

Université de Montréal

Évaluation d'un outil informatisé pour soutenir la prescription dans un établissement de
santé pédiatrique

Sécurité de l'usage des médicaments en pré et post-implantation

Par

Man Qing Liang

Département de gestion, d'évaluation et de politique de santé, École de santé publique
de l'Université de Montréal

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de maîtrise en administration des
services de santé, option analyse des organisations et systèmes de santé

Juin 2022

© Man Qing Liang, 2022

Université de Montréal

Département de gestion, d'évaluation et de politique de santé, École de santé publique

Ce mémoire intitulé

Évaluation de la prescription électronique dans un établissement de santé pédiatrique

Sécurité de l'usage des médicaments en pré et post-implantation

Présenté par

Man Qing Liang

A été évalué par un jury composé des personnes suivantes

Lara Gautier

Président-rapporteur

Aude Motulsky

Directrice de recherche

Philippe Juvet

Codirecteur

Pierre-Marie David

Membre du jury

Résumé

La prescription électronique, définie comme la saisie et la transmission électronique de diverses données de prescriptions (médicaments, requêtes de laboratoires, imagerie), est une technologie qui promet d'augmenter la productivité de l'exécution d'une prescription, de diminuer les erreurs reliées à l'illisibilité des prescriptions manuscrites et d'améliorer l'usage approprié des médicaments. Toutefois, la réalisation des bénéfices associés à cette technologie dépend grandement du contexte local de l'implantation et la configuration du système, qui doivent être adaptés aux besoins de l'établissement de santé et aux pratiques locales des professionnels. Bien que la prescription électronique soit implantée depuis plus d'une décennie dans plusieurs établissements de santé à travers le monde, il s'agit d'une technologie émergente au Québec et au Canada. Le Centre hospitalier universitaire (CHU) Sainte-Justine est l'un des premiers établissements de santé au Québec qui a implanté un système informatisé d'entrée d'ordonnances (SIEO) en 2019. L'outil, développé par un fournisseur local, a été adapté spécifiquement aux besoins de cet hôpital pédiatrique.

Ainsi, l'objectif principal de ce mémoire est d'évaluer les effets de ce SIEO sur la sécurité de l'usage des médicaments. Plus spécifiquement, ce mémoire vise à 1) mesurer et décrire les problèmes liés à l'usage des médicaments avant et après l'implantation du SIEO, 2) identifier les caractéristiques du SIEO qui influencent la sécurité de l'usage des médicaments et 3) formuler des recommandations pour optimiser les bénéfices de l'outil de prescription électronique pour les patients et les utilisateurs. Afin de répondre à ces objectifs, ce travail présente deux études distinctes :

1. Une première analyse heuristique de l'utilisabilité portant spécifiquement sur la vulnérabilité du système a été effectuée en préimplantation du SIEO. Des scénarios visant à identifier les vulnérabilités du système ont été élaborés, puis un score permettant de noter la capacité du système à pallier ces vulnérabilités a été attribué par trois experts indépendants, afin de formuler des recommandations sur le design des fonctionnalités clés de cet outil.

2. Une étude observationnelle pré-post a été menée dans la période précédant l'implantation du système, et suivant l'implantation du système, dans l'unité pilote de pédiatrie générale. L'étude observationnelle est composée de deux volets, soit :
 - a) une analyse des erreurs liées aux prescriptions de médicaments pour un échantillon d'ordonnances rédigées pendant une semaine par une analyse des interventions des pharmaciens et un audit de conformité des prescriptions et b) une analyse pré-post des erreurs liées au circuit du médicament, à partir des rapports d'incidents et accidents déclarés en lien avec le médicament. Les types d'erreurs ont été analysés afin de bien comprendre leur nature, ainsi que le rôle potentiel de la technologie sur la sécurité de l'usage des médicaments. Ces analyses ont été contextualisées par une description des fonctionnalités du SIEO (par l'utilisation d'outils validés pour l'évaluation des SIEO), des flux cliniques (par l'observation directe), et du projet d'implantation (par l'analyse de documents et des discussions avec les parties prenantes) afin de formuler des recommandations visant à optimiser les bénéfices du SIEO.

Le premier article rapporte l'analyse de l'utilisabilité (étude 1) et des problèmes liés à la prescription de médicaments (étude 2a). Les résultats suggèrent que le système d'aide à la décision intégré au SIEO ne disposait pas de fonctionnalités recommandées pour limiter les vulnérabilités liées à l'usage de ce type d'outil. Néanmoins, les erreurs de conformité, qui représentaient la majorité des problèmes de prescription avant l'implantation ont été complètement éliminées par le nouveau SIEO. Toutefois, il n'y a pas eu de différence sur les erreurs de dosage et les autres interventions des pharmaciens. Ainsi, les résultats obtenus confirment qu'il est nécessaire de configurer un système d'aide à la décision avancé et adapté aux soins hospitaliers pédiatriques afin de réduire davantage les erreurs cliniques liées aux ordonnances de médicaments.

Le deuxième article présente l'analyse des rapports d'incidents et accidents (étude 2b), et vise à estimer les effets du SIEO sur la sécurité de l'usage des médicaments, ainsi que

mieux comprendre les erreurs de médicaments dans l'ensemble du processus des soins. L'article met en évidence le rôle important de la prescription électronique dans la simplification des étapes de la relève, de la transmission et de la transcription de la prescription. De plus, l'amélioration de l'utilisabilité de la feuille d'administration des médicaments électronique (FADMe) pourrait contribuer à réduire davantage le nombre d'erreurs liées au médicament.

Ces deux articles permettent d'explorer les liens entre les caractéristiques du SIEO et les effets sur la sécurité de l'usage des médicaments, durant l'étape de prescription spécifiquement ainsi qu'à travers l'entièreté du circuit du médicament. Des recommandations sur l'utilisabilité du système et des stratégies de prévention sont présentées afin de réduire les erreurs liées au médicament.

Mots-clés : prescription électronique, système informatisé d'entrée d'ordonnances, système d'aide à la décision, erreurs de médicaments, utilisabilité, analyse de vulnérabilité, technologies de l'information en santé, pédiatrie, pharmacie, circuit du médicament, sécurité de l'usage du médicament

Abstract

Computerized provider order entry (CPOE), defined as a system used for entering and transmitting orders (e.g., for drugs, imaging, or lab requests) electronically, is a technology that can increase the productivity of order dispensing, reduce errors related to the illegibility of handwritten prescriptions and increase the appropriate use of medication. However, achieving the benefits associated with this technology depends on the local context of the implementation and configuration of the system, which must be adapted to the needs of the healthcare institution and the local practices of the healthcare professionals. Although CPOEs have been implemented for more than a decade in many healthcare institutions worldwide, it is an emerging technology in Quebec and Canada. The Centre hospitalier universitaire (CHU) Sainte-Justine is one of the first healthcare institutions in Quebec to implement a CPOE system in 2019. The CPOE, which was developed by a local vendor, was tailored specifically to meet the needs of the CHU Sainte-Justine's pediatric inpatient population.

Thus, this study aims to evaluate the effects of the CPOE on medication safety. More specifically, this study seeks to 1) measure and describe problems related to medication use before and after the implementation of the CPOE, 2) identify the characteristics of the CPOE that influence medication safety, and 3) provide recommendations to optimize the benefits of the CPOE for patients and users. To address these objectives, two studies were conducted:

1. An expert-based heuristic vulnerability analysis of the system was performed to analyze the usability of the CPOE in the pre-implementation phase. Scenarios to identify system vulnerabilities were developed, and a score to rate the CPOE's ability to address these vulnerabilities was assigned by three independent experts to make recommendations on the design of the CPOE's key features.
2. A pre-post observational study was conducted prior to and following the CPOE implementation in the general pediatrics unit. The observational study included

two components: a) An analysis of medication orders problems for a sample of prescriptions ordered for one week through the documentation of pharmacists' interventions and a prescription conformity audit; b) An analysis of medication-related incident and accident reports throughout the year in pre and post implementation. The types of errors were described to understand their nature, as well as the potential role of technology on the safety of medication use. The analyses were contextualized with descriptions of the CPOE features (through the use of validated tools for CPOE evaluation), clinical workflows (through direct observation) and implementation project (through secondary document analysis and discussions with stakeholders) in order to make recommendations to improve medication safety.

The first article covers the vulnerability analysis (study 1) and the medication orders problems at the prescribing step (study 2a). The results show that the clinical decision support system (CDSS) integrated into the CPOE lacked the recommended features to identify pediatric order errors. Conformity errors, which accounted for most prescribing errors, were completely eliminated by the prescriber implementation. However, there was no difference in dosing errors and other pharmacist interventions. Thus, the results obtained from these two components suggest the need to configure an advanced CDSS tailored to pediatric hospital care to further reduce clinical errors.

The second article, focused on the analysis of incident and accident reports (study 2b), aims to estimate the impacts of the electronic prescriber on medication safety, as well as to better understand medication errors in the overall care process. The article highlights the importance of simplifying the acknowledgment, transmission, and transcription steps by implementing a CPOE. Improving the usability of the electronic medication administration record (eMAR) could further reduce medication errors.

These two articles explore the relationship between the characteristics of the CPOE and their impact on medication safety, specifically at the prescribing step and throughout the entire medication management process. Recommendations on system usability and other prevention strategies are presented to improve medication safety.

Keywords: computerized provider order entry, clinical decision support system, medication errors, usability, vulnerability analysis, health information technology, pediatrics, pharmacy, medication use process, medication safety

Table des matières

Résumé	5
Abstract	9
Table des matières	13
Liste des tableaux	19
Liste des figures	21
Liste des sigles et abréviations	23
Remerciements	25
Chapitre 1 – Introduction	27
1.1 Problématique	27
1.1.1 Erreurs médicamenteuses	27
1.1.2 La prescription électronique : Une solution prometteuse pour améliorer l’usage des médicaments	28
1.2 Objectifs de recherche	30
1.3 Retombées	31
Chapitre 2 – État des connaissances	33
2.1 La prescription électronique	33
2.1.1 Adoption de la prescription électronique	33
2.1.2 Bénéfices de la prescription électronique	33
2.1.3 Défis et risques de la prescription électronique	34
2.2 Favoriser la sécurité de la prescription électronique	38
2.2.1 Erreurs de médicaments	38
2.2.2 Utilisabilité	40

2.3	Facteurs influençant l'adoption et les effets de la prescription électronique.....	41
2.4	Analyser la sécurité de la prescription électronique.....	43
2.4.1	Évaluer l'utilisabilité	44
2.4.2	Évaluer les fonctionnalités.....	44
2.4.3	Évaluer les effets sur la sécurité des soins	45
2.5	Approche conceptuelle.....	47
2.5.1	Bénéfices liés aux technologies de l'information en santé.....	47
2.5.2	Questions de recherche.....	50
Chapitre 3 – Méthodologie.....		51
3.1	Contexte de l'étude	51
3.2	Approche méthodologique	52
3.3	Justification méthodologique	54
3.3.1	Échantillonnage.....	54
3.3.2	Utilisabilité.....	54
3.3.3	Sécurité	55
3.3.4	Validité de l'approche	55
3.4	Considérations éthiques	56
Chapitre 4 – Implementation of a Computerized Provider Order Entry System in a Pediatric Hospital in Canada.....		59
4.1	Abstract.....	60
4.2	Keywords.....	60
4.3	Introduction.....	60
4.4	Methods.....	61

4.4.1	Setting and Implementation.....	61
4.4.2	Pre-post Study on Medication Orders Problems.....	62
4.4.3	Vulnerability Analysis.....	62
4.5	Results.....	63
4.5.1	Prescription Quality.....	63
4.5.2	Vulnerability Analysis.....	64
4.6	Discussion and Conclusion.....	66
4.7	References.....	67
4.8	Résultats non publiés	68
Chapitre 5 – Improving Medication Safety in a Pediatric Hospital: A Mixed-Methods Evaluation of a Newly Implemented Computerized Provider Order Entry		70
5.1	Abstract.....	71
5.1.1	Objectives.....	71
5.1.2	Methods.....	71
5.1.3	Results.....	71
5.1.4	Discussion and Conclusion	71
5.1.5	Keywords.....	72
5.2	Key Messages	72
5.2.1	What is already known on this topic	72
5.2.2	What this study adds.....	72
5.2.3	How this study might affect research, practice or policy	72
5.3	Introduction.....	73
5.4	Methods.....	74

5.4.1	Study Design and Site.....	74
5.4.2	Data Source and Analysis	75
5.5	Results.....	76
5.5.1	Implementation Project.....	76
5.5.2	Description of the Computerized Provider Order Entry System.....	77
5.5.3	Description of the Medication Management Process.....	81
5.5.4	Medication Errors.....	82
5.5.5	Recommendations for Preventing Medication Errors.....	89
5.6	Discussion.....	92
5.6.1	Impact of the CPOE System on Medication Errors.....	92
5.6.2	Improving risk assessment.....	93
5.6.3	Improving Error Reporting Recommendations.....	93
5.6.4	Limitations.....	94
5.7	Conclusions.....	94
5.8	References.....	95
Chapitre 6 – Discussion		99
6.1	Premier article.....	99
6.1.1	Résultats clés et discussion.....	99
6.1.2	Forces et limites	101
6.1.3	Contributions	102
6.2	Deuxième article.....	102
6.2.1	Résultats clés et discussion.....	102
6.2.2	Forces et limites	105

6.2.3	Contributions	106
6.3	Discussion des deux articles.....	106
6.3.1	Question 1 : Quels sont les effets de l'adoption du SIEO sur la sécurité de l'usage des médicaments?	107
6.3.2	Question 2 : Quelles sont les caractéristiques du SIEO qui influencent la sécurité de l'usage des médicaments?	107
6.3.3	Question 3 : Quelles sont les recommandations au niveau du SIEO et de l'organisation qui pourraient améliorer la sécurité de l'usage des médicaments?....	108
6.4	Transfert de connaissances	109
6.5	Pistes de recherche futures	110
Chapitre 7 – Conclusion		112
Références bibliographiques		113
Annexe 1 – Scénarios		123
Annexe 2 – Indicateurs de problèmes de prescription.....		126
Annexe 3 – Grille STARE-HI		127
Annexe 4 – Autorisation de consulter des dossiers d'usagers à des fins de recherche		135
Annexe 5 – Formulaire de demande d'accès des dossiers médicaux à des fins de recherche		136
Annexe 6 – Approbation éthique		137

Liste des tableaux

Tableau 3.1 –	Approches méthodologiques utilisées dans l'ensemble du projet.....	53
Table 4.1 –	Summary of the type of medication orders problems before and after CPOE implementation (data collected for one workweek each)	63
Tableau 4.2 –	Caractéristiques des ordonnances de médicaments et des patients en pré et post-implantation.....	68
Table 5.1 –	Components and characteristics of the CPOE system	80
Table 5.2 –	Comparison of the Medication Management Process Before and After the Implementation of the CPOE System.....	82
Table 5.3 –	Type of Medication Errors and Potential Prevention Strategies Before and After the Implementation of the CPOE System.....	84
Table 5.4 –	Number and Rate of Medication Errors at Each Step of the Medication Management Process Before and After the CPOE Implementation	84
Table 5.5 –	Examples of Errors Identified at Each Step Before and After the CPOE Implementation.....	88
Table 5.6 –	Event Review Approaches and Specific Categories	89
Table 5.7 –	Potential HIT-Related Prevention Strategy Identified for All Medication Errors Before and After the CPOE Implementation	91

Liste des figures

Figure 2.1 – Métamodèle d’adoption clinique par Price et Lau (2014).....	36
Figure 2.2 – Modèle d’adoption clinique avec les dimensions micro, méso et macro élaboré par Lau et al. (2011).....	47
Figure 2.3 – Dimensions à l’étude, selon le modèle conceptuel d’adoption clinique	49
Figure 4.1 – Mean score attributed by 3 expert users for each of the 19 test cases (TC), compared to the expected score.	65
Figure 5.1 – Timeline of the implementation process and data collection of a computerized provider order entry at the CHU Sainte-Justine	77
Figure 5.1 – PANDAWebRx a) CPOE view and b) eMAR view.....	78

Liste des sigles et abréviations

CDSS	<i>Clinical decision support system</i>
CHU	Centre hospitalier universitaire
CPOE	<i>Computerized provider order entry (éq.. SIEO)</i>
EHR	Electronic health record
eMAR	<i>Electronic medication administration record (éq.. FADMe)</i>
FADMe	Feuille d'administration des médicaments électronique
FDA	United States Food and Drug Administration
HIT	Health information technology
OMS	Organisation mondiale de la Santé
PIS	<i>Pharmacy information system</i>
SAFER	<i>Safety Assurance Factors for EHR Resilience</i>
SIEO	Système informatisé d'entrée d'ordonnances
TI	Technologies de l'information

Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier ma directrice de recherche, Aude Motulsky, d'avoir instillé ma passion pour la recherche en informatique de la santé. Merci de m'avoir encouragée à explorer une variété de sujets en informatique à travers une multitude d'opportunités, depuis mes débuts en tant qu'étudiante en pharmacie. Je ne serais pas devenue la scientifique que je suis sans ton encadrement, tes savoirs et tes encouragements.

Je souhaite aussi remercier mon co-directeur de recherche, Philippe Jovet, sans qui cette recherche n'aurait été possible. Je suis extrêmement reconnaissante de toutes nos discussions, qui m'ont permis d'effectuer un travail de recherche rigoureux et réfléchi dont je suis fière.

Ma recherche a aussi bénéficié de l'aide de nombreux collaborateurs, notamment Marie-Pierre Moreault, Maxime Thibault, Denis Lebel, le département de pharmacie et l'équipe d'informatique clinique du CHU Sainte-Justine. Merci pour votre support, vos idées et votre disponibilité tout au long de ma recherche.

Je suis extrêmement chanceuse d'avoir été membre du LabTNS (Aude, Jean-Noël, Marie-Pierre, Jonathan, Yan, Janine, Louise, Kathy). Merci de m'avoir permis d'apprendre dans un environnement plein de connaissances, dynamisme et bonne humeur. Merci, Jean-Noël, de m'avoir accordé ta confiance et d'avoir partagé ton expertise dans le développement d'OCRx.

Je souhaite aussi remercier sincèrement Professeure Lara Gautier et Professeur Pierre-Marie David pour avoir accepté d'évaluer mon travail et pour leurs précieux commentaires.

Merci à ma famille et celle de mon conjoint, qui m'ont donné la force de persévérer. J'ai hâte de vous remercier en personne.

Chapitre 1 – Introduction

1.1 Problématique

1.1.1 Erreurs médicamenteuses

Le circuit du médicament est un processus complexe constitué de plusieurs étapes incluant la prescription, la transmission, la préparation et l'administration du médicament. Plusieurs problèmes peuvent surgir aux diverses étapes de ce circuit, tels que les erreurs de transcription, les problèmes d'interactions médicamenteuses ou les erreurs d'administration. Ces erreurs ne sont pas sans conséquence, et peuvent engendrer des effets indésirables pour les patients, allant du simple inconfort jusqu'au décès, sans compter les coûts évitables qui y sont associés. En 2006, l'*Institute of Medicine* a produit un rapport rapportant qu'au-delà de 1,5 million d'effets indésirables aux médicaments évitables se produisent aux États-Unis par jour, ce qui représentait au moins une erreur médicamenteuse par jour par hôpital (Institute of Medicine, 2007a). Bien que la définition d'erreurs médicamenteuses varie d'une étude à une autre, le problème demeure prévalent à travers le monde, et pourrait permettre d'économiser 42 milliards de dollars américains globalement si ces erreurs étaient prévenues (Aitken & Gorokhovich, 2012; Donaldson et al., 2017). Ainsi, en 2017, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a lancé l'initiative mondiale *Medication Without Harm* visant à réduire de moitié les erreurs liées aux médicaments en cinq ans (Donaldson et al., 2017).

En 2019, le rapport d'accident/incident annuel du Ministère de la Santé et des Services sociaux a recensé que 26% des accidents/incidents dans l'ensemble des établissements de santé du Québec (n = 130 520) étaient liés au médicament, incluant des prescriptions illisibles, aux allergies non détectées, au mauvais poids de prescription, à la mauvaise identification du patient ou à la duplication des ordonnances (2019). Similairement, le Centre hospitalier universitaire (CHU) Sainte-Justine (Montréal, Canada) a recensé que

27% des accidents/incidents (n = 1 346) étaient liés au médicament (Ministère de la Santé et des Services sociaux, 2019).

1.1.2 La prescription électronique : Une solution prometteuse pour améliorer l'usage des médicaments

Les systèmes informatisés d'entrée d'ordonnances (SIEO) (*computerized provider order entry, CPOE*) sont l'une des solutions prometteuses pour améliorer la qualité de l'usage et la sécurité des médicaments (Institute of Medicine, 2007a; M. R. Miller et al., 2007).

La prescription électronique est définie comme étant un système permettant la saisie et la transmission électronique de données de prescriptions (Johnston et al., 2004). Cette transmission vers les systèmes d'information du département de destination, tels que la pharmacie, le laboratoire, la radiologie ou la nutrition, permet une communication instantanée, précise et fiable (Kuperman et al., 2007). Ainsi, la prescription électronique promet de diminuer les erreurs reliées à l'illisibilité des prescriptions manuscrites et d'améliorer la productivité des soins, entre autres par la réduction du temps requis pour le traitement des ordonnances (Davis et al., 2014; Kuperman et al., 2007). D'autres fonctionnalités plus avancées peuvent être développées afin d'optimiser les bénéfices de la prescription électronique, qui vont varier selon le système et la configuration choisie par l'organisation. Par exemple, la standardisation et la codification des données de prescription permettent de générer automatiquement et de façon plus fluide les informations acheminées au système de pharmacie (Dhavle & Rupp, 2015). De plus, il est possible de configurer des listes de prescriptions groupées (*order sets*) qui permettent de standardiser les prescriptions liées à une certaine pathologie (Abramson & Kaushal, 2012).

Ensuite, les bénéfices de la prescription électronique peuvent également être optimisés par l'intégration d'un outil d'aide à la décision clinique (*clinical decision support system, CDSS*), qui peut comprendre autant des fonctionnalités de base que des fonctionnalités plus complexes. Notamment, les fonctionnalités de base d'un système d'aide à la décision

incluent la vérification de l'allergie aux médicaments, la vérification des duplications thérapeutiques et la vérification des interactions médicamenteuses. L'aide à la décision avancée peut comprendre l'aide pour l'ajustement posologique dans les cas d'insuffisance rénale, des recommandations de tests de laboratoire pour assurer le suivi des médicaments, la vérification de la grossesse et la vérification de contre-indications aux médicaments prescrits (Kuperman et al., 2007). Il est aussi possible que le SIEO soit intégré en tant que module dans un dossier clinique informatisé (DCI) permettant la documentation clinique des professionnels de la santé, ou qu'il soit un système en silo des autres systèmes cliniques (HIMSS Analytics, 2017).

