

Modélisation des trajectoires des patients au sein du CIUSSS de l'Ouest-de-l'île de Montréal (COMTL) : protocole du développement d'un outil automatisé utilisant le process mining.

Langford-Avelar, Alexandra ¹, Duc, Juliette ², Lemay, Pierre ³, Dalmas, Benjamin ⁴, Bosson-Rieutort, Delphine⁵

1. CIUSSS de l'Ouest-de-l'Île-de-Montréal (COMTL), École de santé publique de l'Université de Montréal (ESPUM), Centre de recherche en santé publique (CReSP), 7101 avenue du parc, QC, Canada, H3N 1X9, 514-715-1494, alexandra.langford.avelar@umontreal.ca
2. École de santé publique de l'Université de Montréal (ESPUM), Centre de recherche en santé publique (CReSP), Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations (CIRANO), 7101 avenue du parc, QC, Canada, H3N 1X9, 873-506-6030, juliette.duc@umontreal.ca
3. CIUSSS de l'Ouest-de-l'Île-de-Montréal (COMTL), 6875 Bd LaSalle, QC, Canada, H4H 1R3, 514-984-5283, pierre.lemay.comtl@ssss.gouv.qc.ca
4. École de santé publique de l'Université de Montréal (ESPUM), 7101 avenue du parc, QC, Canada, H3N 1X9, +33 6-68-28-18-15, benjamindalmas@gmail.com
5. École de santé publique de l'Université de Montréal (ESPUM), Centre de recherche en santé publique (CReSP), Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations (CIRANO), 7101 avenue du parc, QC, Canada, H3N 1X9, 514 343-5815, delphine.bosson-rieutort@umontreal.ca

Résumé français.

Actuellement, l'évaluation des performances des installations du CIUSSS de l'Ouest-de-l'île de Montréal (COMTL) repose sur l'analyse indépendante des données clinico-administratives de chaque service. Pour répondre à la nécessité du COMTL d'optimiser le parcours de ses patients à travers les divers services, nous proposons de développer un outil automatisé permettant de visualiser les trajectoires des patients au sein de l'ensemble des installations du COMTL. Cette modélisation sera réalisée en utilisant des techniques de fouille de processus, également appelées "process mining", appliquées aux données clinico-administratives recueillies par le COMTL. Le développement de cet outil s'appuiera sur quatre étapes majeures : une analyse des besoins, le jumelage des sources de données, la modélisation des trajectoires, et enfin, la création de l'outil. La modélisation des trajectoires de soins émerge comme une opportunité cruciale pour visualiser et comprendre de manière approfondie les parcours des patients au sein du COMTL, offrant ainsi des possibilités d'amélioration et de gestion des services. Bien que ce projet représente un défi méthodologique conséquent, il ouvrira la voie à la création du tout premier outil automatisé en temps réel dédié à la modélisation et à la compréhension des processus au sein des installations de santé d'un CIUSSS.

Resumé español.

Actualmente, la evaluación del rendimiento de las instalaciones del CIUSSS de l'Ouest-de-l'île de Montréal (COMTL) se basa en el análisis independiente de los datos clínico-administrativos de cada servicio. Para atender a la necesidad del COMTL de optimizar el recorrido de sus pacientes a través de los diversos servicios, proponemos desarrollar una herramienta automatizada que permita visualizar las trayectorias de los pacientes en todas las instalaciones del COMTL. Esta modelización se llevará a cabo utilizando técnicas de minería de procesos, también conocidas como "process mining", aplicadas a los datos clínico-administrativos recopilados

por el COMTL. El desarrollo de esta herramienta se basará en cuatro etapas principales: un análisis de necesidades, la vinculación de las fuentes de datos, la modelización de las trayectorias y, finalmente, la creación de la herramienta. La modelización de las trayectorias de servicios de atención emerge como una oportunidad crucial para visualizar y comprender de manera profunda los recorridos de los pacientes dentro del COMTL, ofreciendo así posibilidades de mejora y gestión de los servicios. Aunque este proyecto represente un desafío metodológico considerable, abrirá el camino para la creación de la primera herramienta automatizada en tiempo real dedicada a la modelización y comprensión de los procesos dentro de las instalaciones de salud de un CIUSSS.

