

Nouvelle variante du problème de collecte d'échantillons biomédicaux à domicile incluant des points de chute

Yannick Kergosien¹, Angel Ruiz²

¹ Université de Tours, LIFAT, EA 6300, ROOT, 64 av. Jean Portalis, 37200 Tours, France

yannick.kergosien@univ-tours.fr

² Faculté des sciences de l'administration, Université Laval, Québec (Québec), G1K 7P4, Canada

angel.ruiz@fsa.ulaval.ca

Mots-clés : *Soins à domicile, échantillons biomédicaux, mathéuristique.*

Les services de biologie médicale, et en particulier les prélèvements sanguins, sont un maillon essentiel de la chaîne de soins. Le recours à des prélèvements sanguins est utilisé dans de nombreux cas : dépistage, diagnostic et suivi de maladie, analyse de l'état de santé pour poursuivre des traitements lourds, etc. Pour améliorer la qualité et l'efficacité de leurs services de biologie médicale, certains pays ont réorganisé leur réseau de collecte et d'analyse d'échantillons en centralisant les activités d'analyse dans un nombre restreint de laboratoires stratégiques. Les activités de prélèvements sont généralement réalisées dans un de ces laboratoires ou dans des établissements de santé comme les hôpitaux, les cliniques ou même les pharmacies. Les échantillons sont ensuite transportés vers les laboratoires via un réseau de transport inter-établissements selon des horaires récurrents et prédéterminés. Mais, dans de nombreux pays, on observe une forte croissance des activités de prélèvement à domicile. Dans ce cas, des professionnels de santé se déplacent aux domiciles des patients pour collecter les échantillons et les faire parvenir à son établissement d'attache. Cette étude traite de la coordination de ces deux réseaux indépendants de transport pour permettre aux soignants réalisant les prélèvements à domicile d'utiliser tous les sites de prélèvement comme points de chute. Les échantillons prélevés à domicile se joindront à ceux pris dans les sites pour être acheminés ensemble vers les laboratoires désignés en utilisant le réseau de transport inter-établissement. Cette stratégie pourrait contribuer à rendre les activités des soignants réalisant les prélèvements plus efficaces. Enfin, la planification des prélèvements doit s'assurer que le temps écoulé entre la prise de sang et l'arrivée au laboratoire n'excède pas la durée de vie de certains échantillons. Cette durée de vie peut varier de 2h à 24h et dépend des analyses qui devront être réalisées sur les échantillons.

La problématique considérée dans cette étude est très similaire aux problèmes de planification de tournées pour les soins à domicile [1, 2]. Mais contrairement à la plupart des études de l'état de l'art, notre approche ne se limite pas à l'ordonnancement des visites aux patients pour chaque soignant. Elle englobe également la nécessité de planifier des passages à des points de chute (les sites de prélèvement) de manière à profiter du transport déjà organisé pour acheminer leurs propres échantillons vers le laboratoire. Cet aspect ajoute une complexité temporelle non négligeable dans la conception des tournées. Quelques études se sont intéressées à la collecte d'échantillons à domicile et leur acheminement à des laboratoires. Mais elles considèrent des hypothèses restrictives comme un seul passage à un laboratoire à la fin de chaque tournée [5] ou encore une durée de vie des échantillons suffisamment grande pour ne planifier qu'au plus un passage à un laboratoire par tournée [3, 4]. À notre connaissance, seul [6] se rapproche de la complexité de notre problématique, bien que notre étude généralise plusieurs aspects par rapport à ce premier travail. Le problème considéré est le suivant. Sur un horizon de planification d'une journée, nous considérons un ensemble de soignants avec une durée de travail limitée mais dont le début peut être ajusté dans une plage horaire. Chaque tournée peut débuter et se terminer à des endroits distincts. Nous supposons que l'ensemble des patients