Il existe donc une grande hétérogénéité parmi les fonctionnalités dans la conception de ces systèmes selon les établissements (Abramson & Kaushal, 2012). La conception d'un système efficace et satisfaisant, adapté aux besoins de l'environnement clinique et aux flux de travail des cliniciens, est primordiale pour assurer la qualité et la sécurité des soins. En effet, l'amélioration de l'expérience pour les utilisateurs, qui est la clé de l'utilisabilité, constitue l'une des quatre finalités d'un système de soins (Bodenheimer & Sinsky, 2014). En pédiatrie, Ratwani et collaborateurs ont évalué qu'entre 2012 à 2017, 36 % (3243/9000) des rapports d'incidents liés au médicament provenant de trois établissements américains offrant des soins pédiatriques étaient liés à des enjeux d'utilisabilité, soit le degré selon lequel un outil peut être utilisé de manière efficace, efficiente et satisfaisante et est adapté aux besoins des utilisateurs (Ratwani et al., 2018). Les enjeux d'utilisabilité relevés par Ratwani et collaborateurs étaient notamment reliés à des alertes inappropriées dans les outils d'aide à la décision clinique et à des problèmes d'affichage visuel (2018).

Par ailleurs, bien que de nombreuses études aient décrit la valeur ajoutée de la prescription électronique au niveau de la productivité et de la sécurité des soins, incluant la morbidité et la mortalité (Longhurst et al., 2010), d'autres études ont démontré l'augmentation d'erreurs de prescriptions liées à la configuration du système électronique et recommandent aux hôpitaux de porter attention aux erreurs que ces systèmes provoquent (Koppel et al.,

2005). De plus, certains contextes cliniques, tels que les soins pédiatriques, semblent favoriser l'augmentation des risques d'erreurs, notamment lorsqu'un système conçu pour les soins adultes n'est pas adapté pour les soins pédiatriques (Han et al., 2005). En effet, les patients pédiatriques sont particulièrement vulnérables aux erreurs de médicaments compte tenu de leur grande variation d'âge et de poids et des divers dosages pédiatriques disponibles (Institute of Medicine, 2007b). Un type d'erreurs auquel les patients pédiatriques sont spécialement vulnérables est l'erreur de dosage décuplée, c'est-à-dire une erreur de sous-dosage ou surdosage d'un facteur de dix (Doherty & Donnell, 2012). Il est donc essentiel de s'assurer de la qualité du système et d'une configuration adaptée aux besoins de cette population (Abramson & Kaushal, 2012; Ferranti et al., 2011).

De plus, Gates et collaborateurs soulignent dans leur méta-analyse qu'il existe actuellement trop peu d'études pour permettre une estimation regroupée du taux d'erreurs chez les établissements dotés de la prescription électronique (2019). Ainsi, les auteurs recommandent d'étudier davantage les erreurs de médication en milieu pédiatrique pour mieux cerner la fréquence et la nature du problème (en comparant les erreurs de prescription avec ou sans prescription électronique) chez cette population vulnérable (2019).

Bref, afin de favoriser la réalisation des bénéfices liés à cette technologie, autant pour les patients que pour les utilisateurs du SIEO, une étude du contexte local de l'implantation, telle que par la description de l'implantation et du circuit du médicament, de l'analyse de l'utilisabilité du système et de la mesure des effets, permettra de formuler des recommandations visant à améliorer la conception du système, et donc favoriser les bénéfices de la technologie.

1.2 Objectifs de recherche

Ce projet a pour but d'évaluer les effets de l'implantation d'un SIEO sur la sécurité de l'usage des médicaments au CHU Sainte-Justine. Spécifiquement, le projet consiste à :

1. Mesurer et décrire les problèmes liés à la prescription de médicaments et autres erreurs médicamenteuses en préimplantation et en postimplantation du SIEO ;
2. Analyser l'utilisabilité du SIEO ;
3. Élaborer des recommandations afin de favoriser la réalisation des bénéfices de la prescription électronique selon les résultats des analyses ci-dessus.

1.3 Retombées

Ce projet vise à faire avancer les connaissances sur les effets de la technologie d'ordonnance électronique de médicament, une technologie en pleine émergence au Québec et au Canada. Bien que cette technologie ait été implantée depuis plus d'une décennie dans plusieurs établissements de santé à travers le monde, le CHU Sainte-Justine a été l'un des premiers établissements de santé au Québec à implanter un SIEO qui a permis la prescription des médicaments et des requêtes d'exams de radiologie, de laboratoire, de nutrition et de consultation. L'implantation du SIEO du CHU Sainte-Justine a débuté au mois d'octobre 2019 dans l'unité de pédiatrie de médecine générale. Le SIEO étudié a été développé par un fournisseur québécois et s'adressait initialement aux soins adultes. La version actuelle a été développée pour répondre aux besoins du CHU Sainte-Justine et n'a pas été évaluée jusqu'à présent. Plusieurs fonctionnalités ont été configurées en collaboration avec les gestionnaires et cliniciens de l'établissement. Étant donné que le CHU Sainte-Justine est le premier établissement au Québec qui implante l'ordonnance électronique de médicaments en pédiatrie, ce projet constitue une occasion unique d'en apprendre plus sur les conditions qui favorisent le succès de l'implantation de ce type de technologie. Cette étude s'inscrit dans le développement d'un système de santé apprenant, de sorte que les innovations réalisées dans un de ses établissements puissent servir à l'ensemble de la communauté de pratique. La mesure des effets, au niveau des erreurs de médicaments, accompagnée d'une analyse de l'utilisabilité du système, permettra d'identifier des indicateurs de qualité pour l'évaluation de la technologie dans un contexte québécois, où la prescription électronique émerge tardivement comparativement aux États-Unis et

d'autres pays du monde. Les résultats permettront de formuler des recommandations pouvant être appliquées localement pour favoriser l'adoption soutenue de la technologie à travers la province et au Canada. En effet, les outils technologiques, tels que les outils de prescription et d'aide à la décision, font appel à une terminologie pour les informations cliniques (tels que pour médicaments, diagnostics) propre à chaque pays, établissement et fournisseur (p. ex. : base de données des produits pharmaceutiques de Santé Canada, base de données locales de l'établissement, base de données propriétaire d'un fournisseur d'aide à la décision). La façon dont les données cliniques sont représentées peut mener à une certaine confusion et influencer la capacité du système d'aide à la décision à générer des recommandations cliniques utiles (Freimuth et al., 2014; Quist et al., 2017). Ainsi, les bénéfices et risques de la prescription électronique doivent être évalués en fonction des outils intégrés au système. De même, l'optimisation du SIEO pourrait faciliter l'adoption de la prescription électronique et informatiser une quantité massive de données sur les prescriptions. L'accès et l'analyse de ces données pour les cliniciens, gestionnaires et chercheurs pourront améliorer la continuité des soins et la performance de l'établissement de santé. Finalement, l'amélioration du système de prescription électronique devrait permettre l'amélioration de la sécurité et de la qualité des soins chez la population pédiatrique.

Chapitre 2 – État des connaissances

2.1 La prescription électronique

2.1.1 Adoption de la prescription électronique

Bien que la prescription électronique soit implantée depuis plus d'une décennie dans plusieurs établissements de santé à travers le monde, moins de 20% des médecins spécialistes canadiens avaient accès à la prescription électronique en 2021 (Canada Health Infoway, 2021), alors qu'aux États-Unis, cette proportion s'élevait à 70 % en 2012 et 96% en 2016 (DesRoches et al., 2013; Pedersen et al., 2017).

2.1.2 Bénéfices de la prescription électronique

De nombreuses études effectuées ailleurs dans le monde ont examiné les effets de l'ordonnance électronique sur la qualité, la sécurité et l'efficacité des soins. Dans une étude rétrospective portant sur l'évaluation de 41 hôpitaux pédiatriques aux États-Unis, Chaparro et ses collègues ont évalué que les systèmes de prescription électronique et d'aide à la décision étaient en mesure d'identifier en moyenne 62 % des scénarios avec des erreurs médicamenteuses potentielles, mais qu'il existait une très grande variabilité parmi les diverses institutions (variant de 23 à 91 %) (2017). Dans la plupart de ces hôpitaux, les systèmes étaient en mesure d'identifier avec succès les problèmes d'allergies (99 %), les erreurs de dosage (81 %) ainsi que les erreurs de voie d'administration (71 %) (Chaparro et al., 2017). Deux méta-analyses sur la prévalence des erreurs liées au circuit du médicament auprès des patients pédiatriques en établissement de santé ont observé un taux d'erreurs médicamenteuses moindre dans les hôpitaux dotés d'un système de prescription électronique (Gates, Baysari, et al., 2019; Gates, Meyerson, et al., 2019). L'ordonnance électronique permet aussi l'amélioration de la lisibilité des ordonnances, qui mène à une réduction d'erreurs de transcription et un gain de temps dû à la réduction des

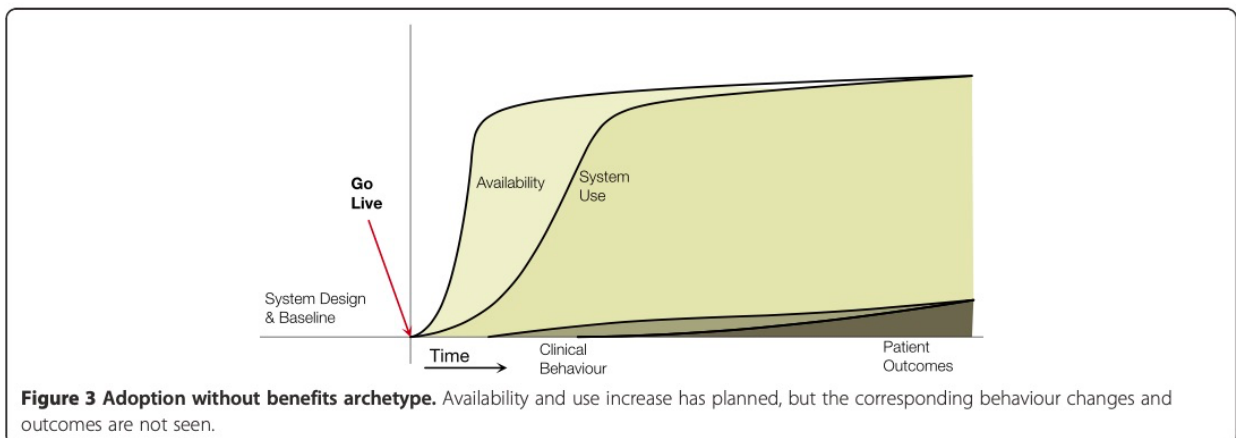
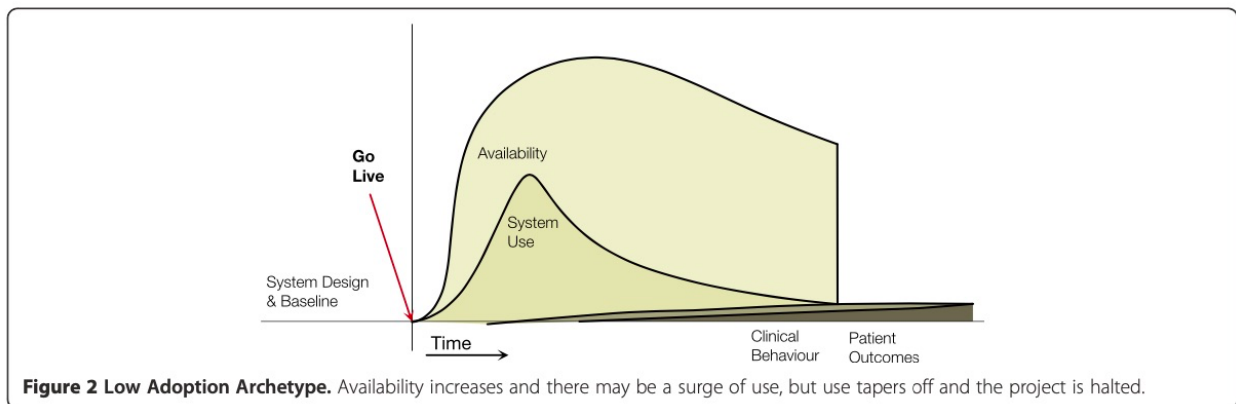
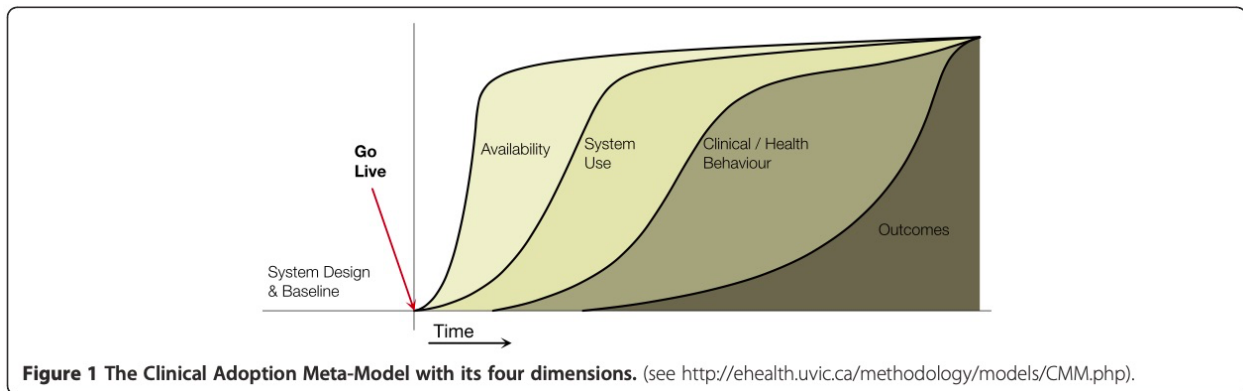
délais de clarification de l'ordonnance par le pharmacien (Abramson & Kaushal, 2012; Baysari et al., 2018; R. A. Miller et al., 2005).

2.1.3 Défis et risques de la prescription électronique

Néanmoins, malgré ces bénéfices, certains défis et risques de l'usage de la prescription électronique peuvent engendrer des conséquences néfastes à différents niveaux.

Au niveau des défis, il existe plusieurs considérations dont il faut tenir compte pour assurer l'usage soutenu, sécuritaire et efficace de la prescription électronique. L'adoption d'une technologie réfère au processus impliquant les activités et les décisions qui englobent les efforts d'implantation, de la décision d'implanter l'innovation jusqu'à l'intégration réussie de l'innovation dans la structure d'une organisation par un usage routinier des fonctionnalités par tous les utilisateurs ciblés (Price & Lau, 2014). Plusieurs scénarios d'adoption sont possibles, tels que présentés dans le métamodèle d'adoption clinique de Lau et collaborateurs (2014) (Figure 2.1). Les auteurs identifient quatre dimensions à considérer lorsque l'on s'intéresse à l'adoption d'une technologie de l'information par des cliniciens: i) la disponibilité de la technologie (accès au système, accès aux postes, disponibilité du contenu), ii) l'usage (utilisation régulière et fréquente du système, utilisation des fonctionnalités à leur plein potentiel et expérience utilisateur), iii) les comportements des cliniciens (alignement de la technologie avec les pratiques locales) et iv) les résultats cliniques (Price & Lau, 2014). Ainsi, il est possible que la technologie soit peu utilisée même si elle est déployée, et ne parvienne pas à générer des bénéfices cliniques (Figure 2.1 – 2^e volet). Il est aussi possible que la technologie soit utilisée, mais ne permette pas de générer des changements de comportements, notamment lorsque les utilisateurs n'utilisent pas les fonctionnalités de la façon prévue (Figure 2.1 – 3^e volet). Idéalement, l'usage devrait être soutenu et être associé à un changement de comportement qui mène à des bénéfices cliniques (p.ex. amélioration des processus cliniques ou des soins des patients) (Classen & Bates, 2011; Price & Lau, 2014). Inversement, l'usage pourrait être soutenu,

mais mener à des problèmes de sécurité généralement inattendus (Figure 2.1 – 6^e volet). Bref, la compréhension des défis d'adoption de la prescription électronique, en plus des défis propres au contexte pédiatrique, par l'identification des scénarios les plus à risque d'erreurs, permettra d'ajuster la conception du SIEO pour favoriser une amélioration de la qualité et sécurité de l'usage des médicaments.



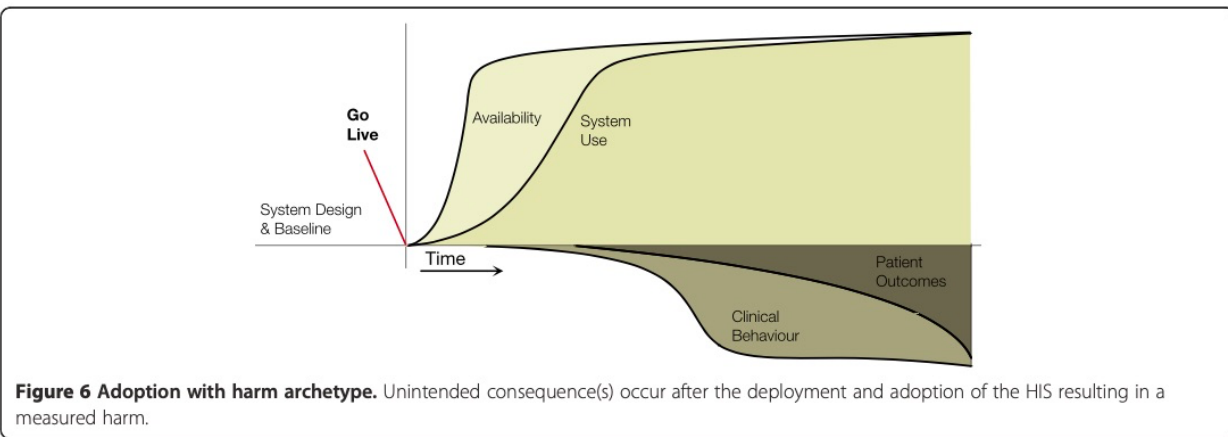
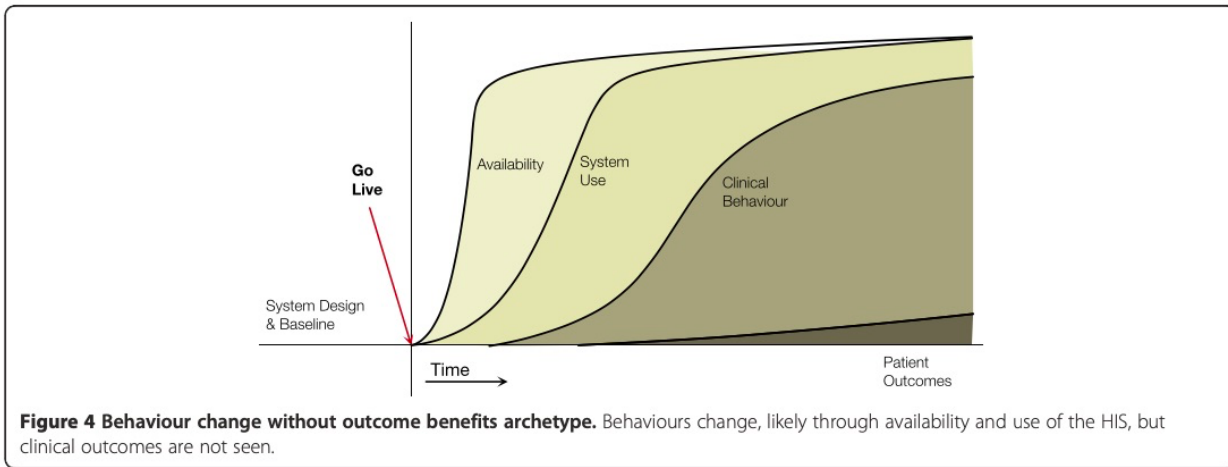
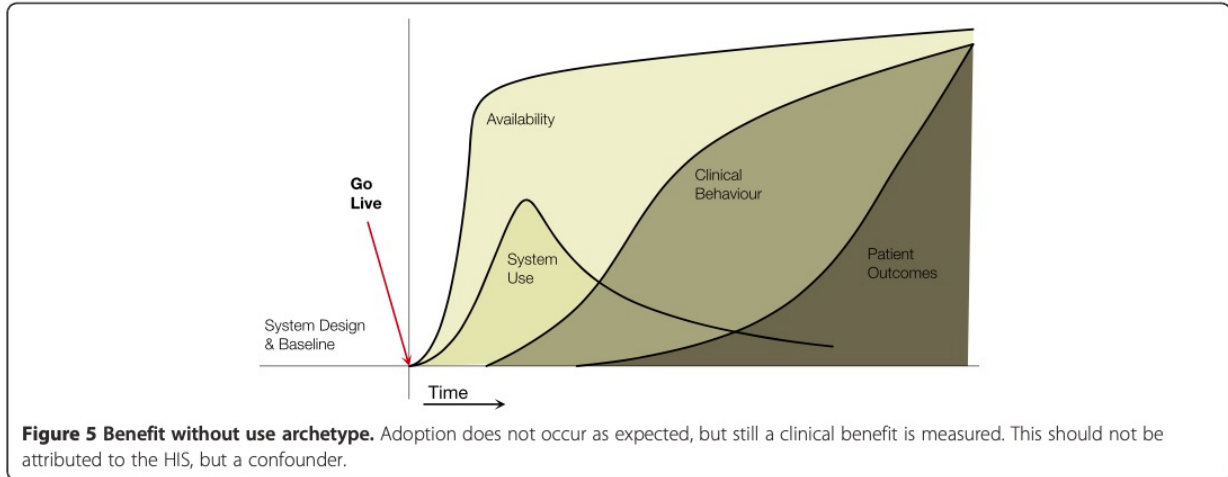


Figure 2.1 – Métamodèle d'adoption clinique par Price et Lau (2014)

Article en accès libre distribué selon la licence Creative Commons BY 2.0: Price, M., Lau, F. The clinical adoption meta-model: a temporal meta-model describing the clinical adoption of health information systems. *BMC Med Inform Decis Mak* **14**, 43 (2014). <https://doi.org/10.1186/1472-6947-14-43>

En effet, de nombreux types d'erreurs ont été rapportés en lien avec la conception des SIEO, qui génèrent des erreurs de médications en augmentant le risque de choisir le mauvais médicament, une dose inadéquate ou des unités de prescription différentes (Alhanout et al., 2017). Par exemple, cela peut être dû à un système qui inscrit une mauvaise dose par défaut ou par l'utilisateur qui sélectionne par inadvertance le mauvais dosage (Kushniruk et al., 2005). Ces conséquences inattendues qui émergent lors de l'utilisation des TI sont dites « e-iatrogènes » (Weiner et al., 2007). L'étude des causes d'événements e-iatrogènes requiert une compréhension des systèmes d'information, des flux de travail et des soins cliniques (Bernstam et al., 2010).