Mots clés : Systèmes d'information médicaux, Trajectoire patients, Données clinico-administratives, Process mining

1. Introduction

1.1 Contexte

Au Québec, les centres intégrés de santé et services sociaux (CISSS) et les centres intégrés universitaires de santé et services sociaux (CIUSSS) sont les établissements responsables de garantir l'accessibilité, la continuité et la qualité des services de santé offerts à la population de leur région. Ils jouent un rôle clé en tant que points de contact pour la population en cas de problèmes de santé ou de difficultés psychosociales, en offrant les services nécessaires ou en orientant les individus vers d'autres ressources au sein du réseau de services territoriaux (Gouvernement du Québec, 2024). La prestation de services de soins de santé génère une abondance de données variées, notamment des données cliniques, des informations sur la prestation des services de soins ainsi que des données sur les ressources mobilisées (Sirintrapun and Artz, 2015). À chaque contact d'un patient avec les différentes installations des CISSS/CIUSSS, des informations sont collectées au sein de systèmes d'informations distincts, chacun étant spécialisé dans un service, par exemple, l'urgence, l'hospitalisation ou le laboratoire. La collecte de ces données est indispensable, car elle joue un rôle majeur dans l'analyse de la qualité des soins et la gestion efficace des processus organisationnels dans les établissements de santé. La collecte et l'accès à ces données sont déterminants pour assurer une gouvernance, un *leadership* et une gestion efficace (Sirintrapun and Artz, 2015, Saigí-Rubió et al., 2021). Les systèmes d'information en santé (SIS) sont ainsi devenus des acteurs cruciaux dans la gestion et l'exploitation de cette richesse informationnelle, ouvrant la voie à des avancées significatives dans la prestation des soins de santé. Un système d'information (SI) est constitué d'un ensemble de composantes liées visant à collecter, stocker, traiter et diffuser de l'information pertinente au fonctionnement d'une organisation (Saigí-Rubió et al., 2021). Au sein des organisations de santé, divers systèmes d'information sont déployés pour faciliter la prise de décision clinique, la coordination des soins, la recherche médicale, ainsi qu'un rôle plus administratif dans le suivi de la performance, des ressources humaines et des budgets (Sirintrapun and Artz, 2015, Saigí-Rubió et al., 2021).

Depuis sa création en 2015, le CIUSSS de l'Ouest-de-l'Île-de-Montréal (COMTL) dessert la population des territoires intégrés de Dorval, Lachine, LaSalle (DLL) et de l'Ouest-de-l'île (ODI). Il comprend de nombreuses installations, dont 3 centres hospitaliers de soins généraux spécialisés, 1 centre hospitalier de soins psychiatriques, 8 centres d'hébergement de soins de longue durée (CHSLD), 4 centres locaux de services communautaires (CLSC) et 1 centre de protection de l'enfance. Le service de Performance et statistiques du COMTL contribue à l'atteinte de la performance des installations sur son territoire en fournissant aux directeurs et gestionnaires, un soutien et des services axés sur l'identification et la production d'informations de gestion et l'élaboration d'outils d'aide à la décision (CIUSSS de l'Ouest-de-l'Île-de-Montréal, 2024). Ceci est principalement

