
3	8	9	3		
4	11	4	3		
Σ	34	26	10	15	4

TAB. 1 – Exemple de répartition de 4 tournées sur les 5 sorties d’une machine de tri

Afin de pouvoir gérer le trafic postal réel, La Poste souhaite effectuer le processus de tri du courrier plusieurs fois par jour. Par conséquent, un outil rapide et performant est nécessaire pour aborder efficacement le problème d’optimisation qui apparaît à l’issue de la Passe 1. À cette fin, nous avons d’abord mis en œuvre un programme linéaire en nombres mixtes (ci-après PLNM) dont l’objectif est de minimiser le premier indice de lissage. Cependant, ce PLNM trouve rapidement ses limites lorsque la taille des instances à traiter augmentent. Pour remédier à cette situation, nous avons ensuite développé une heuristique, inspirée de la méthode du recuit simulé, dont l’objectif est de minimiser le second indice de lissage. L’heuristique comprend 3 étapes au cours desquelles elle tente d’améliorer la fonction objectif. Pour cela, l’heuristique utilise une technique de *mouvements admissibles* pour chaque tournée. Cette technique consiste à déplacer un lot de courrier situé à la sortie la plus chargée vers la sortie disponible la moins chargée de la même tournée. Ce déplacement doit bien évidemment respecter les contraintes de précédence. Lors de sa première étape, l’heuristique ne s’intéresse qu’aux mouvements admissibles qui améliorent strictement la valeur de la fonction objectif de la solution courante. Cette étape se termine lorsque ces mouvements ne sont plus possibles. Pour la 2nd étape, l’heuristique accepte des mouvements admissibles qui peuvent détériorer la qualité de la solution actuelle dans la limite d’un seuil de tolérance qui diminue à chaque fois lorsque la valeur de la fonction objectif n’est plus améliorée. La 3ème étape, quant à elle, démarre avec la solution obtenue à l’issue de la 2nd étape et se comporte comme la première étape.

Les deux approches ont été testées sur des instances de différentes tailles, tant académiques qu’industrielles. Les détails des résultats obtenus pour ces tests seront exposés lors de la présentation à la conférence. Notons toutefois d’excellentes performances de l’heuristique pour des instances industrielles réelles, grâce auxquelles elle est maintenant utilisée avec succès dans plusieurs centres de tri de La Poste et est en cours de déploiement dans toute la France.

Références

- [1] N. Boysen, M. Fliedner, and A. Scholl. A classification of assembly line balancing problems. *European Journal of Operational Research*, 183(2) :674–693, 2007.