Les conséquences de ces erreurs pour les patients peuvent être minimales, si elles sont interceptées à temps au fil du processus, mais elles peuvent aussi avoir des conséquences cliniques sur la santé qui sont importantes. Han et collaborateurs ont notamment mené une étude de cohorte rétrospective avant/après l'implantation d'un SIEO dans un hôpital pédiatrique, et ont noté une augmentation du taux de mortalité avec l'usage du SIEO (2005). Cette étude a mené à la réalisation de nombreuses études subséquentes sur les SIEO afin de mieux comprendre et prévenir les erreurs causées par la technologie (Prgomet et al., 2017). L'une des stratégies pour prévenir les erreurs causées par la technologie inclut l'évaluation continue des erreurs de médicaments durant l'implantation, pour apporter les correctifs nécessaires et éviter les conséquences pour les patients (Han et al., 2005). Tolley et collaborateurs ont identifié cinq catégories d'éléments d'un système de prescription électronique en pédiatrie qui peuvent contribuer aux erreurs médicamenteuses, dont l'absence d'alertes de dosage des médicaments qui auraient été appropriées ou la diffusion d'alertes inappropriées (2017). Ainsi, il est essentiel de bien configurer les alertes selon les pratiques locales, ce qui est particulièrement difficile en pédiatrie. Autrement, les utilisateurs de ces systèmes peuvent développer des stratégies de contournement des alertes, et générer de nouvelles erreurs (Baysari et al., 2018). En effet, l'étude longitudinale de Baysari et collaborateurs a observé que des stratégies de contournement (*workarounds*)

émergeaient parmi leurs utilisateurs à partir de six mois d'utilisation du système. Les auteurs recommandent que l'évaluation de l'utilisabilité, en lien avec la configuration locale du système, soit effectuée non seulement avant l'implantation, mais aussi après plusieurs mois d'utilisation pour suivre l'évolution des pratiques (Baysari et al., 2018).

2.2 Favoriser la sécurité de la prescription électronique

2.2.1 Erreurs de médicaments

Les effets de la prescription électronique ont été évalués dans la littérature selon de multiples dimensions en lien avec l'efficacité, la sécurité et la productivité. De nombreuses études se sont particulièrement intéressées à la dimension de la sécurité, étant donné les conséquences désastreuses qui peuvent découler des erreurs médicamenteuses, surtout si la technologie promet de les diminuer. Les défis liés à l'implantation d'un SIEO permettant d'améliorer la sécurité se sont avérés plus importants qu'attendu, et de nombreuses études ont démontré que la technologie non seulement pouvait ne pas améliorer la sécurité, mais pouvait en elle-même causer des erreurs. Ainsi, dans un rapport commissionné par la US Food and Drug Administration (FDA), un ensemble de méthodes sont proposées pour évaluer les systèmes de prescription électronique afin d'identifier, comprendre et prévenir les erreurs liées à la prescription électronique (Brigham and Women's Hospital et al., 2015). Celles-ci incluent entre autres 1) la description du SIEO (historique d'implantation et fonctionnalités) et des processus de travail, et 2) l'analyse des erreurs de médicaments et leurs stratégies de préventions durant et après l'implantation (Brigham and Women's Hospital et al., 2015).

Néanmoins, les erreurs de médicaments demeurent difficiles à caractériser. Dans cette recension de l'évaluation de dix SIEO dans six organisations différentes, différentes sources de données ont été mobilisées telles que les rapports d'accidents et incidents liés au médicament, registres des interventions en pharmacie et taux d'acceptation des alertes générées par le SIEO par les prescripteurs comme des indicateurs de la qualité des

ordonnances (Brigham and Women's Hospital et al., 2015). En effet, l'utilisation de diverses sources de données permet de trianguler les résultats obtenus, puisqu'il existe plusieurs limites pour chaque source de données. Par exemple, la qualité et la cohérence des rapports d'accidents et incidents varient grandement et reposent souvent sur une déclaration volontaire, ce qui limite leur fiabilité. De même, l'information dans les registres des interventions en pharmacie est rarement standardisée et difficile à analyser (Amato et al., 2017; Brigham and Women's Hospital et al., 2015). De plus, les systèmes de déclaration des rapports accidents et incidents n'utilisent généralement pas une taxonomie qui permet d'identifier les types d'erreurs, les causes et les stratégies de prévention potentielles (Amato et al., 2017).

Par ailleurs, les études se penchant sur les erreurs de médicament présentent de multiples définitions de cette variable (Westbrook & Lichtner, 2019; Yu et al., 2005). La méta-analyse de Gates et collaborateurs a recensé diverses définitions à partir de 71 études analysées (2019). Neuf études définissent les erreurs de médicaments comme tout écart par rapport à l'utilisation appropriée des médicaments à n'importe quelle étape du processus de médication, y compris la prescription, la transcription, la préparation, l'administration ou le suivi, qu'il y ait eu dommage ou non auprès du patient (Gates, Baysari, et al., 2019). Néanmoins, la majorité des études se concentraient uniquement sur les erreurs générées à l'étape de prescription et n'incluaient pas les erreurs des étapes subséquentes (p. ex. administration).

Ensuite, comme décrit par Gates et collaborateurs, les erreurs à l'étape de prescription peuvent être catégorisées selon deux grandes catégories, soit les erreurs cliniques et erreurs techniques. Les sous-catégories sont ensuite définies selon les éléments de prescription erronés. Par exemple, les erreurs cliniques incluent entre autres les erreurs de dose, de médicament, d'unité, de fréquence et de voie d'administration (Gates, Baysari, et al., 2019). Les erreurs techniques incluent les prescriptions illisibles, incomplètes ou non conformes. En ce qui concerne les prescriptions non conformes, au CHU Sainte-Justine, les

critères sont définis selon la règle d'émission des ordonnances de médicaments du CHU Sainte-Justine (Ballandras et al., 2016). Ballandras et collaborateurs ont effectué un audit en 2014 portant sur 359 feuilles contenant 746 ordonnances (2016). L'audit a révélé que seulement 20% des feuilles d'ordonnance étaient conformes aux règles émises par le département de pharmacie du CHU Sainte-Justine. Parmi les critères de conformité, il y avait entre autres la mention du statut allergique du patient, qui était présente dans seulement 25 % des feuilles de prescriptions, et la mention du poids du patient, présente dans 64 % des feuilles de prescriptions (Ballandras et al., 2016).

2.2.2 Utilisabilité

L'évaluation de l'utilisabilité est importante pour favoriser la sécurité des ordonnances de médicaments (Randhawa et al., 2019). Par définition, l'utilisabilité correspond au « degré selon lequel un système, un produit ou un service peut être utilisé, par des utilisateurs spécifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié » (ISO, 2018). En santé, la dimension de sécurité est ajoutée à la définition, pour s'assurer que le système est à la fois facile et agréable à utiliser, mais aussi qu'il ne génère pas d'erreurs (voire qu'il empêche aux erreurs de se glisser dans les processus) (Beuscart-Zéphir et al., 2013; Borycki et al., 2013). En contexte pédiatrique, Tolley et collaborateurs ont identifié cinq facteurs qui contribuaient à générer des erreurs médicamenteuses lors de la prescription électronique, dont l'absence d'alertes pour des doses erronées, l'envoi d'une alerte inappropriée basée sur la mauvaise indication de traitement et des erreurs lors de la sélection dans le menu déroulant (2017). Ceci attire l'attention sur l'importance d'évaluer l'utilisabilité avant l'implantation, pour résoudre les problèmes spécifiques dans un contexte donné.

2.3 Facteurs influençant l'adoption et les effets de la prescription électronique

Outre les caractéristiques propres à la technologie qui sont présentées dans la section 1.1.2, il existe d'autres facteurs influençant l'adoption et les effets de la prescription électronique. D'abord, les caractéristiques des utilisateurs ciblés, telles que l'âge ou l'expérience avec la technologie, peuvent influencer l'adoption. Entre autres, dans une étude où les professionnels pouvaient prescrire soit au moyen du SIEO, soit de manière traditionnelle (manuscrite), Davis et collaborateurs ont identifié que les hommes plus âgés, et de certaines spécialités (médecine d'urgence, pneumologie), étaient moins enclins à utiliser le SIEO (Davis et al., 2014).

Ensuite, les caractéristiques du processus de conception et d'implantation sont aussi importantes pour favoriser l'adoption et la réalisation des bénéfices (effets positifs). Notamment, à la suite de la publication de Han (2005) suggérant une augmentation du taux de mortalité due à l'implantation d'un SIEO décrite précédemment, une étude subséquente de Del Beccaro et collaborateurs n'a pas observé les mêmes effets lors de l'utilisation du même système commercial de SIEO (Del Beccaro et al., 2006; Han et al., 2005). Del Beccaro et collaborateurs suggèrent que ces effets contrastants pourraient être dus aux différences dans la conception et le processus d'implantation du SIEO (2006). En effet, dans une revue systématique, Devin et collaborateurs ont identifié que les composantes suivantes étaient associées à une adoption élevée de la prescription électronique : 1) participation des prescripteurs à la conception du système, 2) présence de collègues cliniciens comme formateurs, 3) modification du système selon la rétroaction des cliniciens, 4) observation directe du flux de travail des cliniciens, 5) surveillance des prescriptions électroniques pour détecter les erreurs et 6) analyse des alertes générées par le système (2020). Un sondage mené par Longhurst et collaborateurs auprès de 72 000 cliniciens de 156 organisations a notamment relevé que la satisfaction des cliniciens face à

l'utilisation de dossiers médicaux électroniques était davantage liée à la formation reçue pour utiliser le système qu'aux caractéristiques du système en tant que tel (2019).

Par ailleurs, le contexte clinique de l'implantation d'un SIEO peut influencer l'expérience des utilisateurs et les effets. Notamment, une étude comparant l'implantation d'un même SIEO dans deux unités de soins a noté que les processus de soins en préimplantation auraient influencé la satisfaction des utilisateurs face au système : le personnel infirmier qui travaillaient avec un système papier KARDEX, à partir duquel le SIEO s'inspirait, rapportait un plus haut taux de satisfaction que celui qui travaillait précédemment avec un autre système papier (TIMED) (Niazkhani et al., 2009). Il est donc essentiel de considérer les processus de travail qui sont liés au SIEO, afin de mieux comprendre les changements dans les processus de travail, autant auprès des prescripteurs que chez les infirmières et autres professionnels, avant et après l'implantation du SIEO (Niazkhani et al., 2009; Tolley et al., 2017).

De plus, les caractéristiques des ordonnances peuvent aussi influencer les effets de la prescription électronique. Le type de médicament prescrit (p. ex. anti-infectieux ou antidouleur), ainsi que sa forme pharmaceutique (p. ex. comprimé ou crème), peut influencer l'utilisabilité, et ainsi la qualité de l'ordonnance qui résulte de l'usage du SIEO. Par exemple, une étude réalisée par Davis et collaborateurs a montré que les ordonnances d'anti-infectieux nécessitaient moins d'interventions des pharmaciens en comparaison aux autres classes thérapeutiques, ce qui pourrait suggérer qu'elles étaient de meilleure qualité (Davis et al., 2014).

Bref, comme relevé par Abraham et collaborateurs, les effets de la prescription électronique ne sont généralement pas uniquement associés à des facteurs individuels, mais à un ensemble de facteurs notamment au niveau technologique, clinique, et organisationnel (2021). Afin de tenir compte de la variabilité dans les systèmes d'information et contextes d'implantation, les lignes directrices STARE-HI ont été élaborées pour les études

d'évaluation des technologies de l'information en santé (Talmon et al., 2009). Ces lignes directrices recommandent entre autres que chaque étude décrive le contexte organisationnel, l'implantation du système, les fonctionnalités du système et la population auprès de qui la technologie est utilisée (utilisateurs et patients).

2.4 Analyser la sécurité de la prescription électronique

De nombreuses études évaluent rétrospectivement les erreurs de prescription, soit par la révision des dossiers (Rouayroux et al., 2019), soit en ciblant des ordonnances à risque élevé d'erreurs (Chaparro et al., 2017). Pontefract et collaborateurs ont évalué prospectivement les erreurs de prescription en ciblant les prescriptions présentant un risque élevé d'erreurs (2018). Néanmoins, la liste de prescriptions à risque élevé d'erreurs a été développée dans un contexte de soins adultes et ne peut pas être utilisée en pédiatrie, compte tenu des pratiques cliniques différentes (Thomas et al., 2013). Pour prendre en compte le processus de développement et d'optimisation des fonctionnalités du système à travers le temps, Westbrook et collaborateurs suggèrent que les évaluations portant sur les effets de la prescription électronique sur les erreurs médicamenteuses soient des études longitudinales et multicentriques (2019).

Dans la méta-analyse de Nuckols, les approches méthodologiques utilisées étaient majoritairement des devis quasi expérimentaux de type pré-post sans groupe contrôle (2014). Ce devis est particulièrement commun dans l'évaluation des technologies numériques en santé afin de tenir compte des variations d'un établissement à un autre et de la façon dont les erreurs sont capturées. Notamment, la méta-analyse de Prgomet et collaborateurs rapporte des taux d'erreurs qui varient de 4.5 à 58.2 % en pré-implantation et de 0 à 8.2 % en post-implantation (2017). Par ailleurs, Tolley et collaborateurs rapporte dans leur revue systématique que la majorité des études incluses ne s'intéressent qu'aux effets de la prescription électronique sur les taux d'erreurs (2017). Toutefois, les auteurs indiquent qu'il demeure important d'explorer les facteurs associés à ces erreurs afin de

mieux comprendre l'ensemble des problèmes de prescription auprès de la population pédiatrique (Tolley et al., 2017).

Les sous-sections ci-dessous présentent diverses approches existantes afin d'évaluer la prescription électronique selon son utilisabilité, ses fonctionnalités et ses effets.

2.4.1 Évaluer l'utilisabilité

Comme la prescription électronique présente des défis de sécurité particuliers, Ratwani et collaborateurs recommandent une évaluation formative de l'utilisabilité avant l'implantation, basée sur des scénarios de tâches cliniques réalistes des cliniciens (2018). Ce type d'analyse permet d'identifier les vulnérabilités du système, et d'apporter les correctifs nécessaires avant l'implantation (Khajouei & Jaspers, 2010; Randhawa et al., 2019). Une attention particulière doit être portée à la conception de ces scénarios tests, pour s'assurer qu'ils détectent correctement les vulnérabilités du système. Une méthode proposée par Schiff et collaborateurs a permis de valider une liste de scénarios tests qui permettent de tester les principales vulnérabilités des SIEO (2015). Ils comprenaient des ordonnances électroniques erronées liées à de mauvaises unités, des doses surthérapeutiques importantes, des allergies aux médicaments, des erreurs d'omission et des contre-indications, ainsi que des scénarios d'ordonnances sans erreurs, mais difficiles à réaliser donc susceptibles de générer des erreurs selon la configuration du SIEO. Chaque scénario était ensuite coté selon le niveau de difficulté à saisir l'ordonnance sur une échelle de 1 à 5, 1 représentant aucune alerte, jusqu'à 5 représentant la présence d'une alerte qui rend impossible la saisie de l'ordonnance. Ce type d'outil permet ainsi d'ajuster l'évaluation de l'utilisabilité aux défis particuliers de sécurité des SIEO.

2.4.2 Évaluer les fonctionnalités

Pour évaluer un SIEO, différents outils ont été développés et validés pour analyser les fonctionnalités, en particulier aux États-Unis. En effet, l'outil d'évaluation de la prescription électronique Leapfrog est couramment utilisé aux États-Unis pour vérifier si

les fonctionnalités d'un outil sont considérées de qualité, autant en soins pédiatriques et adultes (Co et al., 2020). Son utilisation a aussi été validée en Corée du Sud, mais pourrait être améliorée avec d'autres scénarios et médicaments pour en transposer l'utilisation dans d'autres contextes (Cho et al., 2015).

Les SAFER Guides sont aussi proposés comme guide pour évaluer les fonctionnalités d'un SIEO. Ces guides, élaborés par The Office of the National Coordinator for Health Information Technology (ONC) aux États-Unis, consistent en une liste de meilleures pratiques pour guider l'évaluation et l'usage des fonctionnalités d'un SIEO (Ash et al., 2016). Les organisations complétant cette auto-évaluation peuvent indiquer si les SIEO évalués répondent totalement, partiellement ou aucunement aux diverses recommandations séparées en trois domaines, soit 1) la sécurité de la technologie, 2) l'utilisation sécuritaire de la technologie et 3) l'évaluation de la sécurité du système. Les résultats peuvent ensuite être comparés avec d'autres organisations afin d'évaluer la qualité des systèmes actuels, tels qu'illustré dans l'étude de Sittig et collaborateurs (2018).

2.4.3 Évaluer les effets sur la sécurité des soins

Plusieurs études se basent sur des indicateurs afin d'évaluer les effets de la prescription électronique sur la sécurité des soins. Globalement, ce sont les erreurs de médicaments qui sont les plus étudiées, en lien avec la qualité des ordonnances ou la qualité de l'usage des médicaments de manière plus générale (Institute of Medicine, 2007b). Notamment, les erreurs de médicaments peuvent porter spécifiquement sur la prescription, avec divers dénominateurs tels que le nombre d'erreurs par 1 000 admissions, par 1 000 prescriptions, par opportunités d'erreur ou sur le nombre d'effets secondaires évitables par 1 000 admissions (Institute of Medicine, 2007b). D'autres études se penchent sur le taux d'erreur durant les autres étapes du circuit du médicament, soit au niveau de la préparation et la validation de l'ordonnance, de l'administration du médicament ou du suivi (Institute of Medicine, 2007b). Il est aussi possible de mesurer les erreurs d'omissions, soit les erreurs

survenant lorsqu'un médicament requis pour des soins appropriés n'a pas été prescrit (Institute of Medicine, 2007b). Bien que de nombreuses études se soient penchées sur l'un des indicateurs ci-dessus, peu d'études ont comparé le taux d'erreurs à travers les diverses étapes du circuit du médicament (Institute of Medicine, 2007b).

Par ailleurs, la méthodologie utilisée pour mesurer ces indicateurs influence grandement le taux d'erreurs observé. En effet, Flynn et collaborateurs ont mené une étude comparant le taux d'erreurs provenant de l'observation directe, la révision de dossiers et l'analyse de rapports accidents et incidents dans 36 hôpitaux et centres de soins de longue durée, où le taux d'erreurs était de 17.8 %, 0.1 % et 0.003 % respectivement (Flynn et al., 2002). Même si l'observation directe est la méthodologie qui permet de mesurer les erreurs de la façon la plus représentative, elle représente aussi la méthodologie la plus coûteuse, compte tenu du coût de formation du personnel de recherche et des délais possibles sur l'étage (Flynn et al., 2002).

Finalement, d'autres études mesurant les effets de la prescription électronique se sont penchées sur d'autres indicateurs cliniques (mortalité, durée du séjour), de la productivité et de la satisfaction de l'utilisateur (Abraham et al., 2020; Davis et al., 2014; Longhurst et al., 2019). Une synthèse de revues systématiques d'Abraham et collaborateurs note que l'implantation d'un SIEO n'a pas mené à une réduction significative au niveau de la mortalité et de la durée de séjour, malgré une réduction des erreurs de médicaments et des effets secondaires (2020). Les résultats au niveau de la satisfaction sont aussi très variables et dépendent notamment de l'habileté de configurer le SIEO selon les préférences individuelles de l'utilisateur et de la formation reçue (Longhurst et al., 2019). Finalement, les bénéfices du SIEO au niveau de la productivité sont plutôt marqués, notamment en réduisant le temps de préparation des médicaments et en nécessitant moins d'interventions des pharmaciens (Davis et al., 2014).

2.5 Approche conceptuelle

2.5.1 Bénéfices liés aux technologies de l'information en santé

Notre évaluation du SIEO se base sur le cadre conceptuel proposé par Lau et collaborateurs, basé sur le cadre de DeLone et McLean (2011) (Mardiana et al., 2015). Ce cadre conceptuel permet de mieux comprendre le succès de l'adoption des technologies numériques par les cliniciens, et regroupe les facteurs importants en trois niveaux (micro, méso, macro) (Figure 2.2). Dans cette étude, nous analyserons principalement les éléments au niveau micro tout en contextualisant nos analyses avec des éléments du niveau méso disponibles.