effectué par la diffusion, à l'aide de rapports et tableaux de bord, de données clinico-administratives collectées au sein des SIS et d'indicateurs découlant de celles-ci. Présentement, la performance des différents services du COMTL est évaluée indépendamment les uns des autres. Bien qu'il soit possible de mesurer la performance d'un service à un instant t, tel que les urgences, il est impossible d'avoir une vue conjointe de la performance d'une ou des installations dans leur ensemble. De plus, les données clinico-administratives sont exploitées de façon sporadiques, selon les besoins immédiats des gestionnaires. Aucune intégration des données cumulées dans le passé n'est effectuée afin de dresser des tendances et effectuer des analyses prédictives. La collecte des données clinico-administratives au sein des différentes installations du COMTL représente pourtant une opportunité majeure de modéliser la trajectoire de soins de ses patients. Depuis les années 2000, les recherches sur les trajectoires de soins ont gagné en importance car elles permettraient d'aider à anticiper les besoins des patients en plus de mieux organiser les services afin de maximiser l'allocation des ressources tout en assurant la qualité des soins prodigués (Lunney et al., 2003, Murray et al., 2005). Ainsi, la modélisation des trajectoires émerge comme une stratégie qui pourraient permettre de mieux visualiser et comprendre le parcours des patients dans les installations du COMTL afin de mieux les contrôler et les améliorer.

Cette approche intégrée, transcendant les analyses cloisonnées par service, ouvre la porte à une compréhension approfondie des trajectoires de soins à travers les installations du COMTL. Une fois la modélisation des trajectoires accomplie, un champ étendu d'analyses subséquentes s'ouvre en intégrant des variables pertinentes, notamment celles liées aux ressources humaines et financières. Cette démarche rapprocherait ainsi l'organisation de la réalisation du « quadruple aim » en contribuant à l'amélioration de l'expérience patient et de la santé des populations par l'amélioration des trajectoires des patients; la réduction des coûts par l'identification des goulots d'étranglements ainsi que l'amélioration de la condition des professionnels de la santé par l'amélioration des trajectoires et une meilleure répartition des ressources (Munoz-Gama et al., 2022).

1.2 Objectif

En réponse à un besoin émis par le COMTL de s'assurer de la fluidité du parcours des patients, nous proposons de développer un outil automatisé permettant de visualiser les trajectoires des patients au sein des différentes installations COMTL. Cette modélisation sera effectuée en utilisant des méthodes de fouille de processus, ou « *process mining* », appliquées aux données clinico-administratives recueillies par le COMTL. Ce projet permettra de répondre à ces différents sous-objectifs :

1. Surmonter les défis liés à l'interopérabilité lors de la création d'une base de données standardisées, incluant les enjeux de qualité des données et de différence de granularité entre les différents systèmes d'information des différentes installations ;
2. S'assurer de l'appropriation et de l'interprétation des trajectoires modélisées, afin de favoriser leur optimisation et leur fluidité au sein des installations par les gestionnaires et les professionnels de la santé.

2. Matériel

Nous avons à notre disposition l'ensemble des données clinico-administratives collectées par l'entremise des 24 logiciels implantés au sein du CIUSSS et stockés au sein de 48 systèmes d'informations distincts (Figure 1). À titre d'exemple, le logiciel Siurge est implanté dans les urgences de trois centres hospitaliers du COMTL et les données clinico-administratives récoltées par le logiciel sont entreposées dans un système d'information distinct pour chaque centre hospitalier. L'ensemble de ces données représente approximativement 1 100 jeux de données (tables) dans lesquels on retrouve les données d'environ 3 millions de patients distincts.