à prélever dans la journée est connu à l'avance. Chaque patient est caractérisé par une durée d'intervention du soignant à domicile, une fenêtre de temps durant laquelle le soignant doit intervenir, la liste des soignants possibles, la durée de vie des échantillons à prélever, et un coût de sous-traitance (ou de report) si la demande n'est pas satisfaite. Plusieurs points de chutes sont possibles pour rapporter les échantillons à analyser. Chaque point de chute est associé à une durée pour déposer les échantillons et à un ensemble d'horaires de passage de la collecte par le réseau de transport inter-établissement. Et chaque heure de passage est lié à une heure exacte d'analyse des échantillons une fois parvenus au laboratoire. Le choix des points de chute à intégrer dans les routes doit garantir que les soignants arrivent avant chaque collecte permettant le transport des échantillons au laboratoire pour une analyse dans les délais requis. La fonction objectif vise à minimiser une somme pondérée entre le coût total des sous-traitances (les visites qui ne peuvent pas être réalisées par les soignants disponibles), les heures supplémentaires des soignants, les retards de visites aux patients, et les durées des trajets de chaque soignant. En plus de la difficulté associée à la durée de vie des échantillon, les critères sur les retards des visites aux patients et des heures supplémentaires complexifient le calcul de l'heure de départ de chaque tournée et donc de leur évaluation. Partir le plus tôt possible peut vraisemblablement contribuer à réduire les retards, mais cela peut prolonger la durée de travail et potentiellement entraîner des heures supplémentaires. À l'inverse, partir le plus tard possible pourrait éventuellement éliminer les heures supplémentaires, mais comporte le risque d'augmenter les retards. De plus, l'ajout de temps d'attente dans la tournée peut être pertinent, que ce soit pour respecter le début des fenêtres de temps des patients ou pour retarder le prélèvement d'un patient afin de garantir le respect de la durée de vie de l'échantillon. Malgré l'existence de quelques études sur ces problèmes de timing [7, 8], notre contribution se distingue par une nouvelle méthode visant à évaluer de manière efficace ces types de tournées. Pour résoudre le problème, nous proposons également une heuristique en 3 phases itératives dont les résultats préliminaires semblent très prometteurs.

Références

- [1] Cissé M., Yalçındağ S., Kergosien Y., Şahin E., Lenté C. & Matta A. OR problems related to Home Health Care : A review of relevant routing and scheduling problems. *Operations research for health care*, 13, 1-22, 2017.
- [2] Di Mascolo M., Martinez C. & Espinouse M. L. Routing and scheduling in home health care : A literature survey and bibliometric analysis. *Computers & Industrial Engineering*, 158, 107255, 2021.
- [3] Liu R., Xie X., Augusto V. & Rodriguez C. Heuristic algorithms for a vehicle routing problem with simultaneous delivery and pickup and time windows in home health care. *European journal of operational research*, 230(3), 475-486, 2013.
- [4] Liu R., Xie X. & Garaix T. Hybridization of tabu search with feasible and infeasible local searches for periodic home health care logistics. *Omega*, 47, 17-32, 2014.
- [5] Shahnejat-Bushehri S., Tavakkoli-Moghaddam R., Boronoos M. & Ghasemkhani A. A robust home health care routing-scheduling problem with temporal dependencies under uncertainty. *Expert Systems with Applications*, 182, 115209, 2021.
- [6] Kergosien Y., Ruiz A. & Soriano P. A routing problem for medical test sample collection in home health care services. In *Proceedings of the international conference on health care systems engineering*, Springer International Publishing, p29-46, 2014.
- [7] Soares R., Marques A., Amorim P. & Parragh S. N. Synchronisation in vehicle routing : classification schema, modelling framework and literature review. *European Journal of Operational Research.*, 2023.
- [8] Vidal T., Crainic T.G., Gendreau M. & Prins C. Timing problems and algorithms : Time decisions for sequences of activities. *Networks*, 65(2), 102-128, 2015.