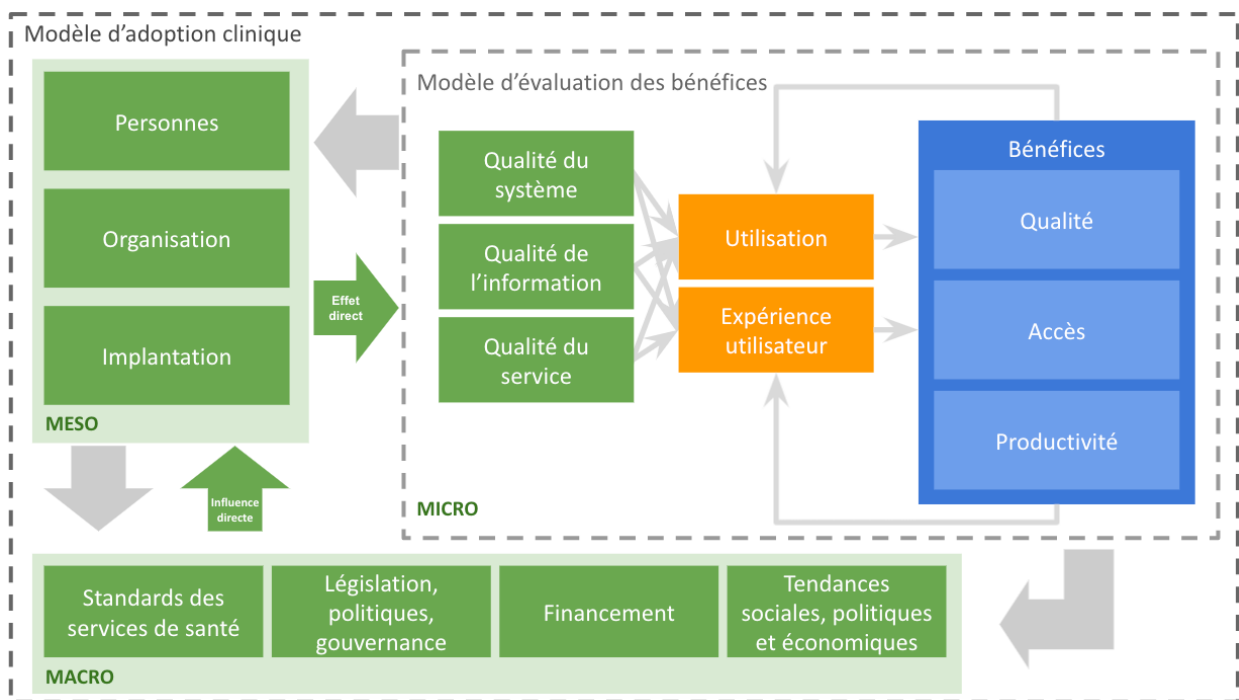


Figure 2.2 – Modèle d'adoption clinique avec les dimensions micro, méso et macro élaboré par Lau et al. (2011)

Tiré de "From benefits evaluation to clinical adoption: Making sense of health information system success in Canada," de F. Lau, M. Price, and K. Keshavjee, 2011, *Healthcare Quarterly*, 14(1), p. 41. (avec traduction libre des éléments de la figure)

Le niveau micro correspond aux éléments du modèle de DeLone et McLean, aussi proposé par Inforoute Canada (Lau et al., 2011). Ce modèle relie d'abord la qualité de la technologie (p.ex., la qualité de l'information, telle que l'exactitude, exhaustivité et disponibilité du contenu, utilisabilité) avec le niveau d'utilisation (fréquence) et l'expérience, qui sont ensuite associés aux bénéfices (qu'ils soient perçus ou mesurés). Ainsi, la réalisation des bénéfices sera possible si l'outil est utilisé tel qu'il a été conçu et à la fréquence attendue. Les bénéfices sont généralement décrits en trois dimensions, soit la qualité, la productivité et l'accessibilité, qui sont alignées avec les fonctionnalités de la technologie à l'étude. Ce modèle explique comment l'amélioration de la qualité du système de prescription électronique permet une meilleure adoption de la technologie par les cliniciens, ce qui se traduit par des bénéfices nets au fil du temps. Par la suite, la boucle de rétroaction à partir des bénéfices va améliorer le niveau d'utilisation et l'expérience utilisateur.

Au niveau méso, le modèle suggère que les caractéristiques des personnes utilisant le système influencent directement les éléments du niveau micro. Les caractéristiques des patients (âge, types de médicaments prescrits) et de l'organisation (circuit du médicament) ont été documentées afin de contextualiser l'évaluation des bénéfices du SIEO.

La figure 2.3 met en évidence les dimensions étudiées dans le cadre du modèle conceptuel choisi.

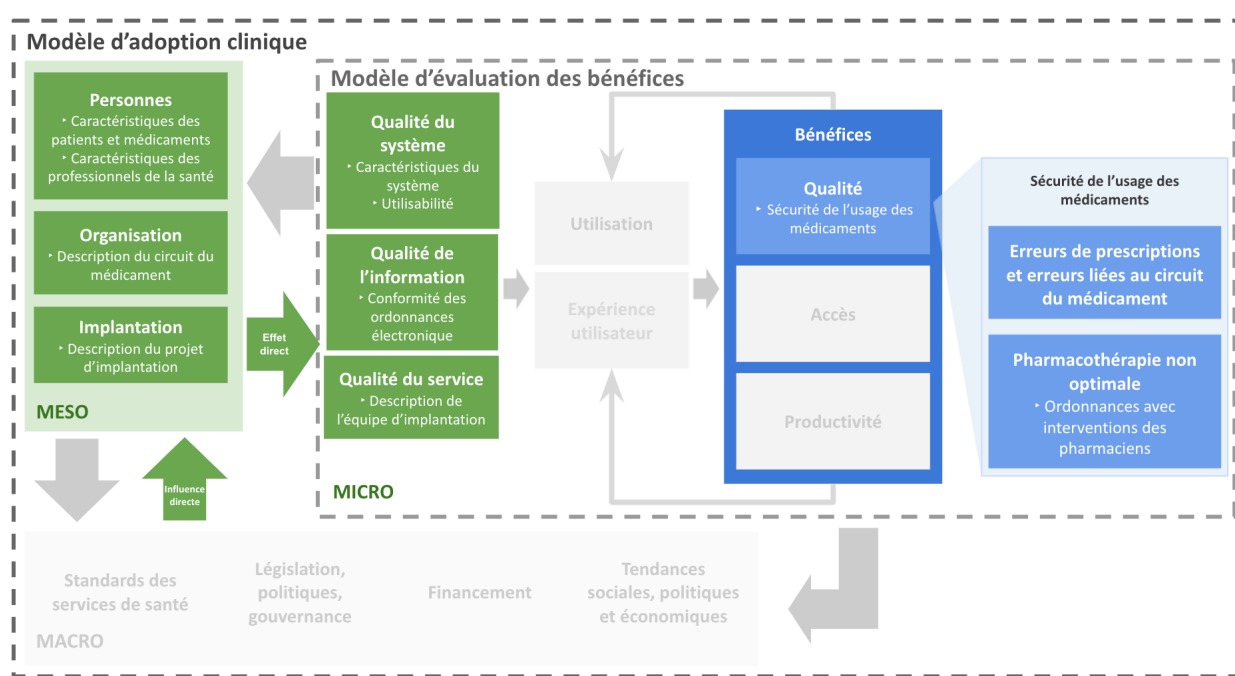


Figure 2.3 – Dimensions à l'étude, selon le modèle conceptuel d'adoption clinique

Ce modèle conceptuel, bien que propre à l'évaluation des outils numériques, peut aussi être mobilisé à la fois pour l'analyse de l'implantation et l'évaluation des effets. En effet, dans son ensemble, le mémoire constitue une analyse d'implantation (par l'analyse des éléments contextuels au niveau méso), qui y intègre une évaluation des effets (par l'évaluation des bénéfices au niveau micro) et une évaluation formative de l'utilisabilité (Brousselle et al., 2011). Toutefois, vu l'évolution continue de l'usage de la technologie en fonction des effets perçus, la boucle de rétroaction entre l'usage et les bénéfices (p. ex., réduction des erreurs médicamenteuses), telle que relevée par DeLone et McLean, est cruciale pour porter un jugement sur le succès de l'implantation. Il est à noter que bien qu'il s'agisse bien d'une évaluation des effets, le terme impact est utilisé dans les chapitres 4 et 5 pour s'aligner avec littérature dans le domaine de l'évaluation des technologies numériques en santé (Devin et al., 2020; Fernández-Llamazares et al., 2012; Khajouei & Jaspers, 2010; Pontefract et al., 2018; Prgomet et al., 2017).

2.5.2 Questions de recherche

Ce projet vise à répondre aux questions de recherche suivantes :

- 1) **Au niveau des bénéfiques** : Quels sont les effets de l'adoption du SIEO sur la sécurité de l'usage des médicaments ?
- 2) **Au niveau de l'utilisabilité** : Quelles sont les caractéristiques du SIEO qui influencent la sécurité de l'usage des médicaments ?
- 3) **Au niveau de l'implantation (intervention et contexte)** : Quelles sont les recommandations au niveau du SIEO et de l'organisation qui pourraient améliorer la sécurité de l'usage des médicaments ?

Chapitre 3 – Méthodologie

3.1 Contexte de l'étude

Le projet d'implantation du SIEO, initialement nommé GESPHARxLite et maintenant commercialisé sous le nom de PandaWebRx, a été lancé en 2018 par l'équipe d'informatique clinique. Cette solution a été choisie par le CHU Sainte-Justine notamment en raison de la familiarité avec d'autres produits du fournisseur (CGSI@SOLUTIONS-TI), tels que leur système de pharmacie et leur module de feuille d'administration des médicaments électronique (FADMe).

En raison d'un moratoire du Ministère de la Santé et des Services sociaux de 2016 à 2019, le financement de projets numériques par le ministère à travers la province était limité. Ainsi, le projet a été financé par un accord entre le fournisseur et le CHU Sainte-Justine, représentant 500 000 \$ (divisé également). Le financement a notamment permis d'embaucher une équipe de projet pour l'établissement, composée d'un gestionnaire de projet (responsable de superviser le projet et d'établir la stratégie de gestion de changement), un conseiller clinique (responsable de la configuration du SIEO) et une gestionnaire de projet terrain. Ce partenariat unique a permis au CHU Sainte-Justine de bénéficier de la souplesse et d'une adaptation rapide du fournisseur face aux demandes de modifications, tandis que le fournisseur bénéficiait d'un partenaire pour participer activement au développement d'un SIEO complet.

Ensuite, un don de la Fondation CHU Sainte-Justine a permis l'installation de dix ordinateurs sur chariot, utilisés pour permettre la prescription électronique dans les chambres et les couloirs. Finalement, le projet a aussi été financé par les Fonds de soutien à l'innovation en santé et en services sociaux (FSISSS), qui a notamment permis de soutenir une équipe externe académique pour l'évaluation du projet.

Des détails additionnels sur le contexte de l'étude se retrouvent dans la méthodologie dans les deux articles (chapitres 4 et 5).

3.2 Approche méthodologique

L'approche proposée pour répondre aux questions de recherche est un devis séquentiel intégrant deux volets. Le premier volet constitue une étude observationnelle pré-post implantation de la prescription électronique (Sections 4.4.2 et 5.4.2), présentée dans les deux articles (chapitres 4 et 5). L'article 1 intègre la mesure directe de la qualité des ordonnances, à partir d'une mesure réalisée pendant 1 semaine en préimplantation, puis 1 semaine en postimplantation. L'article 2 intègre la mesure indirecte de la sécurité de l'usage des médicaments à partir des rapports d'incident et accidents colligés pendant l'année précédant l'implantation (Octobre 2018 à Octobre 2019) et pendant l'année suivant l'implantation (Octobre 2019 à Octobre 2020) dans l'unité pilote. L'article 2 présente une description détaillée du processus de gestion des médicaments, du projet d'implantation du SIEO sur l'unité pilote, à partir de la participation active à l'équipe de projet, de l'analyse des documents internes sur l'évolution du projet, et à travers des échanges informels avec les principaux gestionnaires de projet. De plus, l'article 2 comporte une analyse de contenu des rapports d'accidents et incidents (Section 5.4.2), ainsi que des pistes de recommandations pour les éviter.

Le deuxième volet, présenté dans l'article 1, constitue une évaluation formative de l'utilisabilité du SIEO, réalisée par une analyse heuristique. Des séances d'observation de 19 scénarios d'ordonnances standardisées ont été réalisées par trois analystes pharmaciens indépendants, pour noter sur une échelle de 1 à 5 chacun des scénarios (1 = facile jusque 5 = impossible) (Section 4.4.3). La moyenne des scores obtenus par les trois analystes a été réalisée pour chaque scénario.

Comme suggéré par le modèle de Lau et collaborateurs, la qualité d'utilisation est associée à la réalisation des bénéfices, tels que l'amélioration de la qualité des soins (Lau et al.,

2011). L'approche mixte permet ainsi de contextualiser les bénéfices en fonction de l'utilisabilité (autant les caractéristiques limitantes que facilitatrices) de la technologie afin de formuler des recommandations pour l'amélioration de la qualité du système. Le tableau 3.1 résume les dimensions utilisées dans ce mémoire, les sources de données, la période de collecte des données, ainsi que la section du mémoire y référant.

Dimensions étudiées	Source de données	Période de collecte de données	Section du mémoire décrivant la méthodologie
Intervention et contexte			
Utilisabilité du système	Analyse de vulnérabilité par complétion de scénarios d'ordonnance par trois experts du système	Pré : Juillet 2019	4.4.3
Description des fonctionnalités du SIEO et du projet d'implantation	Analyse secondaire de documents Discussion avec parties prenantes Participation active au projet d'implantation Complétion du formulaire d'auto-évaluation SAFER Guide	Post : Novembre 2019 (excepté la complétion des SAFER Guide en octobre 2021)	5.4.2
Description du circuit du médicament	Séances d'observation non participante Discussion avec parties prenantes	Pré : Mai 2019 x 3 jours Post : Novembre 2019 x 3 jours	5.4.2
Bénéfices			
Erreurs de prescription	Audit des feuilles d'ordonnances Documentation des interventions des pharmaciens	Pré : 26 au 31 août 2019 Post : 31 août au 4 septembre 2020	4.4.2
Erreurs liées au circuit du médicament	Rapports d'accidents et incidents	Pré : 20 octobre 2018 au 20 octobre 2019 Post : 21 octobre 2019 au 21 octobre 2020	5.4.2

Tableau 3.1 – Approches méthodologiques utilisées dans l'ensemble du projet

3.3 Justification méthodologique

La section suivante complète la méthodologie décrite dans les articles et présente diverses justifications méthodologiques au niveau de l'échantillonnage, des outils utilisés et de la validité de l'étude.

3.3.1 Échantillonnage

Pour comparer les interventions des pharmaciens avant et après l'implantation, le calcul de la taille de l'échantillon par le test de khi carré a été effectué selon une puissance de 0.80, avec un seuil de signification de 5% et une estimation de la taille de l'effet de 0.15, pour obtenir une taille d'échantillon désirée de 349 prescriptions. Bien que la littérature rapporte des tailles d'effet variant entre 0.2 et 0.9 (Davis et al., 2014; Pontefract et al., 2018), une mesure de la taille d'effet plus conservatrice de 0.15, soit une diminution des erreurs de prescription de 15%, a été choisie selon un consensus avec les pharmaciens de l'hôpital (DL, MT) étant donné que le système de prescription électronique ne dispose pas d'une aide à la décision spécialement adaptée aux soins pédiatriques. Considérant que l'unité pédiatrique reçoit autour de 350 à 500 prescriptions par semaine, une période de collecte de donnée d'une semaine a été organisée avant et un an après l'implantation du SIEO. Le délai d'un an pour mesurer les effets en post-implantation a été décidé afin de tenir compte 1) des possibles variations saisonnières au niveau des prescriptions (notamment au niveau des anti-infectieux), 2) du temps requis pour s'adapter à l'utilisation d'un nouveau système, comme recommandé par Baysari et collaborateurs (2018).

3.3.2 Utilisabilité

Afin d'évaluer l'utilisabilité du SIEO, dix-neuf scénarios d'ordonnances standardisées, basés sur des scénarios standardisés proposés par Schiff et collaborateurs (2015), ont été adaptés au contexte pédiatrique en collaboration avec des pharmaciens du CHU Sainte-Justine ([Annexe 1 – Scénarios](#)). Ce sont des scénarios qui peuvent potentiellement mener

à des alertes inappropriées ou qui peuvent ne générer aucune alerte alors qu'une alerte serait appropriée. L'analyse d'utilisabilité a été effectuée avant l'implantation du SIEO afin de relever les vulnérabilités du système d'avance, et partager cette évaluation formative avec l'équipe de projet.

3.3.3 Sécurité

Afin d'évaluer la sécurité du SIEO, deux types d'indicateurs d'effets ont été développés. D'abord, les erreurs de prescription ont été mesurées à partir d'un outil de catégorisation des erreurs développé par l'équipe, pour inclure les erreurs de types techniques (conformité de l'ordonnance) et les erreurs de type clinique (dose, médicament, etc.). Adapté à partir des catégories d'erreurs utilisées dans la littérature scientifique, dont la taxonomie MedMarx, l'outil de classification des erreurs a été validé avec consensus auprès des pharmaciens de l'hôpital et des autres membres de l'équipe de recherche (Brigham and Women's Hospital et al., 2015; Kaushal et al., 2001). L'outil a ensuite été utilisé pendant une journée d'observation test, puis ajusté pour représenter adéquatement les erreurs observées, avant de procéder à la collecte de données par observation directe ([Annexe 2 – Indicateurs de problèmes de prescription](#)).

Ensuite, les erreurs liées à l'usage des médicaments ont été estimées à partir des rapports d'incidents et accidents colligés de manière routinière dans l'établissement. Les données disponibles sur ces rapports comprennent i) la description de l'événement ; ii) le type d'événement; iii) les conséquences pour la personne affectée; iv) les mesures prises pour limiter les conséquences; v) la stratégie de prévention proposée par le déclarant; vi) et la sévérité telle qu'évaluée par le déclarant. Ces rapports sont colligés d'abord sur un formulaire papier, puis assemblés dans une base de données constituée de texte libre.

3.3.4 Validité de l'approche

Tel que présenté dans les états de connaissance dans le chapitre 2, les effets de la prescription électronique peuvent être influencés par une multitude de facteurs propre au

SIEO et à l'organisation et par les choix méthodologiques. Ainsi, les résultats de cette étude mobilisent différentes sources de données, avec l'implication de nombreuses parties prenantes. D'abord, la participation active au projet d'implantation, en tant qu'agente de support clinique, et les discussions avec l'équipe d'informatique clinique ont permis de me familiariser avec le processus d'implantation et de valider l'exactitude des informations. Plusieurs rapports écrits ont été partagés avec l'équipe projet, et les commentaires ont été ajoutés à l'analyse pour la rédaction des articles. Ensuite, l'analyse d'utilisabilité a été effectuée avec la collaboration de trois utilisateurs experts (MQL, AM et AB) à partir de scénarios validés cliniquement par deux pharmaciens de l'hôpital. En ce qui concerne l'utilisation des rapports accidents et incidents pour mesurer le taux d'erreurs à travers le circuit du médicament, bien que ceux-ci soient sous-déclarés, l'utilisation de cette source de données permet d'assurer qu'il n'y a pas d'erreurs faussement déclarées. Les articles ont été rédigés selon lignes directrices STARE-HI pour la publication d'études d'évaluation en technologie de l'information afin de permettre aux lecteurs d'évaluer les résultats de l'étude dans son contexte et de déterminer la validité interne et externe de l'étude (Talmon et al., 2009) ([Annexe 3 – Grille STARE-HI](#)). Finalement, les résultats des études ont été partagés avec l'équipe clinique sous forme de présentation informelle et d'échange d'ébauches de manuscrits afin de valider leur interprétation et d'intégrer leurs commentaires.

3.4 Considérations éthiques

En plus de ma contribution à l'évaluation du SIEO, j'ai aussi participé directement à l'implantation du SIEO en tant qu'agente de support clinique, où je préparais le matériel de formation, enseignais le personnel et répondais aux questions sur l'unité. Ainsi, mon rôle en tant que participante active a pu avoir une influence sur la réalisation du projet de recherche. Différentes stratégies ont été mises en place pour minimiser l'influence, soit une triangulation des sources et types de données lorsque possible (exemple: qualité des ordonnances via analyse directe des ordonnances et via incident et accident), un échange régulier avec mes directeurs de recherche pendant les phases de collecte et d'analyse de

données, un partage des résultats préliminaires avec les équipes cliniques pour recueillir leur avis sur les données et l'analyse.

Par ailleurs, l'étude s'insère dans le cadre d'un projet à plus grande échelle portant sur l'évaluation de l'implantation de la documentation clinique et de la prescription électronique en établissement de santé, qui a été approuvé par le comité d'éthique du CHU Sainte-Justine. Les approbations spécifiques par le Directeur des services professionnels ont été obtenues afin d'accéder à ces données sans le consentement direct du patient (REB 2018-1915 ; [Annexe 4 – Autorisation de consulter des dossiers d'usagers à des fins de recherche](#) ; [Annexe 5 – Formulaire de demande d'accès des dossiers médicaux à des fins de recherche](#) ; [Annexe 6 – Approbation éthique](#)).

Chapitre 4 – Implementation of a Computerized Provider Order Entry System in a Pediatric Hospital in Canada

Man Qing LIANG^{a,b,c}, Amélie BOUDJELLAB^b, Hyukjin KWON^c, Philippe JOUVET^{a,b,d}, Denis LEBEL^{b,e}, Maxime THIBAUT^{b,e} and Aude MOTULSKY^{a,c}

^a*Department of Management, Evaluation and Health Policy, School of Public Health, Université de Montréal, Canada*

^b*CHU Sainte-Justine Research Center, Montreal, Canada*

^c*Centre hospitalier de l'Université de Montréal Research Center, Canada*

^d*Department of Pediatrics, Faculty of Medicine, Université de Montréal, Canada*

^e*Department of Pharmacy, CHU Sainte-Justine, Université de Montreal, Canada*

Article de conférence présenté à Medical Informatics Europe 2021 (avec mention *Best student paper finalist*)

Citation :

Liang, M. Q., Boudjellab, A., Kwon, H., Jovet, P., Lebel, D., Thibault, M., & Motulsky, A. (2021). Implementation of a Computerized Provider Order Entry System in a Pediatric Hospital in Canada. *Studies in Health Technology and Informatics*, 281, 590–594. <https://doi.org/10.3233/SHTI210239>

Contribution aux efforts du groupe (80%) : Conception et réalisation de l'étude, rédaction du manuscrit

4.1 Abstract

The Centre Hospitalier Universitaire Sainte-Justine (Montreal, Canada) is a pediatric academic tertiary hospital that has begun the implementation of a commercial computerized provider order entry system (CPOE) in October 2019. The objectives of this paper are 1) to estimate the impact of the CPOE system on medication errors, and 2) to identify vulnerability issues related to the configuration of the CPOE system's design. Using a pre-post implementation methodology measuring medication errors captured by clinical pharmacists revealed that the implementation of a CPOE has eliminated all prescription conformity (e.g., missing fields) and legibility errors. Pharmacists have continued to detect medication errors, especially inappropriate dosing instructions, and to intervene in similar clinical situations (medication reconciliation, deprescribing, adjusting orders). Additionally, the vulnerability analysis, based on typical clinical order test cases in an inpatient pediatric setting, highlighted the need to configure a clinical decision support system that can identify inappropriate dosing instructions for pediatric patients.

4.2 Keywords

Computerized provider order entry, CPOE, electronic prescription, medication error, usability evaluation

4.3 Introduction

Computerized provider order entry (CPOE) has been pushed forward as a priority in the last decade to achieve digital excellence and improve the quality and safety of prescribed medications (1). Although electronic health records (EHRs) and CPOEs have been implemented for more than two decades in many healthcare institutions around the world, the Centre hospitalier universitaire (CHU) Sainte-Justine is currently one of the first healthcare institutions in the province of Quebec to have implemented a CPOE system enabling the electronic prescription and transmission of provider orders (e.g., medication,

lab, imaging, nursing orders, etc.). This study seeks to describe the implementation process of a commercial CPOE system and its impact on medication problems, which is known to depend greatly on the healthcare setting and on the CPOE system configuration (2). Furthermore, we will present the results of a formative usability testing, in which we conducted a vulnerability analysis of the CPOE system prior to its implementation.