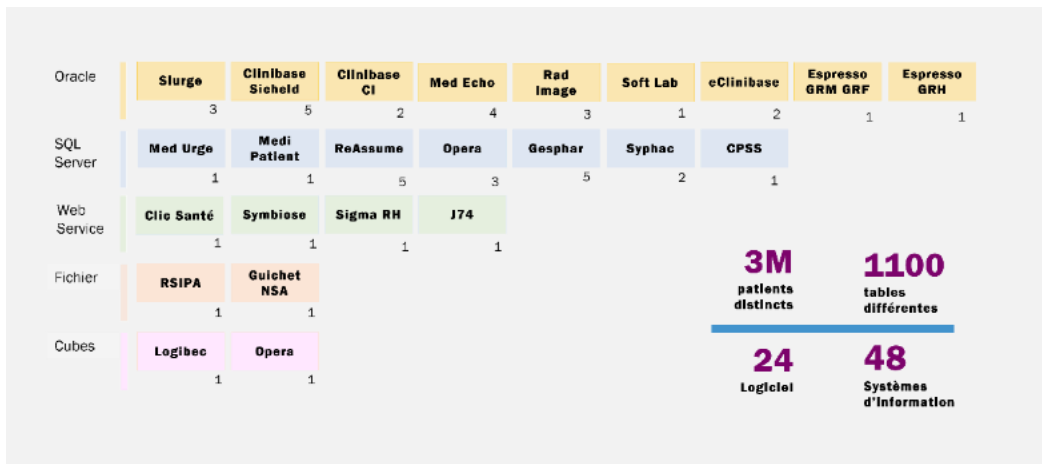


Figure 1 : Sources de données des systèmes d'informations du COMTL

3. Méthodes

Le développement de cet outil repose sur la réalisation de 4 étapes : une analyse de besoin, le jumelage des sources de données, le développement d'un modèle de *process mining* et l'intégration du modèle dans PowerBI.

3.1 Étape 1 : Analyse des besoins

Afin de répondre de manière approfondie au besoin du COMTL, des tables de discussion seront organisées en collaboration avec les gestionnaires et les professionnels chargés d'assurer la fluidité de chaque installation. L'un des objectifs principaux de ces réunions consistera à déterminer les données pertinentes pour le suivi des trajectoires parmi celles disponibles. L'expertise de ces professionnels sera mise à profit pour spécifier les activités constituant les trajectoires des patients qui sont pertinentes et doivent être prises en compte dans la modélisation. À titre d'exemple, pour un épisode d'urgence, les activités courantes comprendront minimalement l'arrivée du patient, le triage, la première prise en charge par les services d'urgence, les examens et/ou consultations, puis le départ des urgences. Il sera possible d'ajouter des informations supplémentaires en fonction du besoin exprimé par les gestionnaires et les professionnels de la santé consultés. Ainsi, ce volet permettra de cibler les besoins spécifiques de chaque service et installation, une étape cruciale pour identifier les données cliniques et de gestion qui devront être intégrées au modèle. L'objectif est de développer un outil véritablement utile dans la pratique clinique et la gestion quotidienne.

3.2 Étape 2 : Jumelage des sources de données

La standardisation des données clinico-administratives recueillies par les systèmes d'information propres à chaque service représente un défi méthodologique important dû aux enjeux d'interopérabilité entre ces systèmes d'information (Gouvernement du Québec, 2023). L'interopérabilité se réfère à la capacité des systèmes d'information à accéder, échanger, intégrer et utiliser de manière collaborative des données (HIMSS, 2023). Cela contribue à éliminer les silos de données, améliorant la continuité des soins, la collaboration entre les prestataires de soins et l'accès du patient à ses informations. Un manque d'interopérabilité peut conduire à une compréhension incomplète des besoins de santé individuels ou populationnels, entraînant une prestation de soins sous optimale et des coûts de santé accrus (Torab-Miandoab et al., 2023).

Au sein du COMTL, les informations issues des systèmes d'information propres à chaque service sont consolidées au sein de bases de données distinctes. Chaque base de données regroupe les données spécifiques

à un seul service dans une installation donnée (par exemple, l'urgence de l'hôpital général du Lakeshore, la radiologie de l'hôpital Lasalle, etc.). Il est donc nécessaire d'intégrer ces données dans une base unique et centralisée regroupant l'ensemble des données clinico-administratives collectées dans les installations du territoire du COMTL. Pour se faire, des règles de contrôle de la qualité des données seront établies afin d'uniformiser leur format et d'assurer leur qualité. Nous procéderons ensuite au jumelage afin de regrouper les données des différentes sources dans une seule base de données standardisée. Ces scripts développés en SQL seront automatisés afin d'assurer une intégration constante des dernières données collectées au sein des installations. Chaque entrée, correspondant à la prestation d'un service, contiendra minimalement l'identifiant unique du patient, le type de service utilisé, l'installation visitée, l'horodatage de l'activité et l'ensemble des variables pertinentes identifiées lors de l'analyse des besoin (Étape 1). De la documentation sera produite sur les données intégrées à cet architecture (dictionnaire et modèle de données) pour favoriser un meilleur accès aux données pour les cliniciens et chercheurs du COMTL. Cette phase du projet s'appuiera sur le cadre conceptuel DMBOK publié par la *Data Management Association* (Olavsrud, 2022). Ce cadre conceptuel, ayant fait ses preuves dans d'autres établissements du réseau, sera mis en place de façon coordonnée avec l'équipe du COMTL afin d'établir les meilleures pratiques quant à la gestion et la gouvernance des données (Figure 2).

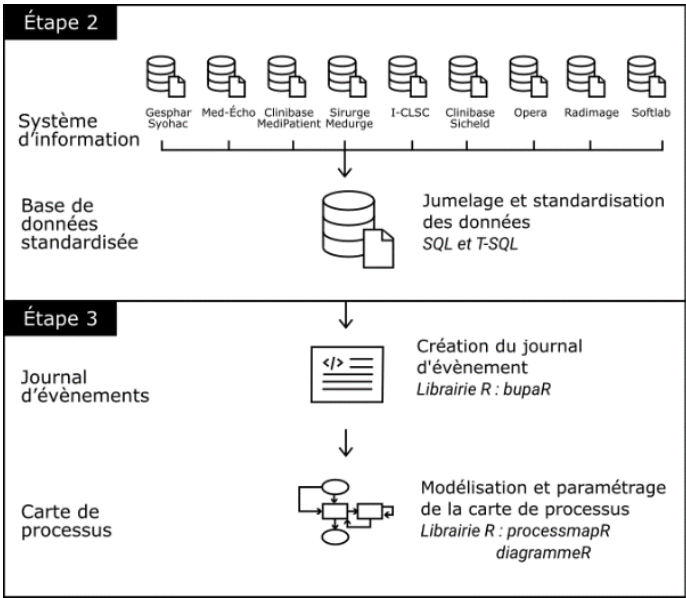


Figure 2 : Schéma des étapes 2 et 3 de la méthodologie

3.3 Étape 3 : Développement d'un modèle de *process mining*

Discipline innovante, la fouille de processus, ou « *process mining* », s'inscrit dans une volonté de modéliser des trajectoires via l'exploitation de données recueillies lors de processus organisationnels (Munoz-Gama et al., 2022). Cette approche méthodologique est employée dans divers secteurs industriels afin de modéliser, surveiller et optimiser des processus, en utilisant les données générées par ces mêmes processus. Appliquée au domaine de la santé, le *process mining* vise à modéliser, surveiller et améliorer les processus organisationnels en exploitant les données issues des interactions entre les individus et le système de santé (Martin et al., 2020). La base de données standardisée précédemment conçue sera utilisée pour générer un « journal d'évènements ». Un algorithme sera ensuite développé afin de générer une « carte de processus », permettant de modéliser et visualiser les trajectoires selon les différents paramètres indiqués lors du développement de l'algorithme. Cette représentation graphique des processus se distingue par des nœuds représentant les événements consignés dans le journal d'évènements, reliés par des arcs qui illustrent la direction de la progression au sein du processus (Figure 3).