4.4 Methods

4.4.1 Setting and Implementation

The study was performed in a 60-bed general pediatric medicine unit, which served as the pilot unit for the implementation of the CPOE system at the 300-bed mother and child center. Clinical pharmacists are present both on the pediatric unit (participating in hospital rounds, reviewing medication regimens and clinical notes) and at the hospital pharmacy (validating and dispensing orders). Prior to the implementation of the CPOE system, all orders were written in manuscript on paper medical records and scanned to the pharmacy department. The CPOE application (GESPHARxLite), which was fully deployed in the pediatric unit in October 2019, was co-developed by CGSI@SOLUTIONS-TI (Quebec, Canada) and the CHU Sainte-Justine. Additionally, a work group comprised of providers in the pediatric unit was created to ensure that the order sets were adapted to the hospital workflow and processes. GESPHARxLite also has an electronic medication administration record (eMAR) module and is interfaced with the hospital's pharmacy information system (GESPHARx8). It also integrates a clinical decision support system (RxVigilance by Vigilance Santé), which is deactivated by default, and can be activated based on the provider's preference. During pilot testing, additional computer carts, card readers, and training rooms were set up to ensure that providers would be prepared for the implementation. Training was required for all providers (physicians, nurses, pharmacists, nutritionists, etc.), with modules to be completed online, followed by order

scenario testing in classroom. Full time on-floor technical support was available during the four months following the implementation.

4.4.2 Pre-post Study on Medication Orders Problems

Prescription problems, identified through 1) interventions reported daily from the clinical pharmacists and 2) manual review of the pharmaceutical records, were collected for one workweek before CPOE implementation (August 26th – 30th, 2019) and one year later (August 31st – September 4th, 2020). Medication orders were analyzed according to patient characteristics (age, weight, number of medication orders), prescriber characteristics (type of healthcare provider, years of experience, specialty) and prescription details (drug class, administration route). The study was approved by the ethics committee of the CHU Sainte-Justine, Montréal, Canada.

4.4.3 Vulnerability Analysis

To identify usability problems related to a CPOE medication system, three experts (2 pharmacists, 1 human factor engineer) completed a walkthrough of an ordering task based on standardized order scenarios. The 19 test scenarios, inspired by those in Schiff et al's work around vulnerability testing of CPOE systems, were adapted for the local pediatric context by clinical pharmacists from the hospital and are described in Figure 4.1 (3). Fifteen out of these test cases (TC) were erroneous, non-optimal or potentially unsafe orders (test cases 1 to 15), while the remaining were complex orders with a risk of generating an incorrect order (test cases 16 to 19). Experts were asked to enter these problematic orders to evaluate the degree of difficulty associated with entering these orders (where 1 was easy; 2 required minor workarounds; 3 presented some protections; 4 was difficult and 5 was impossible) (3). Although previous literature has aimed for a score of 5 for an ideal CPOE (3), the expected score of difficulty for these scenarios has been adjusted based on the clinical situation (by justifying potential cross allergies or drug interactions; e.g., TCs 11, 12, 13).

4.5 Results

4.5.1 Prescription Quality

A total of 375 and 521 medication orders were collected in August 2019 and August 2020 respectively. The most commonly prescribed medications were acetaminophen (10 *vs* 16%), other analgesics (NSAIDs and opioids) (6 *vs* 7%), antibiotics for systemic use (11 *vs* 20%), corticosteroids for systemic use (8 *vs* 4%), and vitamins and minerals (14 *vs* 6%). Table 4.1 summarizes the type of pharmacy interventions and medication prescription errors before and after CPOE implementation.

Type of medication orders problems	Manuscript orders		Electronic orders	
	N	% (95% CI)	N	% (95% CI)
All orders	375	100	521	100
1. Prescription conformity * §	15	4.0 (2.0-6.0)	0	0
2. Inappropriate order	8	2.1 (0.7-3.6)	12	2.3 (1.0-3.6)
2.1 Subtherapeutic dose	1	0.3 (0.0-0.8)	1	0.2 (0.0-0.6)
2.2 Supratherapeutic dose	1	0.3 (0.0-0.8)	3	0.6 (0.0-1.2)
2.3 Inappropriate pharmaceutical form	2	0.5 (0.0-1.3)	8	1.5 (0.5-2.6)
2.4 Inappropriate dosing interval	4	1.1 (0.0-2.1)	0	0
2.5 Other (duplication, allergies, interaction, contraindication)	0	0	0	0
3. Clinical pharmacist's interventions	22	5.9 (3.5-8.3)	16	3.1 (1.6-4.6)
3.1 Medication not required (deprescribing)	9	2.4 (0.9-4.0)	7	1.3 (0.4-2.3)
3.2 Suggesting a medication	6	1.6 (0.3-2.9)	1	0.2 (0.0-0.6)
3.3 Ordering a medication taken at home	4	1.1 (0.0-2.1)	7	1.3 (0.4-2.3)
3.4 Dose adjusted based on clinical situation (e.g., monitoring based on serum level)	3	0.8 (0.0-1.7)	1	0.2 (0.0-0.6)
4. Other order issues	14	3.7 (1.8-5.6)	3	0.6 (0.0-1.2)
4.1 Unreadable prescription	1	0.2 (0.0-0.8)	0	0
4.2 Drug not prescribed properly in CPOE	0	0	3	0.6 (0.0-1.2)
4.3 Missing medication at the pharmacy	3	0.8 (0.0-1.7)	0	0
4.4 Drug not in the hospital formulary	5	1.3 (0.2-2.5)	0	0
4.5 Other †	5	1.3 (0.2-2.5)	0	0

Table 4.1 – Summary of the type of medication orders problems before and after CPOE implementation (data collected for one workweek each)

* According to the CHU Sainte-Justine medication order conformity criteria listed in Ballandras et al. (4)

[§] Issues with prescription conformity were as follow: Missing weight 1; missing date 1; missing dosing interval 3; missing dose 6; missing route of administration 4.

[†] Including scanning issues, unclear prescription, pharmacy technician did not enter order, wrong patient file, treatment duration missing

There were no issues with prescription conformity and legibility in the post-implementation period, as expected with the implementation of a CPOE with required fields. Although the CPOE has eliminated illegible orders from manuscript orders, pharmacists have reported correcting orders in the CPOE because the initial orders were not entered properly (e.g., complex orders that required particular instructions, provider selected wrong pharmaceutical form). In addition to identifying inappropriate orders, pharmacists also played a major role in adjusting orders based on patients' clinical situation, both before and after CPOE implementation (problem 3).

4.5.2 Vulnerability Analysis

Figure 4.1 illustrates the average score of ease of entry for each test case attributed by the three experts. The CPOE system was particularly strong at detecting duplicate medication orders (TC1), drug-drug interactions (TC13), and some allergies (TC11). If the provider chooses explicitly to enter an allergy to a specific drug instead of a drug class, the clinical decision support (CDS) system does not create an alert on the risk of cross-allergy (TC12). The risk of entering a wrong drug due to the system's autocompletion feature, which has been identified as one of the most important health technology risks for 2021 (5), was not present when tested in TC16 and did not lead to any errors during our post-implementation observation week.

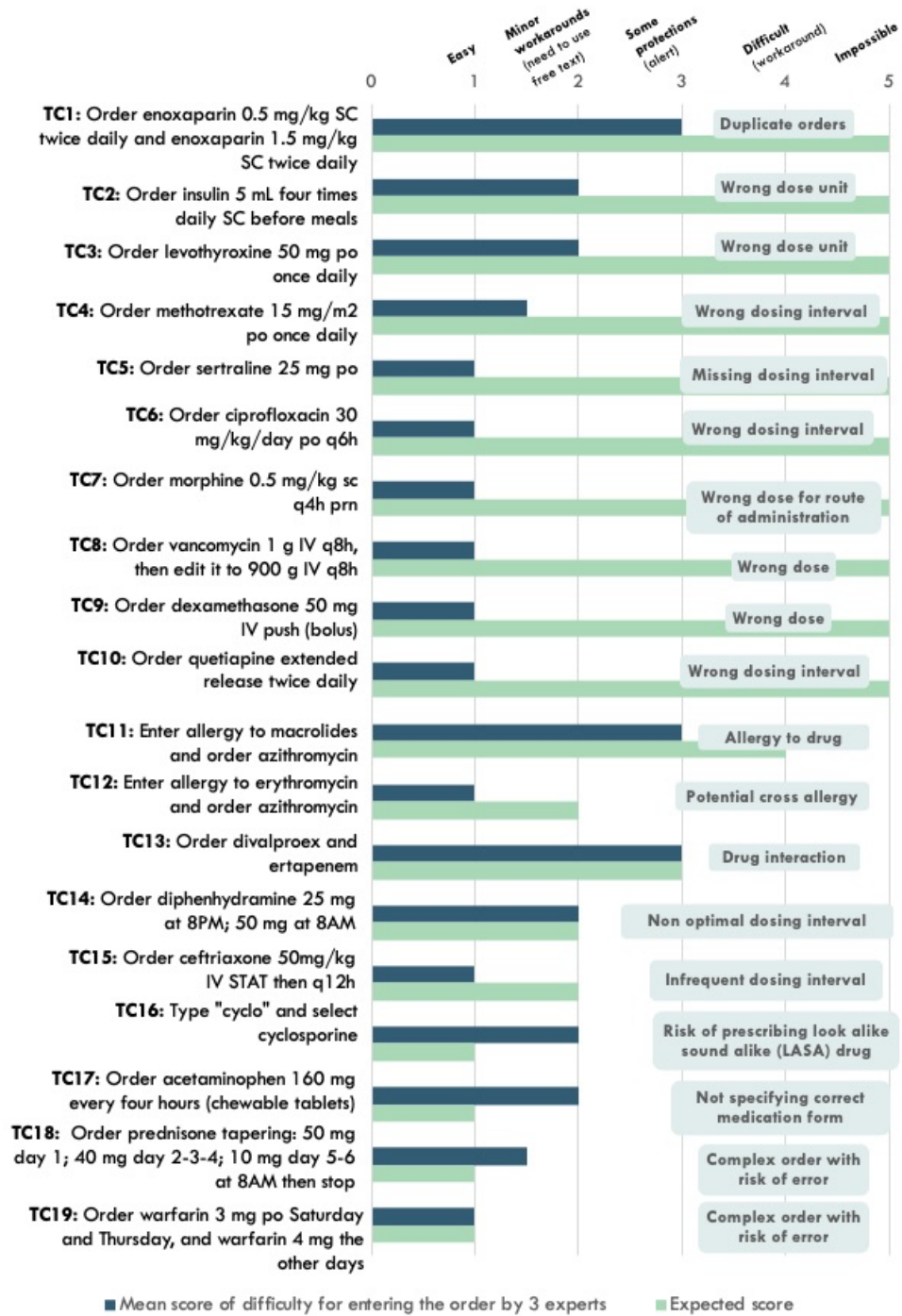


Figure 4.1 – Mean score attributed by 3 expert users for each of the 19 test cases (TC), compared to the expected score.

A score of 1 is associated with an order being easy to complete without workarounds or protections, whereas a score of 5 is an order that is impossible to be completed.

Seven out of the 15 problematic test orders were scored as an easy order, and had no workarounds or protections preventing the provider from prescribing orders with the wrong dosing instructions. The identification of these wrong dosing instructions would require more advanced CDS features adapted to the inpatient pediatric population, where there is a high variability between the appropriate dosages, notably because many dosages are weight-based. As showcased in Table 4.1, the issues with inappropriate dosing instructions have remained after CPOE implementation.

4.6 Discussion and Conclusion

To the best of our knowledge, this paper is the first study in the province of Quebec that evaluates the impact of a local, commercial CPOE system. This study aligns with results from previous studies, that have also identified a significant decrease in conformity errors (6). Given the unique context of the implementation of this technology in a French-speaking hospital dedicated to pediatrics and obstetrics and the wide variations in system configurations on the market, we developed indicators adapted to local context, as well as the pediatric setting, to evaluate the quality of these orders. Considering that the CHU Sainte-Justine has been an early CPOE adopter in the province, this study will enable other institutions in the province to assess the implementation of a CPOE system. Additionally, this pre-post study aims to contribute to the lack of data regarding medication errors among pediatric inpatients. Indeed, although Gates et al.'s meta-analysis revealed that hospitals with CPOEs reported a lower rate of pediatric dose errors than those with paper charts, it noted that there are currently too few pre-post studies to allow for a pooled estimate of the impact CPOEs of pediatric order errors (7).

A limitation associated to this study include the manual review of scanned manuscript prescriptions, which has limited our ability to collect a larger set of order data in the pre-implementation phase. An ongoing analysis will assess individual accident and incident reports related to medication reports to better understand the contextual elements that

might have contributed to medication errors since the implementation of the CPOE system. Future research will evaluate the impact of the CPOE system in other units at the hospital and focus on the use of validated tools to evaluate medication-safety related decision support integrated within the CPOE, such as the Leapfrog tool (8).

4.7 References

1. Krasuska M, Williams R, Sheikh A, Franklin BD, Heeney C, Lane W, et al. Technological Capabilities to Assess Digital Excellence in Hospitals in High Performing Health Care Systems: International eDelphi Exercise. *J Med Internet Res*. 2020 Aug 18;22(8):e17022.
2. Abramson EL, Kaushal R. Computerized Provider Order Entry and Patient Safety. *Pediatr Clin North Am*. 2012 Dec;59(6):1247–55.
3. Schiff GD, Amato MG, Egualé T, Boehne JJ, Wright A, Koppel R, et al. Computerised physician order entry-related medication errors: analysis of reported errors and vulnerability testing of current systems. *BMJ Qual Saf*. 2015;24(4):264–71.
4. Ballandras C, Lebel D, Bussi eres J-F.  valuation de la conformit e de la rédaction d'ordonnances en établissement de sant e par des audits de pratique. *Pharm Hosp Clin*. 2016 Feb 1;51.
5. ECRI. Top 10 Health Technology Hazards for 2021 [Internet]. 2021 [cited 2021 Feb 24]. Available from: <https://www.ecri.org/2021-top-10-health-technology-hazards-executive-brief>
6. Westbrook JI, Reckmann M, Li L, Runciman WB, Burke R, Lo C, et al. Effects of two commercial electronic prescribing systems on prescribing error rates in hospital in-patients: a before and after study. *PLoS Med*. 2012 Jan;9(1):e1001164.
7. Gates PJ, Meyerson SA, Baysari MT, Westbrook JI. The Prevalence of Dose Errors Among Paediatric Patients in Hospital Wards with and without Health Information Technology: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Drug Saf*. 2019;42(1):13–25.
8. Cho I, Lee J-H, Choi S-K, Choi J-W, Hwang H, Bates DW. Acceptability and feasibility of the Leapfrog computerized physician order entry evaluation tool for hospitals outside the United States. *Int J Med Inf*. 2015 Sep;84(9):694–701.

4.8 Résultats non publiés

Cette section présente les résultats qui n'ont pas été publiés en raison de la limite de pages.

	Pré-implantation	Post-implantation
Ordonnances de médicaments	N = 375	N = 521
<i>Catégorie, nombre d'ordonnances (%)</i>		
Acétaminophène	37 (10)	82 (16)
Autres analgésiques (AINS ¹ , opioïdes)	24 (6)	36 (7)
Antibiotiques systémiques	41 (11)	102 (20)
Corticostéroïdes systémiques	30 (8)	23 (4)
Vitamines et minéraux	52 (14)	31 (6)
Antihistaminiques	11 (3)	21 (4)
Médicaments du système nerveux central	46 (12)	43 (8)
Médicaments cardiovasculaires	21 (6)	10 (2)
Médicaments des voies respiratoires	7 (2)	73 (14)
Médicaments du système gastro-intestinal	62 (17)	36 (7)
Médicaments dermatologiques	14 (4)	2 (0)
Autres	30 (8)	62 (12)
<i>Voie d'administration, nombre d'ordonnances (%)</i>		
Oral ou rectal	212 (57)	322 (62)
Parentéral	107 (29)	120 (23)
Inhalation	31 (8)	36 (7)
Stomie	5 (1)	20 (4)
Topique	8 (2)	11 (2)
Autre	12 (3)	12 (2)
Patients	N = 85	N = 86
<i>Âge (ans), nombre de patients (%)</i>		
< 1	25 (29)	27 (31)
1 - 5	25 (29)	19 (22)
6 - 11	15 (18)	15 (17)
12 - 19	20 (24)	25 (29)
<i>Ordonnances par patient, nombre de patients (%)</i>		
1 - 2	36 (42)	27 (30)
3 - 4	18 (21)	23 (27)
5 - 9	25 (29)	19 (22)
≥ 10	7 (8)	18 (21)
<i>Ordonnances par patient, moyenne (écart-type)</i> <i>[min - max] *</i>	4.4 (3.9) [1 - 18]	6.1 (5.8) [1 - 30]

Tableau 4.2 – Caractéristiques des ordonnances de médicaments et des patients en pré et post-implantation

¹ AINS: Anti-inflammatoires non-stéroïdiens

* Excluant les patients avec aucune ordonnance

Le tableau 4.2 résume les caractéristiques des prescriptions et des patients avant et après l’implantation du SIEO. Les médicaments les plus prescrits étaient l’acétaminophène, les analgésiques de type anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) et opioïdes, les antibiotiques systémiques, les corticostéroïdes systémiques, les vitamines et minéraux et les antihistaminiques. Les autres médicaments ont été classifiés selon leur classe thérapeutique Anatomical Therapeutic Chemical (ATC) (WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology, n.d.). Il y a eu 521 ordonnances rédigées durant la semaine post-implantation, tandis qu’il y a eu 375 ordonnances durant la semaine préimplantation, mais le nombre de patients est demeuré semblable (85 vs 86 patients), ce qui est notamment attribuable à la plus grande proportion de patients avec plus de 10 prescriptions. Parmi les types de médicaments prescrits, l’acétaminophène, les antibiotiques et les médicaments pour les voies respiratoires ont été prescrits plus souvent, alors que les vitamines, médicaments cardiovasculaires et gastro-intestinaux ont été prescrits moins souvent en post-implantation. Cela semble suggérer une augmentation de cas d’infections des voies respiratoires. Néanmoins, la période de collecte a été fixée au même moment de l’année (fin août) afin d’éviter les variations saisonnières et l’impact potentiel de la pandémie COVID-19 a été évalué dans l’article subséquent (section 5.5.4). Finalement, la voie d’administration et la distribution d’âges des patients sont demeurées similaires en pré et post-implantation.

Chapitre 5 – Improving Medication Safety in a Pediatric Hospital: A Mixed-Methods Evaluation of a Newly Implemented Computerized Provider Order Entry

Man Qing LIANG^{a,b,c,1}, Maxime THIBAUT^{b,e}, Philippe JOUVET^{a,b,d}, Denis LEBEL^{b,e}, Tibor SCHUSTER^f, Marie-Pierre MOREAULT^{a,c}, and Aude MOTULSKY^{a,c}

^a*Department of Management, Evaluation and Health Policy, School of Public Health, Université de Montréal, Montreal, Canada*

^b*CHU Sainte-Justine Research Center, Montreal, Canada*

^c*Centre hospitalier de l'Université de Montréal Research Center, Montreal, Canada*

^d*Department of Pediatrics, Faculty of Medicine, Université de Montréal, Montreal, Canada*

^e*Department of Pharmacy, CHU Sainte-Justine, Université de Montreal, Montreal, Canada*

^f*Department of Family Medicine, McGill University, Montreal, Canada*

Article soumis pour révision en avril 2022

Contribution aux efforts du groupe (80%) : Conception et réalisation de l'étude, rédaction du manuscrit

5.1 Abstract

5.1.1 Objectives

Computerized provider order entry (CPOE) systems have been implemented around the world as a solution to reduce ordering and transcription errors. However, previous literature documented many challenges to attain this goal, especially in pediatric settings. The objective of this study was to 1) analyze the impact of a pediatric CPOE system on medication safety and 2) suggest potential error prevention strategies.

5.1.2 Methods

A pre-post observational study was conducted at the pilot ward (n = 60 beds) of a pediatric academic health center through mixed methods. The implementation project and medication management workflows were described through active participation to the project management team, observation, discussions, and analysis of related documents. Furthermore, using incident reports, the nature of each error and error rate was compared between the pre- and post-periods.

5.1.3 Results

The global error rate was lower, but non-statistically significant, in the post-implementation phase, which was mostly driven by a significant reduction in errors during order acknowledgment, transmission, and transcription. Few errors occurred at the prescription step, and most errors occurred during medication administration. Furthermore, some errors could have been prevented using a CPOE in the pre-implementation period, and the CPOE led to few technology-related errors.

5.1.4 Discussion and Conclusion

This study identified both intended and unintended effects of CPOE adoption through the entire medication management workflow. This study revealed the importance of

simplifying the acknowledgment, transmission, transcribing steps through the implementation of a CPOE to reduce medication errors. Improving the usability of the electronic medication administration record (eMAR) could help further improve medication safety.

5.1.5 Keywords

computerized provider order entry, electronic prescribing, medication error, hospital incident reporting, clinical pharmacy information systems

5.2 Key Messages

5.2.1 What is already known on this topic

Many challenges to the safe implementation of electronic medication prescribing have been documented, especially in pediatric settings. Reducing medication errors is difficult, and new errors may arise with the introduction of the technology.

5.2.2 What this study adds

This study highlights the importance of simplifying the workflows of the whole medication management process with the technology. Specifically, acknowledgment of the order (by nurses), validation for dispensation (at the pharmacy) and medication administration (by nurses) are crucial in improving safety of medication use with technology.

5.2.3 How this study might affect research, practice or policy

Future work should focus on the whole medication management process and analyze the usability of key features prior and during implementation.

5.3 Introduction

The medication management process is a complex process that includes prescribing, transmission, preparation, and administration of medication. Several problems can arise at various stages of this process, such as transcription errors, drug interactions, or administration problems. Medication errors are prevalent worldwide, with the World Health Organization (WHO) launching the global Medication Without Harm initiative in 2017 to cut medication errors in half in five years [1]. In 2019, Quebec's Ministry of Health and Social Services' annual accident/incident report identified that 26% of accidents/incidents in all the province's healthcare facilities ($n = 130,520$) are drug-related, including errors due to illegible prescriptions, undetected allergies, and wrong prescription weight. Similarly, the CHU Sainte-Justine (CHUSJ), an academic mother-and-child health center with over 400 beds, identified that 27% of accidents/incidents ($n = 1346$) are drug-related [2].

Computerized provider order entry (CPOE) is one of the promising solutions to improve the quality of use and safety of prescribed medication [3,4]. In Quebec, the CHUSJ was the first health care institution to implement CPOE that enabled both prescription of medications and non-medication orders. However, the challenges of implementing CPOE can lead to some detrimental consequences, for example, by generating errors due to the system configuration [5], and might not improve medication safety [6]. Therefore, the impact of CPOE on medication safety depends greatly on the clinical setting and the CPOE system configuration [5].