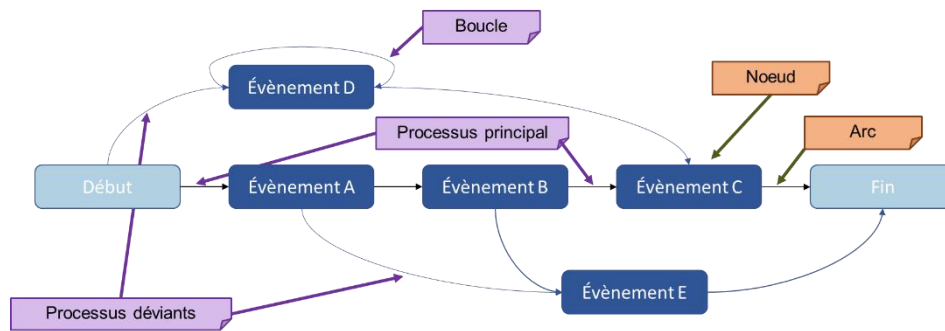


Figure 3. Illustration d'une carte de processus

Les paramètres de présentation des résultats (granularité, filtres, variables) seront identifiés avec le COMTL afin que la carte des processus soit utile à leur prise de décision. Les algorithmes de création du journal d'événements et de modélisation seront développés à l'aide de la librairie spécialisée bupaR (Janssenswillen and Depaire, 2017) du logiciel statistique en libre accès R (R Core Team, 2022) et seront automatisés afin d'assurer une constante actualisation de la carte de processus avec les données en temps réel (Figure 2).

3.4 Étape 4 : Intégration du modèle dans Power BI

Après avoir effectué une évaluation approfondie visant à garantir la validation et la représentation fidèle de la réalité, tout en répondant aux exigences des prestataires de soins de santé, les processus automatisés de jumelage (Étape 2) et de modélisation (Étape 3) seront intégrés au sein d'un outil de visualisation. Cet outil générera un tableau de bord dynamique qui sera utilisable par les professionnels de la santé et les décideurs, facilitant ainsi l'optimisation de l'organisation des services de soins à travers toutes les installations du COMTL. Le tableau de bord fournira une vue d'ensemble des trajectoires de tous les patients du CIUSSS, avec la possibilité d'appliquer des filtres sur diverses variables telles que des installations spécifiques, des dates ou des caractéristiques des patients, permettant ainsi d'ajuster le niveau de granularité des données. Cet outil permettra par exemple d'observer l'impact direct d'un changement d'équipe, d'identifier les périodes de forts achalandages au sein des différents services, de fournir le coût associé aux trajectoires et aux ressources utilisées, ou encore de mettre en lumière des trajectoires non optimales des patients entre les différentes installations (transferts, retour à l'urgence, etc.).

Pour le développement de ce tableau de bord, nous utiliserons le logiciel PowerBI, un outil déjà bien intégré au COMTL, permettant l'intégration de scripts SQL et R. Une version pilote sera déployée auprès des professionnels et des gestionnaires ayant participé aux tables de discussion (Étape 1) afin de recueillir des commentaires sur son ergonomie. Ensuite, une version finale sera déployée sur le site web du service de Performance et Statistiques du COMTL, offrant un accès à toute personne concernée.

4. Considérations éthiques

Ce protocole sera soumis aux comités d'éthique de la recherche du COMTL et de l'Université de Montréal afin d'assurer le respect de leurs cadres réglementaires. Le cadre conceptuel DMBOK permettra d'encadrer les enjeux relatifs à l'éthique des données. Dans le cadre de ce projet, l'outil de modélisation sera développé en incluant tous les patients ayant bénéficié d'un soin ou d'un service au sein du CIUSSS de façon équitable sans égard aux facteurs de diversité et d'identité. Il sera ensuite possible d'effectuer des analyses comparatives entre les sexes plus (ACS+) afin d'analyser l'utilisation des services selon certains profils.

5. Contribution et perspective

Les changements démographiques et les besoins en santé croissants mettent de l'avant l'enjeu majeur que représente l'organisation et la gestion complexe du système de santé (Fleury et al., 2018). Il est donc primordial de développer des outils permettant de limiter l'alourdissement du fardeau financier sur nos institutions de santé tout en optimisant la qualité de vie et l'offre de soins offerts aux patients. Ce projet permettra d'établir le tout premier outil automatisé et en temps réel de modélisation et de compréhension des processus des installations d'un CIUSSS. L'implantation de cet outil d'innovation technologique répondra ainsi à la demande du COMTL de modéliser la trajectoire de ses patients pour en évaluer la fluidité. Grâce à la lecture intuitive de la carte des processus résultante, il permettra de détecter les goulots d'étranglement et les variations qui ont mobilisé plus de ressources afin d'effectuer des ajustements constants et rapides de l'offre de services (Fleury et al., 2018).

En plus de fournir un outil applicable sur le terrain et transférable à d'autres CIUSSS, le développement d'un outil modélisant les processus inter-installations représente un défi méthodologique qui, une fois surmonté, constituera un véritable gain pour l'étude des trajectoires en santé. En effet, les perspectives liées à la modélisation de trajectoires en santé ouvrent la porte à une compréhension approfondie des parcours individuels à travers des systèmes de soins grâce aux analyses subséquentes intégrant de nombreuses variables pertinentes, notamment celles liées aux ressources humaines et financières. Par exemple, en examinant les données sur les ressources humaines, il devient possible d'optimiser la répartition du personnel médical tout au long des trajectoires de soins, assurant ainsi une prestation efficace et adaptée aux besoins. Du point de vue financier, cette approche permet d'évaluer les coûts associés à chaque étape de la trajectoire, identifiant ainsi les opportunités d'efficacité et les services propices à des économies, sans compromettre la qualité des soins. En intégrant les coûts par trajectoire patient, les décideurs peuvent prendre des décisions éclairées pour une allocation stratégique des ressources, conciliant efficacité opérationnelle et prestation de soins de qualité. Ce projet s'inscrit dans la volonté du Ministère de la Santé et des Services Sociaux du Québec de moderniser et optimiser le financement du système de santé en introduisant une méthode novatrice axée sur le coût par parcours de soins et services (Dubé, 2021). Comme dans ce projet, cette approche vise à mieux refléter la réalité des soins prodigués aux patients en prenant en compte l'ensemble du parcours de santé, de la prévention au suivi post-traitement. Toutefois, le *process mining* permet d'obtenir la trajectoire réelle, et donc le coût réel plutôt qu'estimé, de l'ensemble des patients.

6. Conclusion

Ce projet de modélisation de trajectoire des patients du COMTL représente une avancée significative dans l'amélioration de la gestion et de l'efficacité des services de santé. En appliquant des méthodes innovantes de *process mining* aux données clinico-administratives, nous visons à fournir aux professionnels et aux décideurs un outil automatisé puissant pour comprendre et optimiser les trajectoires de soins. L'approche inter-installations, bien que présentant des défis méthodologiques, promet des avantages considérables en permettant une vue globale des trajectoires des patients à travers toutes les installations du COMTL. Cela répond directement aux besoins du COMTL en matière de modélisation des trajectoires pour évaluer la fluidité des services. En détectant les goulots d'étranglement et en identifiant les variations qui mobilisent davantage de ressources, l'outil résultant facilitera l'ajustement constant et rapide de l'offre de services, contribuant ainsi à une gestion plus efficace des ressources. Ce projet offre un outil pratique et adaptable à d'autres CIUSSS, constituant une contribution notable à l'amélioration du système de santé. Les perspectives liées à la modélisation des trajectoires ouvrent des opportunités d'analyse et de prise de décision allant au-delà de l'optimisation opérationnelle, privilégiant une approche globale et holistique pour répondre aux évolutions des besoins de la population.