Additionally, pediatric patients are particularly vulnerable to medication errors due to the off-label use of numerous drugs, pediatric-specific drug-drug interactions, as well as their wide variation in age and weight, which can lead to tenfold dosing errors (i.e., underdosing or overdosing error by a factor of ten) [7–9]. Indeed, Tolley et al. identified the lack of dosing support as the most crucial factor that contributed to CPOE-related errors in

pediatrics [10]. Previous studies in pediatric settings have also highlighted the importance of minimizing disruptive alerts and directly modifying the ordering workflow to avoid error-prone steps (e.g., implementing rules to avoid tenfold errors directly in the CPOE) [11,12]. Therefore, designing and implementing an effective and satisfactory system tailored to the pediatric population's needs and local clinical environment is critical to ensuring medication safety [13–16].

This project aimed to evaluate the impact of the implementation of CPOE on medication safety in a pediatric pilot unit following the Clinical Adoption Meta Model framework [17]. More specifically, this study sought to 1) describe the CPOE implementation project and the medication ordering workflows before and after CPOE implementation (as an indicator of availability and usage), 2) describe the rate and types of clinical errors during various stages of the medication management process (as an indicator of safety outcomes), and 3) identify potential health information technology-related prevention strategies based on error reports (as a continuous improvement strategy).

5.4 Methods

5.4.1 Study Design and Site

An observational pre-post study was conducted in the 60-bed general pediatric medicine unit at the CHUSJ, which served as the pilot unit for the implementation of the CPOE system in October 2019. The unit comprises four medical teams, each led by one attending physician and composed of medical residents and students, and two clinical pharmacists, and four nursing stations.

All orders were handwritten into the patient's paper record before the implementation of the CPOE system. The hospital uses a pharmacy information system (PIS), an electronic medication administration record (eMAR) since 2017, a clinical data repository, as well as

laboratory and radiology ancillary information system. Clinical and nursing notes are documented in paper records.

5.4.2 Data Source and Analysis

Non-participant observation sessions (13 hours over 3 days in May 2019) [18,19], active participation to the project implementation team, and analysis of related documents (e.g., internal presentations, training documents, discussions with stakeholders) were conducted to develop a better understanding of local usage practices. A detailed description of the medication management workflows and timeline of the implementation project were iteratively elaborated during the study period.

To evaluate outcomes, all medication-related incident or accident reports in the pediatric unit at the CHUSJ from October 20th, 2018, to October 21st, 2020 (i.e., one year before and after the implementation of the CPOE on October 21st, 2019) were extracted and analyzed. These safety reports are manually collected by clinical staff on a routine basis as mandatory reporting to the Health Ministry if the error has directly affected the patient and required some monitoring or treatment (grade D or higher) [2]. Data extracted from the reports were 1) description of the event, 2) type of event, 3) consequences observed for the person affected, 4) measures taken to avoid or limit the consequences, 5) declarant's proposed prevention strategy, 6) declarant's assessment of the severity. Additionally, drug categories, drug routes, type of events, and type of proposed prevention strategy were thematically constructed based on categories used in similar studies [20–24]. Lastly, two pharmacists working in health information technology (HIT) identified additional technology-related prevention strategies by analyzing the error's descriptions, which were compared to the declarants' proposed prevention strategies. This study was reported using the Statement on reporting of evaluation studies in Health Informatics (STARE-HI) guidelines [25] and has been approved by the CHU Sainte-Justine research ethics committee (REB number: 2018-1915).

5.5 Results

5.5.1 Implementation Project

The implemented CPOE system was (PANDAWebRx [26]), a web application developed by CGSI@SOLUTIONS-TI INC. in collaboration with the hospital project team (one clinical informatics manager and two full time project managers). A previous usability analysis conducted a month before the implementation revealed the need to optimize the clinical decision support system (CDSS) to identify inappropriate dosing instructions for pediatric patients [27], which is also known to be a recommended practice in the SAFER Guides [28]. The implementation process lasted more than a year (Figure 5.1). Order sets were developed by a team of clinicians on the pediatric unit to standardize the ordering process and ensure that they were adapted to the clinical workflows. Pilot testing occurred at each workstation during the summer of 2019 for periods of 48 hours. In the month prior to the Go-live, all physicians, nurses, and other providers on the unit were required to complete online training modules (30 to 90 minutes), followed by in-classroom order scenario testing (60 minutes).

The Go-live occurred on October 21st, 2019. On-site and phone line support was provided 24/7 for four months. Although the entire unit switched to electronic prescriptions, some rare paper prescriptions were still written in the first months following the Go-live. These paper prescriptions occurred when the prescriber, most often from another specialty, would want to prescribe using a specific formulary and had difficulty doing so with the electronic format. As of August 2021, the CPOE has been implemented in other hospital units.

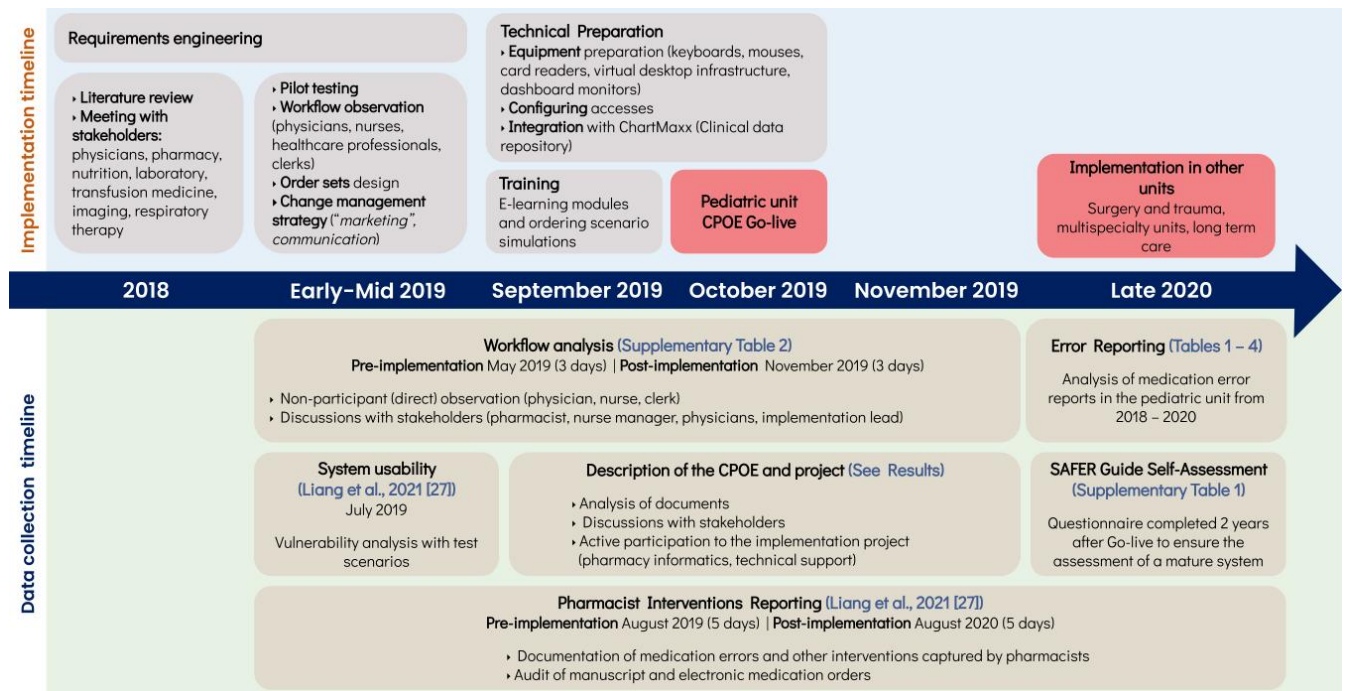


Figure 5.1 – Timeline of the implementation process and data collection of a computerized provider order entry at the CHU Sainte-Justine

5.5.2 Description of the Computerized Provider Order Entry System

Previous versions of PANDAWebRx were used to prescribe drugs in adult settings. The new version was adapted for pediatric prescribing (e.g., pediatric order sets). However, the system did not include pediatric dose range checking or other pediatric specific alerts. The CPOE system integrates a CDSS (RxVigilance by Vigilance Santé), notably for allergies and drug-drug interactions alerts, which is deactivated by default and is interfaced directly with the hospital's PIS and eMAR. Figure 5.1 shows screenshots of the CPOE and eMAR modules. The CPOE was designed by following many of the recommendations in the SAFER guide to prevent unwanted consequences, as detailed in Table 5.1.

SAFER Guide Recommended Practices	Comments and examples
<p>Fully Implemented</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Coded allergen and reaction information (or "no known allergies" [NKA]) are entered and updated in the EHR prior to any order entry (Practice 1.1). 2. Evidence-based order sets are available in the EHR for common tasks and conditions and are updated regularly (Practice 1.2) 3. User-entered orderable items are matched to, or can be looked up from, a list of standard terms (Practice 1.3). 4. The EHR can facilitate both cancellation and acknowledgment of receipt of orders for laboratory, radiology, and pharmacy (Practice 1.4). 5. Clinicians are trained and tested on CPOE operations before being issued login credentials (Practice 2.1). 6. CPOE is used for ordering all medications, diagnostic tests, and procedures for which CPOE is available (Practice 2.3). 7. There is minimal use of free-text order entry. Orders are entered and stored in standardized, coded form (Practice 2.4). 8. Drug-allergy interaction checking occurs during the entry of new medication orders and new allergies (Practice 2.7). 9. Clinicians are required to re-enter their password, or a unique PIN, to “sign” (authenticate) an order (Practice 2.13). 10. CPOE and CDS functionality are tested to ensure proper operation before go-live and with test patients in the production system before clinical use (Practice 2.16). 11. Questions presented to the user by CPOE or CDS are unambiguous (Practice 2.17). 12. CPOE and CDS implementation and use are supported by usability testing based on best practices from human factors engineering (Practice 2.18). 13. Critical patient information is visible during the order entry process (Practice 2.19). 14. Use of abbreviations and acronyms is minimized and standardized (Practice 2.21). 	<p>N/A</p>
<p>Partially Implemented</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. CDS alerts are displayed in the relevant clinical context (Practice 1.5). 2. Clinicians are engaged in implementing, reviewing, and updating CDS (Practice 2.2). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Allergy and duplicate order alerts are displayed during the prescribing process. However, more advanced alerts are displayed at the

<ol style="list-style-type: none"> 3. Order entry information is electronically communicated (e.g., through the computer or mobile messaging) to the people responsible for carrying out the order (Practice 2.5). 4. Interruptive alerts (e.g., pop-ups at the time of ordering) are used with discretion and only for high risk, high priority conditions (Practice 2.6). 5. Duplicate order checking occurs for high risk medication, diagnostic tests, and procedure orders (excluding "as needed" [PRN] medications) (Practice 2.8). 6. Drug-condition checking occurs for important interactions between drugs and selected conditions (Practice 2.9). 7. When appropriate, corollary (or consequent) orders are automatically suggested and linked together with the original order such that changes are reflected when the original order is rescheduled, renewed, or discontinued (Practice 2.14). 8. The clinician is informed during the ordering process when additional steps are needed to complete the order being requested (Practice 2.20). 9. Additional safeguards are implemented in the EHR before high-risk medications are prescribed (Practice 2.22). 10. Key metrics related to CPOE and CDS (e.g., override rates) are defined, monitored, and acted on to optimize safety and use (Practice 3.1). 	<p>end of the prescribing process.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Interruptive alerts are displayed in case of allergies. 3. The CDS displays duplicate orders alert, but is not yet well coordinated to eliminate these alerts when not necessary. 4. There is a drug-condition checking for patients with a ketogenic diet. 5. Corollary orders are linked together for orders prescribed using pre-filled forms 6. Additional steps for clinicians are in an orange bold font. 7. A link describing high-risk medication appears when clinicians are ordering high - risk medications. 8. Key metrics are monitored in an informal way.
<p>Not implemented</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. CDS incorporates current best practices and guidelines from authoritative sources (e.g., national organizations, medical specialty professional associations) (Practice 1.6). 2. Drug-patient age checking occurs for important age-related medication issues (Practice 2.10). 3. Dose range checking (e.g., maximum single dose or daily dose) occurs before medication orders are submitted for dispensing (Practice 2.11). 4. A process is in place to review interactions so that only the most significant interaction-related alerts, as determined by the organization, are presented to clinicians (Practice 2.12). 5. Users can access authoritative clinical reference materials directly from the EHR, including organization-specific information when available (Practice 2.15). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No pediatric specific drug-drug interaction alerts

Table 5.1 – Components and characteristics of the CPOE system

5.5.3 Description of the Medication Management Process

The medication management process was significantly revised for the CPOE implementation (Table 5.2).

	Pre-CPOE implementation	Post-CPOE implementation
Ordering	<ul style="list-style-type: none"> • Weight and allergy information required for each prescription paper • Manuscript orders for all orders • Use of pre-filled paper formularies for certain conditions when applicable 	<ul style="list-style-type: none"> • Weight and allergy information entered in the CPOE when admitting the patient to the unit • Computerized order entry system for all orders • Use of electronic pre-filled forms and order sets when applicable • Option to activate clinical decision support system (CDSS) (RxVigilance)
	<ul style="list-style-type: none"> • Paper medication reconciliation and discharge orders • Manuscript orders coming from other units • Rounding pharmacists covering all 60 beds in the pediatric unit • Attending physicians from the pediatric unit needs to countersign orders from external consultants and other providers. 	
Acknowledgment*, transmission, and transcribing	<ul style="list-style-type: none"> • Patient files with new orders are flagged with a color code. • Nurses scan prescriptions to the pharmacy. • Nurses transcribe the order in the electronic medication administration record using pre-defined lists. • Pharmacy technicians transcribe the entire order manually. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dashboard monitor at nursing stations used to alert new prescriptions. • Electronic transmission to the pharmacy. • Electronic medical administration record is auto-populated with information from the order and updated with pharmacy order information once validated. • Pharmacy technicians import order data from CPOE and complete the remaining order information.
Pharmacy validation and dispensing	<ul style="list-style-type: none"> • Pharmacists use a pharmacy information system (PIS) (GESPHARx8) to verify and dispense medication orders. • Fluids and electrolytes orders are not transmitted to the pharmacy department (unless non standard order requiring pharmacy verification or dispensing) • On-unit automated medication dispensing cabinets 	

Nurse administering	<ul style="list-style-type: none"> • Since 2017, nurses use an electronic medication administration record (eMAR) to document medication administration and double-checking when applicable. • Nurses use Kardex to record electrolytes and fluids administration. • No bar-code medication administration (BCMA) • No integration between the eMAR and infusion devices
----------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Table 5.2 – Comparison of the Medication Management Process Before and After the Implementation of the CPOE System

* Nursing order acknowledgment refers to the process of reading the order, ensuring that the order is entered in the eMAR, and carrying out the required tasks associated with the order (e.g., transmitting the order to the pharmacy, laboratory, or radiology department, providing nursing care).

Significant changes occurred for the ordering and acknowledgment, transmission, and transcribing steps. Nurses were no longer tasked with scanning and transmitting the prescription to the pharmacy department. Furthermore, nurses acknowledged new prescriptions electronically and would import the CPOE data to the eMAR without manual transcription. Similarly, in the pharmacy department, pharmacy technicians would import the order information instead of manually transcribing the orders. After importing the CPOE data into the PIS, the pharmacy technicians would complete the order with other required information (e.g., dispensed drug product, pharmacy comments).

5.5.4 Medication Errors

A total of 133 and 109 medication-related accidents and incidents were reported during the pre-implementation and post-implementation periods respectively. Medication-related errors in the pediatric unit represented 31 % (133/429) and 23% (109/466) of all types of medical incidents/accidents in pre and post-implementation periods, respectively. There were no statistically significant differences when comparing the proportions for the drug categories, drug routes, time of incident/accident, or severity, except for a difference in reports related to drugs with buccal administration and errors with a severity level of A (Table 5.3).

Variable	Pre-CPOE implementation		Post-CPOE implementation	
	N = 133	100 %	N = 109	100%
Drug category				
Anti-infective drugs	43	32	30	28
Analgesics and sedatives	17	13	13	12
Insulin	7	5	8	7
Systemic corticosteroids	7	5	3	3
Bronchodilators	6	5	6	6
Other	50	38	45	41
Missing information	3	2	4	4
Drug route				
Oral	61	46	39	36
Intravenous	50	38	45	41
Subcutaneous	9	7	7	6
Inhalation	6	5	6	6
Topical	2	2	2	2
Other	3	2	7	6
Missing information	2	2	3	3
Time of incident/accident				
Day	48	36	34	31
Evening	48	36	43	39
Night	37	28	32	29
Severity**				
A - Circumstance at risk of having consequences for the user (hazard). *	7	5	0	0
B - An event has occurred, but the user has not been affected (near miss).	11	8	5	5
C - An adverse event has occurred, affecting the user, without causing any consequences.	96	72	80	73
D - An adverse event occurred, affecting the user and additional verifications had to be made to verify the presence or appearance of consequences.	17	13	22	20
E1 - An adverse event has occurred, has affected the user, and has caused minor and temporary consequences requiring only non-specialized interventions.	2	2	2	2
Reporter				
Nursing				
Registered nurse	102	77	77	71
Nursing student	12	9	8	7
Nurse manager	11	8	14	13
Nursing teacher	2	2	0	0
Nurse practitioner	0	0	2	2
Physician				

Attending	2	2	2	2
Resident	0	0	2	2
Respiratory therapist	3	2	3	3
Pharmacist	0	0	1	1
Radiology technician	1	1	0	0

Table 5.3 – Type of Medication Errors and Potential Prevention Strategies Before and After the Implementation of the CPOE System

* Chi-squared difference in proportions [95% confidence interval] not significant, except for reports with a severity of level A: 5.3 % [0.6; 9.9]

** No reported events of severity E2 or higher.

The majority of the reports were adverse events that did not lead to any patient consequence (72% and 73% of the reports in pre and post-periods, respectively). A similar analysis conducted to evaluate the effect of the COVID-19 pandemic by comparing reports from the first six months of the pandemic (March – October 2020) with the same period a year before revealed no differences for all variables.

Medication management process step	Medication Errors					
	Pre-CPOE implementation For 28 302 orders		Post-CPOE implementation For 27 887 orders		Pre vs. post-CPOE implementation Poisson Rate Ratio [95% CI] *	
	N	Per 10 000 orders	N	Per 10 000 orders		
1. Ordering	8	2.8	9	3.2	0.9 [0.2; 3.7]	
2. Acknowledgement, transmission, and transcribing	18	6.4	4	1.4	4.4 [1.1; 32.5]	
3. Pharmacy dispensing	5	1.8	2	0.7	2.5 [0.2; 72.9]	
4. Nurse administering	90	31.8	84	30.1	1.1 [0.7; 1.6]	
5. Patient monitoring	1	0.4	2	0.7	0.5 [0.0; 27.2]	
6. Other †	11	3.9	8	2.9	1.4 [0.4; 5.7]	
Total	133	47.0	109	39.1	1.2 [0.8; 1.7]	

Table 5.4 – Number and Rate of Medication Errors at Each Step of the Medication Management Process Before and After the CPOE Implementation

* Rate ratio calculated with Bonferroni correction

† E.g., 1) patient taking medication not provided by the hospital, 2) drug diversion

Most of the medication errors occurred during the nurse administering step (step 4) (Table 5.4). The rate ratios for each step were not significant, except for the order acknowledgment, transmission, and transcribing step (step 2; rate ratio [95% CI]: 4.4 [1.1; 32.5]), which represented the second most common type of errors in the pre-implementation period. Overall, there is a slight, but not significant, reduction in the total number of medication errors between the two periods (rate ratio: 1.2 [0.8; 1.7]). Medication errors during the ordering step (step 1) did not decrease after the CPOE implementation (rate ratio: 0.9 [0.2; 3.7]).

Examples of medication errors during both periods are presented in Table 5.5 and grouped by the stage of the medication management process. There were notable differences between the types of errors occurring before and after the CPOE implementation, primarily at the ordering and acknowledgment, transmission, and transcribing steps, which correlates with the considerable changes at these steps in the medication management process (Table 5.2).

At the ordering stage, the CPOE standardized mandatory steps (e.g., required countersignature for orders from external consultants) (example 1) and formalized steps that were previously not electronically documented (example 5). Furthermore, although the CPOE was designed to enable all possible order scenarios, some orders were prescribed on paper (example 4), which delayed the order. At the acknowledgment, transmission, and transcribing step, the electronic transmission of orders ensured that there were no transmission errors (example 9), and that the order information was correctly entered in the other systems (examples 10, 11). Types of errors that were common to both periods occurred most frequently at the nurse administering stage, specifically during the

preparation of the order. These include the preparation of orders with the wrong dose or wrong frequency, as well as documentation errors (examples 21, 22, 25).

Lastly, although some examples were only reported during one of the two periods, these errors might not be related to the use (or lack of) of the CPOE. Instead, some examples could be due to other factors, such as technical factors (e.g., eMAR usability: examples 19 and 20), human factors (e.g., staff's knowledge and skill: example 27), or organizational factors (e.g., structure, culture, processes: examples 13, 16 and 17).

Medication management process step	Examples	
	Pre-CPOE implementation	Post-CPOE implementation
1. Ordering	1. Lack of countersignature from the pediatric team for prescriptions from external consultants 2. Therapeutic duplication*	3. Wrong drug selected from the drop-down menu (e.g., immediate vs. extended-release propranolol), leading to a decrease in blood pressure and heart rate ** 4. Use of manuscript prescriptions instead of CPOE formularies for a patient requiring insulin, leading to hyperglycemia *** 5. A nurse stopped a drug order without approval from the medical team 6. Wrong drug ordered verbally*
	7. Wrong patient order 8. Wrong prescription weight	
2. Acknowledgement*, transmission, and transcribing	9. Order not transmitted to the pharmacy department (1. Prescription already faxed and then modified; 2. Prescription never transmitted) , resulting in patients not receiving their treatment, or receiving their treatment at the wrong time ** 10. eMAR not updated with discontinuation of treatment 11. Transcription error in the eMAR (wrong patient, wrong medication)	12. Transcription error in the eMAR (wrong route of administration, e.g., ear drops vs. eye drops) due to incorrect system configuration
	13. Confusion related to the use of automatic comments on orders (e.g., all inhaler orders have a comment mentioning that the drug will be administered by a respiratory therapist, although not everyone was aware)*	
3. Pharmacy validation and dispensing	14. Preparation error (wrong quantity)*	15. See common examples listed below
	16. Drug not prepared by the pharmacy department (closed)* 17. Drug missing from dispensing cabinet*	
4a. Nurse administering – preparation	18. See common examples listed below	19. eMAR did not reflect the accurate medication list (not refreshed)* 20. Incorrect reading leading to the wrong dose of insulin (25 units vs. 2.5 units) , resulting in a rapid glycemia decrease * **

	21. Wrong dose administered 23. Wrong timing (too early or too late) (e.g., not receiving Tylenol, leading to fever) *** 24. Lack of compliance with controlled drugs policies 24. Lack of double-checking for high-risk medications 25. Drug administration not documented accordingly (the drug was administered but not documented, or the drug was not administered but documented as administered)	
4b. Nurse administering – bedside administration	26. See common examples listed below	27. Drug administered incorrectly (IV compatibility issues, wrong dilution)* ** 28. Drug administered to the wrong patient*
	29. Drug at the patient’s bedside but not administered	
5. Patient monitoring	30. No monitoring (therapeutic adjustments)	

Table 5.5 – Examples of Errors Identified at Each Step Before and After the CPOE Implementation

Abbreviations:

1. CPOE: Computerized Provider Order Entry
2. eMAR: Electronic medication administration record

* Examples in asterisk are examples that were reported during one of the two periods and are specific to the process studied. They might not be related to the use (or lack of) of the CPOE.

** Events of severity D (adverse event requiring additional verifications but not leading to patient consequences)

*** Events of severity E1 (adverse event leading to patient consequences)

5.5.5 Recommendations for Preventing Medication Errors

A total of 232 and 199 recommendations were extracted from the medication error reports and categorized based on the proposed taxonomy by [Franklin et al. \(2021\)](#) (Table 5.6) [21]. The most frequent types of recommendation during both periods were vigilance (e.g., always make sure to check the patient’s eMAR carefully), counseling (e.g., met with the nurse to review event) and education/training of healthcare workers (e.g., redo training on diabetes, event discussed during five minutes staff huddles), which are person-based approaches. There were few system-based approaches (e.g., speaking with the pharmacy department to ensure that medication orders with irregular frequency are prepared accordingly).

Type of approach	Type of recommendation	Pre-CPOE implementation		Post-CPOE implementation	
		N = 232	%	N = 199	%
Person-based approach	Vigilance	112	48	72	25
	Counseling	52	22	63	32
	Education or training of healthcare workers	37	16	45	30
	Education or training of patient or family	4	2	5	2
	Referral to peer review	7	3	7	9
System-based approach	Specific system factors identified, and changes being implemented	6	3	2	1
	Referral for process improvement	6	3	1	0
No approach	Monitoring	3	1	1	0
	No recommendations	5	2	3	1

Table 5.6 – Event Review Approaches and Specific Categories

On the total of 133 and 109 drug errors reported in the pre- and post-implementation periods respectively, two pharmacists reviewed all reports and identified potential HIT-related prevention strategies for 85 (64%) and 64 (59%) of the pre and post-implementation error reports. The remaining error reports were mainly associated with human and organizational factors and no technology-related prevention strategies were identified (Table 5.7).

Medication management process step	Potential HIT-related prevention strategy	Pre-CPOE implementation		Post-CPOE implementation		Examples of use based on error reports
Ordering	Electronic medication reconciliation	1	1	0	0	<ul style="list-style-type: none"> Importing preadmission medication data directly from the provincial health record into an electronic medication reconciliation application to reduce discrepancies between preadmission and admission orders
	Prescribing clinical decision support system (CDSS)	3	2	1	1	<ul style="list-style-type: none"> Generating patient-specific recommendations and preventing weight-based dosage errors (e.g., 1. nurse calculated acetaminophen dose based on the recommended dose in mg/kg, but did not respect the maximum recommended dose, 2. Alerting the prescriber when a weight that seems erroneous is entered based on growth charts)
	Configuration of the computerized provider order entry (CPOE)	NA	NA	4	4	<ul style="list-style-type: none"> Increasing the font size for the dose field to prevent the administration of the wrong dose (e.g., 25 units of insulin vs. 2.5 units)
	Use of a CPOE * †	19	14	3	3	<ul style="list-style-type: none"> Implementing a CPOE to ensure that orders are acknowledged in a timely manner and transmitted automatically to the pharmacy department
Pharmacy validation and dispensing	Pharmacy information system	0	0	0	0	<ul style="list-style-type: none"> NA
Nurse preparation	eMAR usability	51	38	51	47	<ul style="list-style-type: none"> Improving the eMAR's usability to facilitate periodic review of the medication list Displaying alerts to ensure timely administration of medications and proper documentation
Nurse administering	Bar code medication administration (BCMA) / RFID	7	5	5	5	<ul style="list-style-type: none"> Using medication bar code to identify drug name (and fluid and electrolytes), dose, and form.

	IV interoperability (between CPOE and medication pump administration)	4	3	0	0	<ul style="list-style-type: none"> Using an interface between the CPOE and medication pump administration to import the prescribed IV infusion rate to the pump.
Total		85	100%	64	100%	

Table 5.7 – Potential HIT-Related Prevention Strategy Identified for All Medication Errors Before and After the CPOE Implementation

* Difference in proportions [95% confidence interval] based on Pearson’s chi-squared test not significant for all variables, except for errors that were related to the use of the CPOE: 11.5% [4.0; 19.1]

† In post-implementation, errors from this category were related to the failure to use the CPOE to prescribe

5.6 Discussion

5.6.1 Impact of the CPOE System on Medication Errors

Although e-prescribing systems have been previously evaluated in Canada, notably in outpatient settings [29], we believe, to the best of our knowledge, that this is the first study that evaluates the impact of an inpatient CPOE on medication safety in Canada. In 2021, less than 20% of the specialist physicians in the country used a system that could send orders electronically [30]. By comparison, in 2016, 95.6% of the hospitals in the United States, where the majority of the CPOE evaluation studies were conducted, have adopted a CPOE with CDSS [31]. Therefore, this study was conducted in a unique context in which the CHUSJ was an early adopter of a new, locally developed commercial CPOE with limited decision support. In addition, very few pre-post studies have been conducted to evaluate the impact of CPOEs in pediatric settings [32]. Thus, by conducting a thematic analysis of the safety reports, we were able to target specific types of medication errors and identify potential prevention strategies adapted to the needs of this population.

Although the ordering process was significantly reviewed with the implementation of the CPOE, there was no difference in the rate of errors, which was also observed in previous studies [32] and could be due to the small number of errors at this step. However, the types of error differed between the two periods, as shown in the examples in Table 2. Further system improvements could focus on preventing configuration-related errors (e.g., dropdown selection errors) and preventing wrong patient weights and dosages from being entered, as suggested in a previous publication on the system's usability [27].

Furthermore, 19 out of 133 error reports in the pre-implementation period could have been prevented by adopting a CPOE, whereas 4 out of 109 error reports in post-implementation could have been prevented by improving the CPOE's configuration. This finding suggests that the CPOE managed to prevent medication errors and led to very few technology-induced detrimental effects. The low number of technology-generated errors could be

related to the application of techniques used in successful HIT implementations, such as the involvement of prescribers in the system design and the training of colleagues, the modification of the CPOE in response to feedback, and the direct observation of prescriber workflow [33].

5.6.2 Improving risk assessment

The medication error rate in this study, which was 0.4 errors per 100 orders (242 per 56 189 orders) overall, was lower than reported in previous publications [32]. Although, a systematic review revealed that the prevalence of medication errors among pediatric inpatients is highly variable [32], the lower error rate could be attributed to the hospital's safety culture [34], and by how medication errors were defined and captured. The combination of multiple data collection methods at different point of medication management process (e.g., ordering, administration) can be helpful to assess the prevalence of medication errors fully. However, this approach is resource and time-intensive. Developing a more proactive and data-driven system could provide a more accurate risk assessment [35] and inform future system optimization. Furthermore, the use of an event reporting system integrated with the other systems could also improve the quality of the data found in these reports (e.g., less missing data, typing errors).

5.6.3 Improving Error Reporting Recommendations

Declarants for most reports proposed only person-based recommendations, which are generally less effective in the long term [21]. The declarants proposed very few system-based approaches, which could help further reduce the rate of errors [36]. When reviewing the events description through a HIT lens, the most frequent potential prevention strategy was improving the eMAR's usability to ensure timely administration of medications. The Institute of Safe Medication Practices' guidelines recommend "changing the appearance of a medication entry for delayed doses in eMARs, setting different time limits for the removal of scheduled medications from automated dispensing cabinets, highlighting time-

critical scheduled medications on eMARs, differentiating between first doses and subsequent scheduled doses, displaying alerts to show doses that will soon be overdue or that have been omitted” [37]. As of September 2021, the hospital has been working on the implementation of a feature for the nursing dashboard that would highlight delayed medication administration. Previous studies have also suggested that other potential prevention strategies, such as BCMA, CDSS, and IV interoperability systems, could also reduce medication errors [38–40].

5.6.4 Limitations

This study has a few limitations. First, this study was based on data from error reporting, which is mandatory only when there are patient consequences. Therefore, although stable through the study period, the prevalence of medication errors is likely higher than reported in this study. Indeed, the low error rate could be attributed to on-unit pharmacists reviewing the medication regimen during ordering, thus, preventing errors from reaching the patient. Additionally, this study was conducted in only one pilot unit. However, the general pediatric unit represents the largest unit in the hospital, and the results from this study will serve to inform the implementation process in other units. Furthermore, it is possible that there were fewer error reports in the first month following the CPOE implementation due to the constant support from the implementation team.

5.7 Conclusions

This study highlights the importance of improving the usability of the eMAR to further reduce the number of medication errors. Error reports could be improved by developing a proactive event reporting system and system-based recommendations.

5.8 References

- 1 Donaldson LJ, Kelley ET, Dhingra-Kumar N, *et al.* Medication Without Harm: WHO's Third Global Patient Safety Challenge. *The Lancet* 2017;**389**:1680–1. doi:10.1016/S0140-6736(17)31047-4
- 2 Ministère de la Santé et des Services sociaux. Rapport sur les incidents et accidents survenus lors de la prestation de soins de santé et de services sociaux au Québec 2018-2019. 2019. <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2019/19-735-01W.pdf> (accessed 11 Mar 2020).
- 3 Institute of Medicine. Preventing Medication Errors. Washington, DC: : The National Academies Press 2007. doi:10.17226/11623
- 4 Miller MR, Robinson KA, Lubomski LH, *et al.* Medication errors in paediatric care: a systematic review of epidemiology and an evaluation of evidence supporting reduction strategy recommendations. *BMJ Qual Saf* 2007;**16**:116–26.
- 5 Pontefract SK, Hodson J, Slee A, *et al.* Impact of a commercial order entry system on prescribing errors amenable to computerised decision support in the hospital setting: a prospective pre-post study. *BMJ Qual Amp Saf* 2018;**27**:725. doi:10.1136/bmjqs-2017-007135
- 6 Ranji SR, Rennke S, Wachter RM. Computerised provider order entry combined with clinical decision support systems to improve medication safety: a narrative review. *BMJ Qual Saf* 2014;**23**:773–80. doi:10.1136/bmjqs-2013-002165
- 7 Allen HC, Garbe MC, Lees J, *et al.* Off-Label Medication use in Children, More Common than We Think: A Systematic Review of the Literature. *J Okla State Med Assoc* 2018;**111**:776–83.
- 8 Doherty C, Donnell CM. Tenfold Medication Errors: 5 Years' Experience at a University-Affiliated Pediatric Hospital. *Pediatrics* 2012;**129**:916–24. doi:10.1542/peds.2011-2526
- 9 Harper MB, Longhurst CA, McGuire TL, *et al.* Core Drug-Drug Interaction Alerts for Inclusion in Pediatric Electronic Health Records With Computerized Prescriber Order Entry. *J Patient Saf* 2014;**10**:59–63. doi:10.1097/PTS.0000000000000050
- 10 Tolley CL, Forde NE, Coffey KL, *et al.* Factors contributing to medication errors made when using computerized order entry in pediatrics: a systematic review. *J Am Med Inform Assoc* 2017;**25**:575–84. doi:10.1093/jamia/ocx124
- 11 Killelea BK, Kaushal R, Cooper M, *et al.* To What Extent Do Pediatricians Accept Computer-Based Dosing Suggestions? *Pediatrics* 2007;**119**:e69–75. doi:10.1542/peds.2006-1388

- 12 Russell J, Grimes JP, Teferi S, *et al.* Pediatric Dose Calculation Issues and the Need for Human Factors–Informed Preventative Technology Optimizations. *Patient Saf* 2022;**4**:48–61. doi:10.33940/data/2022.6.5
- 13 Abramson EL, Kaushal R. Computerized Provider Order Entry and Patient Safety. *Pediatr Clin North Am* 2012;**59**:1247–55. doi:10.1016/j.pcl.2012.08.001
- 14 Balasuriya L, Vyles D, Bakerman P, *et al.* Computerized Dose Range Checking Using Hard and Soft Stop Alerts Reduces Prescribing Errors in a Pediatric Intensive Care Unit. *J Patient Saf* 2017;**13**:144–8. doi:10.1097/PTS.000000000000132
- 15 Ferranti JM, Horvath MM, Jansen J, *et al.* Using a computerized provider order entry system to meet the unique prescribing needs of children: description of an advanced dosing model. *BMC Med Inform Decis Mak* 2011;**11**:14–14. doi:10.1186/1472-6947-11-14
- 16 Ratwani RM, Savage E, Will A, *et al.* Identifying Electronic Health Record Usability And Safety Challenges In Pediatric Settings. *Health Aff (Millwood)* 2018;**37**:1752–9. doi:10.1377/hlthaff.2018.0699
- 17 Price M, Lau F. The clinical adoption meta-model: a temporal meta-model describing the clinical adoption of health information systems. *BMC Med Inform Decis Mak* 2014;**14**:43. doi:10.1186/1472-6947-14-43
- 18 Eldh AC, Rycroft-Malone J, Zijpp T van der, *et al.* Using Nonparticipant Observation as a Method to Understand Implementation Context in Evidence-Based Practice. *Worldviews Evid Based Nurs* 2020;**17**:185–92. doi:10.1111/wvn.12449
- 19 Cresswell JW, Creswell JD. Chapter 9. Qualitative Methods. In: *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications 2018. 179–90.
- 20 Basger BJ, Moles RJ, Chen TF. Development of an Aggregated System for Classifying Causes of Drug-Related Problems. *Ann Pharmacother* 2015;**49**:405–18. doi:10.1177/1060028014568008
- 21 Franklin ES, Howe JL, Dixit RA, *et al.* Safety Culture: Identifying a Healthcare Organization’s Approach to Safety Event Review and Response Through the Analysis of Event Recommendations. *Patient Saf* 2021;**3**:92–103. doi:10.33940/culture/2021.6.7
- 22 Kaushal R, Bates DW, Abramson EL, *et al.* Unit-based clinical pharmacists’ prevention of serious medication errors in pediatric inpatients. *Am J Health Syst Pharm* 2008;**65**:1254–60. doi:10.2146/ajhp070522

- 23 Slight SP, Tolley CL, Bates DW, *et al.* Medication errors and adverse drug events in a UK hospital during the optimisation of electronic prescriptions: a prospective observational study. *Lancet Digit Health* 2019;**1**:e403–12. doi:10.1016/S2589-7500(19)30158-X
- 24 Thompson D, Duling L, Holzmueller C, *et al.* Computerized physician order entry, a factor in medication errors: Descriptive analysis of events in the Intensive Care Unit Safety Reporting System. *J Clin Outcomes Manag* 2005;**12**:407–12.
- 25 Talmon J, Ammenwerth E, Brender J, *et al.* STARE-HI—Statement on reporting of evaluation studies in Health Informatics. *Int J Med Inf* 2009;**78**:1–9. doi:10.1016/j.ijmedinf.2008.09.002
- 26 CGSI@SOLUTIONS-TI INC. PANDAWebRx. <https://www.cgsi.qc.ca/en/products/pandawebx> (accessed 15 Jun 2022).
- 27 Liang MQ, Boudjellab A, Kwon H, *et al.* Implementation of a Computerized Provider Order Entry System in a Pediatric Hospital in Canada. *Stud Health Technol Inform* 2021;**281**:590–4. doi:10.3233/SHTI210239
- 28 Ash J, Singh H, Sittig D. Computerized Provider Order Entry with Decision Support. 2016.https://www.healthit.gov/sites/default/files/safer/guides/safer_cpoe.pdf
- 29 Tambllyn R, Huang A, Kawasumi Y, *et al.* The development and evaluation of an integrated electronic prescribing and drug management system for primary care. *J Am Med Inform Assoc JAMIA* 2006;**13**:148–59. doi:10.1197/jamia.M1887
- 30 Canada Health Infoway. 2021 National Survey of Canadian Physicians | Canada Health Infoway. 2021.<https://www.infoway-inforoute.ca/en/component/edocman/resources/reports/benefits-evaluation/3935-2021-national-survey-of-canadian-physicians> (accessed 16 Aug 2021).
- 31 Pedersen CA, Schneider PJ, Scheckelhoff DJ. ASHP national survey of pharmacy practice in hospital settings: Prescribing and transcribing—2016. *Am J Health Syst Pharm* 2017;**74**:1336–52. doi:10.2146/ajhp170228
- 32 Gates PJ, Meyerson SA, Baysari MT, *et al.* The Prevalence of Dose Errors Among Paediatric Patients in Hospital Wards with and without Health Information Technology: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Drug Saf* 2019;**42**:13–25. doi:10.1007/s40264-018-0715-6
- 33 Devin J, Cleary BJ, Cullinan S. The impact of health information technology on prescribing errors in hospitals: a systematic review and behaviour change technique analysis. *Syst Rev* 2020;**9**:275. doi:10.1186/s13643-020-01510-7

- 34 Tremblay C, Larone Juneau A. «HOT FIVE» 5 minutes pour améliorer la pratique | OIIQ. 2018.<https://www.oiiq.org/en/-hot-five-5-minutes-pour-ameliorer-la-pratique> (accessed 11 Aug 2021).
- 35 Sittig DF, Wright A, Coiera E, *et al.* Current challenges in health information technology–related patient safety. *Health Informatics J* 2020;**26**:181–9. doi:10.1177/1460458218814893
- 36 Kinlay M, Zheng WY, Burke R, *et al.* Medication errors related to computerized provider order entry systems in hospitals and how they change over time: A narrative review. *Res Soc Adm Pharm* 2021;**17**:1546–52. doi:10.1016/j.sapharm.2020.12.004
- 37 Institute For Safe Medication Practices. Guidelines for Timely Administration of Scheduled Medications (Acute). Inst. Safe Medicat. Pract. 2011.<https://www.ismp.org/guidelines/timely-administration-scheduled-medications-acute> (accessed 10 Aug 2021).
- 38 Pennsylvania Patient Safety Advisory. Medication Errors Occurring with the Use of Bar-Code Administration Technology. 2008.http://patientsafety.pa.gov/ADVISORIES/documents/200812_122.pdf (accessed 8 Jun 2021).
- 39 Jia P, Zhang L, Chen J, *et al.* The Effects of Clinical Decision Support Systems on Medication Safety: An Overview. *PLOS ONE* 2016;**11**:e0167683. doi:10.1371/journal.pone.0167683
- 40 Prusch AE, Suess TM, Paoletti RD, *et al.* Integrating technology to improve medication administration. *Am J Health Syst Pharm* 2011;**68**:835–42. doi:10.2146/ajhp100211

Chapitre 6 – Discussion

6.1 Premier article

Le premier article, intitulé « Implementation of a Computerized Provider Order Entry System in a Pediatric Hospital in Canada », vise à identifier les vulnérabilités du système à partir de scénarios d'ordonnances pédiatriques réalisées avant l'implantation, et à comparer les problèmes liés à la prescription de médicaments avant et après l'implantation du SIEO. Il s'agit donc à la fois d'une évaluation formative de l'utilisabilité, réalisée avant l'implantation du SIEO dans l'unité pilote, et d'une évaluation des effets de la technologie sur les erreurs de prescription. Les observations de cette étude ont été partagées avec l'équipe de projet, et les modifications au système ont été apportées lorsque possible, alors que les stratégies de formation des équipes cliniques ont été adaptées pour tenir compte des résultats.

6.1.1 Résultats clés et discussion

Globalement, les résultats de cette étude suggèrent que le SIEO 1) permet d'assurer la conformité des prescriptions, 2) peut mener à de nouvelles sortes d'erreurs propres à l'utilisation du SIEO, mais a diminué les erreurs associées à la prescription manuscrite (p. ex., prescriptions illisibles), et 3) ne disposait pas des fonctionnalités permettant d'identifier les erreurs de posologie pédiatrique.

Plus spécifiquement, par sa conception, la prescription électronique oblige l'utilisateur à compléter tous les champs requis avant de valider l'ordonnance, ce qui a éliminé toutes les erreurs de conformités (informations manquantes) liées à la prescription de médicament manuscrite. De plus, bien que la prescription électronique ait éliminé les problèmes de prescription illisible, elle semble avoir mené à des erreurs lors de la rédaction de certaines ordonnances complexes (telles que celles avec des posologies avec des doses variables). Ceci avait en effet été rapporté dans l'analyse de vulnérabilité réalisée. De même, l'analyse de

vulnérabilité indique que le système d'aide à la décision associé au SIEO avait une bonne performance pour détecter les erreurs de duplications, d'interactions et d'allergies. Toutefois, le système d'aide à la décision ne disposait pas des fonctionnalités pour l'identification d'erreurs de posologie à l'étape de prescription (dose ou fréquence hors de l'intervalle thérapeutique recommandé), contrairement aux bonnes pratiques recommandées, et au système implanté dans la majorité des institutions pédiatriques incluses dans l'analyse de Chaparro et collaborateurs (2017). Dans cette étude, même si le taux de prescriptions avec une dose inappropriée n'a pas diminué avec l'utilisation du SIEO, ce type d'erreurs était rare durant les périodes d'observation pré-post (0.5 et 0.8 % des ordonnances en pré vs post pour les erreurs de dose, et 1.1 vs 0% des ordonnances en pré vs post pour les erreurs de fréquence). Au CHU Sainte-Justine, la détection des erreurs de doses s'effectue à l'étape de la validation par le département de pharmacie (dans le système d'information en pharmacie) et la présence des pharmaciens sur les unités permet notamment de réduire ce type d'erreurs (Fernández-Llamazares et al., 2012). Ainsi, même si l'implantation d'une fonctionnalité d'aide à la décision pour valider le dosage lors de la prescription pourrait potentiellement diminuer les erreurs de posologie, celles-ci étaient plutôt rares lors de l'étude, en comparaison à ce qui est rapporté dans une méta-analyse sur les erreurs de dosage en pédiatrie, où l'on rapporte une erreur de dose par vingt ordonnances (Gates, Meyerson, et al., 2019). Si l'aide à la décision pour valider le dosage est disponible comme fonctionnalité du SIEO, il sera essentiel d'assurer que les alertes soient configurées en fonction des pratiques locales, puisque des alertes mal adaptées sont associées à une faible adoption par les prescripteurs (Killelea et al., 2007). En pédiatrie, Russell et collaborateurs recommandent notamment de minimiser l'utilisation d'alertes et de favoriser la présentation d'informations pertinentes (p. ex., intervalles de doses appropriées) directement dans l'interface du SIEO (Russell et al., 2022).