7. Références

- CIUSSS de l'Ouest-de-l'Île-de-Montréal. 2024. *Portail de suivi de la performance COMTL* [Online]. Available: <http://perfocentre.comtl.rtss.qc.ca/> [Accessed].
- Dubé, C. 2021. Remplacement des conditions de mise en œuvre du projet expérimental visant l'obtention et la normalisation des renseignements clinico-administratifs nécessaires à la production d'information de gestion et au calcul des coûts par parcours de soins et de services, à la détermination et à la comparaison de ces coûts ainsi qu'au développement de nouveaux modèles de financement nécessaires à l'implantation du financement axé sur le patient.
- Fleury, M.-J., A. Delorme, M. Benigeri et A. Vanasse 2018. Utilisation et enjeux des données clinico-administratives dans le domaine de la santé mentale et de la dépendance. *Databank use and issues in mental health and addiction services. Santé mentale au Québec*, 43, 21.
- Gouvernement du Québec. 2023. *Plan de transformation numérique 2023-2027 : secteur de la santé et des services sociaux version finale* [Online]. Available: <https://intranetreseau.rtss.qc.ca/index.php?accueil> [Accessed].
- Gouvernement du Québec. 2024. *Centres intégrés de santé et de services sociaux (CISSS) et centres intégrés universitaires de santé et de services sociaux (CIUSSS)* [Online]. Available: <https://www.quebec.ca/sante/systeme-et-services-de-sante/organisation-des-services/cisss-et-ciusss#:~:text=Les%20centres%20int%C3%A9gr%C3%A9s%20de%20sant%C3%A9,la%20population%20de%20leur%20territoire.> [Accessed].
- HIMSS. 2023. *Interoperability in Healthcare* [Online]. Available: <https://www.himss.org/resources/interoperability-healthcare> [Accessed].
- Janssenswillen, G. et B. Depaire. *bupaR: Business Process Analysis in R*. International Conference on Business Process Management, 2017.
- Lunney, J. R., J. Lynn, D. J. Foley, S. Lipson et J. M. Guralnik 2003. Patterns of Functional Decline at the End of Life. *JAMA*, 289.
- Martin, N., J. De Weerd, C. Fernández-Llatas, A. Gal, R. Gatta, G. Ibáñez, . . . B. Van Acker 2020. Recommendations for enhancing the usability and understandability of process mining in healthcare. *Artif Intell Med*, 109, 101962.
- Munoz-Gama, J., N. Martin, C. Fernandez-Llatas, O. A. Johnson, M. Sepúlveda, E. Helm, . . . F. Zerbato 2022. Process mining for healthcare: Characteristics and challenges. *J Biomed Inform*, 127, 103994.
- Murray, S. A., M. Kendall, K. Boyd et A. Sheikh 2005. Illness trajectories and palliative care. *BMJ : British Medical Journal*, 330.
- Olavsrud, T. 2022. *Data governance: A best practices framework for managing data assets* [Online]. Available: <https://www.cio.com/article/202183/what-is-data-governance-a-best-practices-framework-for-managing-data-assets.html> [Accessed].
- R Core Team. 2022. *R: A Language and Environment for Statistical Computing (4.2.0)* [Online]. Available: <https://www.R-project.org/> [Accessed].
- Saigi-Rubió, F., J. J. Pereyra-Rodríguez, J. Torrent-Sellens, H. Eguia, N. Azzopardi-Muscat et D. Novillo-Ortiz 2021. Routine Health Information Systems in the European Context: A Systematic Review of Systematic Reviews. *Int J Environ Res Public Health*, 18.
- Sirintrapun, S. J. et D. R. Artz 2015. Health Information Systems. *Surg Pathol Clin*, 8, 255-68.
- Torab-Miandoab, A., T. Samad-Soltani, A. Jodati, P. Rezaei-Hachesu, A. Torab-Miandoab, T. Samad-Soltani, . . . P. Rezaei-Hachesu 2023. Interoperability of heterogeneous health information systems: a systematic literature review. *BMC Medical Informatics and Decision Making* 2023 23:1, 23.