Par ailleurs, une étude pré-post réalisée par Davis et collaborateurs a révélé que la prescription électronique a complètement éliminé les erreurs de mauvaises formes

pharmaceutiques nécessitant une intervention du pharmacien (2014). Ces résultats contrastent avec ce qui a été observé dans notre analyse, où il y a eu une augmentation (non statistiquement significative) d'erreurs de mauvaise forme pharmaceutique, qui se produit notamment lorsqu'un prescripteur prescrit un médicament sous forme de comprimé au lieu de solution orale pour un enfant qui n'avale pas de comprimés. L'apparition de ce type d'erreurs s'explique notamment par le fait que la tâche de choisir la bonne forme pharmaceutique était précédemment assignée aux techniciens en pharmacie, qui disposaient des connaissances pour effectuer le choix approprié, alors que cette tâche a été reléguée aux prescripteurs lors de la prescription de médicaments, qui doivent sélectionner eux-mêmes le bon produit à partir de la liste de médicaments disponibles qui leur est affichée.

Finalement, cette étude renforce le rôle essentiel des pharmaciens dans l'identification des erreurs cliniques et dans l'optimisation de la pharmacothérapie des patients autant avant l'implantation qu'après l'implantation, telle que par la déprescription (c.-à-d., diminution ou arrêt des médicaments non requis) et le bilan comparatif des médicaments (c.-à-d., validation des renseignements sur les médicaments menant au meilleur schéma thérapeutique pour le patient) (Kwan et al., 2013; Scott IA et al., 2015). En effet, la technologie constitue un outil pour favoriser l'usage optimal des médicaments, mais les cliniciens demeurent essentiels pour assurer la sécurité de l'usage des médicaments.

6.1.2 Forces et limites

L'observation directe des interventions des pharmaciens et la révision des dossiers sont une approche qui a permis d'assurer une documentation fiable des erreurs de prescription, en comparaison à la révision des rapports d'accidents et incidents qui sont souvent sous-rapportés (Brigham and Women's Hospital et al., 2015). La principale limite de cette étude est la faible taille de l'échantillon, en raison du temps requis pour analyser manuellement des prescriptions manuscrites numérisées, qui limite la puissance statistique des résultats.

Néanmoins, cette analyse a permis d'identifier les principales catégories d'erreurs et d'évaluer les vulnérabilités du système en préimplantation, afin de dresser un premier portrait des effets attendus de la prescription électronique sur la sécurité de l'usage des médicaments.

6.1.3 Contributions

Cette étude a permis l'identification des catégories d'erreurs les plus fréquentes dans l'établissement, qui diffèrent de celles qui sont rapportées dans la littérature, afin de formuler des recommandations spécifiques aux besoins du CHU Sainte-Justine. De plus, cette recherche a permis le développement de scénarios d'ordonnances adaptés au contexte pédiatrique, qui pourront être utilisés pour évaluer l'utilisabilité du SIEO lors de futures mises à jour du système ainsi que par d'autres établissements.

6.2 Deuxième article

Le deuxième article, intitulé « Improving Medication Safety in a Pediatric Hospital: Evaluation of a Computerized Provider Order Entry », avait comme objectif de 1) décrire le contexte de déploiement du SIEO (fonctionnalités et processus de travail); 2) décrire le taux et le type d'erreurs liés au circuit du médicament avant et après l'implantation d'un SIEO; 3) identifier les stratégies de prévention de ces erreurs qui peuvent être liées à une technologie de l'information.

6.2.1 Résultats clés et discussion

Cette étude a identifié que 1) l'implantation du SIEO a permis de réduire légèrement les erreurs de médicaments globalement, particulièrement à l'étape de la relève, transmission et transcription, 2) le SIEO a engendré peu d'erreurs propres au système soi-même, et 3) la majorité des erreurs de médicaments ne se produisent pas au niveau de la prescription, mais plutôt au niveau de l'administration, suggérant qu'une amélioration du système de FADMe pourrait réduire davantage les erreurs.

Plus spécifiquement, cet article met en évidence l'importance d'évaluer les effets de la prescription électronique dans l'ensemble du circuit du médicament, puisque le SIEO n'a pas seulement modifié l'étape de prescription. Même si l'implantation du SIEO a largement modifié le processus de prescription, il y a eu peu de changements dans le taux d'erreurs à cette étape-ci, notamment en raison du faible nombre d'erreurs à cette étape. La plus grande différence s'est produite au niveau de l'étape de la relève par le personnel infirmier (qui est accélérée par une alerte au tableau de bord), de la transmission vers la pharmacie (qui a été automatisée), et de la transcription dans le système de pharmacie (qui est devenue électronique). Ensuite, bien que le taux d'erreurs global était similaire entre la période pré et post-implantation, l'analyse de contenu des rapports d'incidents a aussi permis d'identifier des exemples d'erreurs qui étaient propres à la prescription manuscrite (p.ex., absence de contre-signature, prescription non transmise) et ceux qui étaient propres à la prescription électronique (p. ex., erreurs de sélection dans un menu déroulant).

Ensuite, le non-usage d'une technologie peut aussi influencer l'efficacité et la sécurité des soins. Tel que présenté dans l'état des connaissances, même si une technologie est disponible, il est possible qu'elle ne soit pas complètement utilisée (Section 2.1.3, Figure 2.1), ce qui pourrait nuire à la réalisation des bénéfices désirés. Cela a été partiellement le cas dans les premiers mois suivants l'implantation du SIEO, qui était complètement implanté dans l'unité, mais où il y a eu de rares prescriptions papier, notamment rédigées par des prescripteurs d'autres spécialités, provenant d'autres unités où la prescription électronique n'était pas implantée, et qui avaient de la difficulté à utiliser la version électronique des formulaires d'ordonnances spécialisés. Ainsi, pour favoriser l'adoption du SIEO, il est essentiel d'identifier les besoins spécifiques de chaque utilisateur et d'assurer que les formulaires électroniques soient régulièrement mis à jour, comme recommandé par les SAFER Guides (Ash et al., 2016).

Finalement, le taux global d'erreurs dans cette étude était plutôt faible (0.4 erreurs par 100 prescriptions), comparativement à ce qui est rapporté dans la littérature (Gates,

Baysari, et al., 2019), ce qui pourrait être attribué à la sous-déclaration des incidents. Cette sous-déclaration pourrait être expliquée par la forte culture organisationnelle de sécurité de l'établissement, où les pratiques sont strictes vu le risque important d'incident en lien avec le médicament en pédiatrie. Notamment, il y a un transfert régulier d'information lors de brèves réunions avant chaque quart de travail (Tremblay & Larone Juneau, 2018). Un sondage mené auprès de plus de 500 000 professionnels dans 1052 hôpitaux aux États-Unis a révélé qu'une forte culture de sécurité peut, d'un bord, contribuer à augmenter la fréquence des rapports d'erreurs en encourageant la complétion de rapports, notamment lorsque le personnel bénéficie de la rétroaction et des opportunités d'apprentissage en lien avec ces rapports (Richter et al., 2015). Toutefois, il est aussi possible que la tendance à régler les problèmes au fur et à mesure plutôt que d'attendre et de signaler officiellement les erreurs réduise la fréquence des rapports d'erreurs (Richter et al., 2015), ce qui pourrait expliquer une possible sous-déclaration d'incidents. De plus, les pharmaciens jouent un rôle essentiel dans la sécurité de l'usage des médicaments de l'établissement, particulièrement à l'étape de prescription où il y a eu peu d'erreurs en pré et post-implantation. Ainsi, les bénéfices cliniques promis par l'adoption d'un SIEO (avec ou sans un système d'aide à la décision clinique) peuvent être moins importants dans un contexte offrant des soins pharmaceutiques de haute qualité, et seraient plus susceptibles d'apparaître lorsqu'un système d'aide à la décision clinique avancée, adapté à la population pédiatrique et configuré selon le rôle des utilisateurs, sera implanté (Cresswell et al., 2014). Par ailleurs, dans la revue systématique de Gates et collaborateurs sur les erreurs de médicaments en contexte pédiatrique, le taux d'erreurs était très variable, et se situait entre 4.5 à 46 erreurs par 100 prescriptions dans les unités pédiatriques avec prescription manuscrite, et 14.8 à 47 erreurs par 100 prescriptions dans les unités avec prescription électronique (2019). Cette grande variation met en évidence l'importance de bien définir comment les erreurs ont été définies et recueillies, et de contextualiser ces mesures par une

analyse de contenu des erreurs ainsi qu'une description de l'organisation, des utilisateurs et du système.

6.2.2 Forces et limites

Cette étude a permis d'analyser l'implantation de la prescription électronique selon de nombreuses dimensions au niveau méso et micro afin de dresser un portrait global de l'adoption clinique du SIEO et de formuler des recommandations visant à améliorer la sécurité de l'usage des médicaments. Notamment, le SIEO a été décrit par une analyse de ses fonctionnalités selon les SAFER Guides et des captures d'écran du système, tel que recommandé par le rapport commissionné par la FDA (Brigham and Women's Hospital et al., 2015). Ensuite, son adoption a été décrite avec une ligne du temps, et les processus de travail sont analysés selon une description du circuit du médicament avant et après l'implantation du SIEO. Les erreurs et leurs stratégies de prévention sont analysées selon leur contenu afin de formuler des recommandations. Finalement, le manuscrit est rédigé selon les lignes directrices STARE-HI (Talmon et al., 2009) et inclut notamment une description de la technologie, des utilisateurs, du contexte de l'étude et des conséquences observées afin de permettre au lecteur d'évaluer la transférabilité des conclusions vers un autre contexte.

La principale limite de cette étude est l'utilisation de rapports d'accidents et incidents pour mesurer le taux d'erreurs, puisque les erreurs sont sous-rapportées particulièrement lorsque les conséquences ne sont pas sévères. Néanmoins, ces rapports représentent une source de données précieuse puisqu'il est possible d'obtenir des données durant une période prolongée (p. ex., un an) sans nécessiter beaucoup de ressources, tel que dans le cas de l'observation directe ou de l'audit de dossiers, et qu'il n'y a pas de rapports faussement déclarés. De plus, cette collecte permet d'obtenir suffisamment de données pour effectuer des tests statistiques, ainsi que d'assurer d'avoir des exemples d'erreurs sur une période étendue. Finalement, lorsque contextualisés avec une description de la technologie, des

processus cliniques et du processus d'implantation, les rapports d'accidents et incidents permettent d'identifier des solutions pour améliorer la sécurité des patients.

6.2.3 Contributions

À ma connaissance, ce deuxième article, avec le premier article, constituent ensemble la première étude qui évalue les effets de la prescription électronique sur la sécurité de l'usage des médicaments au Canada. Ainsi, l'approche proposée, qui permet d'évaluer de nombreuses composantes de l'adoption clinique du SIEO, pourrait être utilisée par d'autres établissements qui souhaitent adopter un SIEO et mesurer les effets de la prescription électronique. En effet, la méthode repose sur un modèle conceptuel adapté à l'évaluation des technologies en santé, a été proposée après une revue de nombreux articles scientifiques, outils d'évaluation et lignes directrices, et a été finalisée par de nombreux échanges avec l'équipe clinique. De plus, cette approche peut être réutilisée par le CHU Sainte-Justine dans le futur afin d'assurer un suivi continu des effets de la prescription électronique, au fur et à mesure que le système est mis à jour. Ensuite, cette étude a aussi décrit des caractéristiques de la technologie et des facteurs de l'adoption qui ont pu contribuer à son succès, afin que d'autres établissements puissent bénéficier de l'expérience du CHU Sainte-Justine en tant que l'un des premiers utilisateurs de la SIEO. Finalement, cette étude a permis d'émettre des recommandations pour favoriser les bénéfices de la technologie, notamment en identifiant les catégories d'erreurs les plus fréquentes (p. ex., erreurs d'administration) et les stratégies de prévention potentielles.

6.3 Discussion des deux articles

Cette section répond aux questions de recherche présentées dans la section 2.5.2.

6.3.1 Question 1 : Quels sont les effets de l'adoption du SIEO sur la sécurité de l'usage des médicaments?

Les résultats des deux articles démontrent que le SIEO a été en mesure de réduire certaines erreurs techniques au niveau du circuit du médicament, notamment en améliorant la conformité des prescriptions (p. ex., omission de poids, d'allergies ou dosage, utilisation d'abréviations, amélioration de la lisibilité) et en automatisant la transmission et transcription des prescriptions. Toutefois, il n'y a pas eu de différence au niveau des erreurs cliniques (p. ex., erreurs de dose) ni au niveau des autres interventions des pharmaciens (p.ex., ajustement de dose, prescrire un médicament oublié). Ces résultats correspondent à ce qui a été observé aussi dans une étude de cas portant sur les effets cliniques d'un SIEO à moyen terme, où les principaux bénéfices étaient au niveau de l'amélioration des processus (Cresswell et al., 2014). L'apparition de bénéfices additionnels, notamment au niveau clinique, pourrait se produire par l'adoption d'une fonctionnalité d'aide à la décision plus avancée, mais n'a pas été observée à moyen terme dans l'étude de Cresswell et collaborateurs (2014). Enfin, quelques erreurs dues au SIEO se sont produites (p.ex. prescription mal entrée dans le système, choix de mauvais médicament), suggérant l'importance d'évaluer continuellement les effets du SIEO afin de réduire les risques d'erreurs e-iatrogènes, particulièrement lorsque le système a été adopté depuis un certain temps et peut encourager les utilisateurs à adopter des stratégies de contournement, et lorsque la configuration du système est modifiée.

6.3.2 Question 2 : Quelles sont les caractéristiques du SIEO qui influencent la sécurité de l'usage des médicaments?

Cette étude a décrit de nombreuses caractéristiques du SIEO qui ont pu influencer la sécurité de l'usage des médicaments. L'analyse de vulnérabilité a identifié que le système d'aide à la décision, qui est principalement conçu pour les soins adultes ambulatoires, n'était pas en mesure d'identifier les erreurs de dosage. Ainsi, il est possible que la

désactivation du système d'aide à la décision par défaut ait permis d'éviter l'apparition constante d'alertes inappropriées, qui peut mener les cliniciens à ignorer toutes alertes (*alert fatigue*) et générer davantage d'erreurs de médicaments. Bref, si un système d'aide à la décision est utilisé, il est essentiel que les alertes soient judicieusement configurées pour la population pédiatrique et le rôle clinique de l'utilisateur (p. ex., des alertes différentes pour les médecins et les pharmaciens) (Hussain et al., 2019) et qu'elles soient directement intégrées au flux de travail lorsque possible (p. ex., afficher l'information dans l'interface utilisateur au lieu d'apparaître dans une nouvelle fenêtre) (Russell et al., 2022) afin de favoriser leur usage et l'apparition des bénéfices associés.

6.3.3 Question 3 : Quelles sont les recommandations au niveau du SIEO et de l'organisation qui pourraient améliorer la sécurité de l'usage des médicaments?

La contribution de ce mémoire est d'outiller les gestionnaires impliqués dans la transformation numérique. Plus précisément, basées sur les résultats de ce mémoire, les recommandations suivantes ont été formulées afin de favoriser les bénéfices de la prescription électronique au niveau de la sécurité de l'usage des médicaments :

- 1) À toutes les parties prenantes impliquées dans l'implantation d'un SIEO (gestionnaires, cliniciens) : L'adoption sécuritaire d'un SIEO dépend des besoins des utilisateurs, du contexte organisationnel, des processus cliniques, de la configuration et des fonctionnalités du SIEO, et du processus d'implantation. Ainsi, il est essentiel de documenter l'ensemble des facteurs liés à ces dimensions afin d'évaluer les effets de l'adoption d'un SIEO, notamment par l'utilisation d'outils validés (p.ex., SAFER guides) et de cadres conceptuels (p. ex., modèle d'adoption clinique). Notamment, l'intégration d'un système d'aide à la décision dans le SIEO pourrait ne pas mener aux bénéfices escomptés si celui-ci a une mauvaise utilisabilité ou n'est pas adapté aux flux de travail et aux rôles de ses utilisateurs.

- 2) À toutes les parties prenantes impliquées dans l'évaluation des effets d'un SIEO : Afin d'identifier l'ensemble des effets qui peuvent survenir lors de l'adoption d'un SIEO, l'utilisation d'une approche d'évaluation multiméthode permet d'évaluer globalement la sécurité de l'usage des médicaments (via une analyse quantitative des erreurs), tout en identifiant les risques (via une analyse de vulnérabilité) et les erreurs inattendues (via une analyse de contenu des rapports d'incidents et des interventions des pharmaciens).
- 3) Aux développeurs de systèmes d'information : L'amélioration de l'utilisabilité des systèmes connexes au SIEO, tels que le système de FADMe, pourrait permettre de réduire davantage les erreurs de médicaments (p. ex., omissions de dose).
- 4) À tous les acteurs impliqués dans la transformation numérique et les gestionnaires impliqués dans la qualité et la sécurité des soins : L'adoption d'un SIEO a permis de formaliser des tâches qui étaient auparavant non documentées. Le développement d'un système valorisant les données générées par le SIEO, notamment en automatisant la collecte de certaines données pour les rapports d'incidents et en facilitant l'extraction de données, pourrait permettre d'identifier des problèmes et solutions pour améliorer la qualité des soins. L'utilisation d'une taxonomie pour classifier les erreurs, telle que la taxonomie MedMarx (Brigham and Women's Hospital et al., 2015), pourrait faciliter l'agrégation et l'analyse des erreurs.

6.4 Transfert de connaissances

Les résultats et les recommandations ci-dessus ont été transmis aux départements d'informatique clinique et de pharmacie lors de rencontres. Notamment, à la suite des partages des recommandations, le département de pharmacie, en collaboration avec le fournisseur, a modifié le système de FADMe pour que le personnel infirmier soit alerté lors des erreurs de fréquence d'administration. En raison de la pandémie COVID-19 qui a mobilisé les gestionnaires ciblés, le transfert de connaissance a été limité à la diffusion de

rapports et des échanges ponctuels avec certains gestionnaires, en plus de la diffusion via des publications scientifiques. Il est prévu que les résultats de ce mémoire continuent à être présentés aux gestionnaires d'établissements à travers le Québec, qui devront faire face à une transformation numérique dans les années à venir.

6.5 Pistes de recherche futures

Cette recherche a permis d'identifier plusieurs pistes de recherche futures pour le CHU Sainte-Justine ainsi que pour la recherche sur les TI en santé plus généralement.

Au CHU Sainte-Justine, il serait intéressant d'évaluer si les configurations du système, notamment au niveau des formulaires de prescriptions prédéfinis (*order sets*), qui ont été construits par consensus de l'équipe clinique, correspondent réellement aux besoins des cliniciens. En effet, avec les changements de pratiques et l'ajout d'autres formulaires, certains formulaires peuvent devenir désuets et doivent être révisés régulièrement. Une étude américaine comparant les ordonnances les plus couramment prescrites ensemble avec les éléments dans les formulaires a identifié que de nombreux formulaires contiennent des éléments qui sont rarement prescrits ou qui sont erronément prescrits (Li et al., 2019). Ensuite, il serait aussi intéressant d'évaluer la transférabilité d'outils d'évaluation développés aux États-Unis, tels que l'outil Leapfrog, pour évaluer et comparer la performance du SIEO à travers plusieurs hôpitaux (Holmgren et al., 2021). Finalement, les effets du SIEO sur la satisfaction des utilisateurs n'ont pas été abordés dans cette étude, et pourraient permettre de mieux comprendre l'utilisation du SIEO (p. ex., s'il y a des stratégies de contournement) et d'élaborer d'autres recommandations visant à améliorer l'expérience des cliniciens et la qualité des soins des patients.

Ensuite, l'évaluation continue des risques et bénéfices associés à la prescription électronique est essentielle afin d'assurer que l'adoption de la technologie est soutenue et mène aux bénéfices escomptés. Toutefois, cette évaluation repose sur la disponibilité de données structurées et systématiquement colligées, afin de mieux comprendre les causes,

les conséquences et les stratégies de prévention potentielles des erreurs. L'absence d'un système permettant l'extraction de ces données a nécessité une analyse manuelle des données pour mener cette recherche et représente un problème majeur identifié à travers de nombreuses institutions aux États-Unis (Brigham and Women's Hospital et al., 2015). Ainsi, le développement d'une approche de standardisation et d'évaluation systématique à partir de données secondaires (c.-à-d. provenant des dossiers électroniques) représente une piste de recherche prometteuse pour établir une boucle de rétroaction continue entre l'utilisation du système et les bénéfices de la prescription électronique.

Chapitre 7 – Conclusion

Globalement, cette recherche a permis d'évaluer les effets de l'adoption de la prescription électronique sur la sécurité de l'usage des médicaments et d'analyser des vulnérabilités du système qui pourraient influencer la sécurité du SIEO. Les résultats révèlent que l'adoption de la prescription électronique n'a pas permis de réduire globalement le taux d'erreurs et d'interventions des pharmaciens, mais a néanmoins éliminé des problèmes techniques qui étaient très courants avec la prescription manuscrite (p. ex., prescriptions incomplètes, non conformes, illisibles ou non transmises), en occasionnant très rarement des erreurs propres à la technologie. Les effets associés à l'adoption de la technologie ont été contextualisés avec une description du contexte et du processus d'implantation, et une description détaillée du système, puisque les bénéfices de la technologie dépendent de ces dimensions. En effet, un système de qualité et sécuritaire facilite son utilisabilité et le succès de son implantation, ce qui favorise davantage l'adoption soutenue de ce système et l'apparition des bénéfices associés.

Finalement, cette recherche a permis d'établir des recommandations afin de favoriser la réalisation des bénéfices de la prescription électronique, autant au niveau local que globalement. Notamment, la configuration d'un système d'aide à la décision adapté au contexte pédiatrique et aux besoins des spécialités et l'amélioration de l'utilisabilité de la FADMe pourraient améliorer la sécurité des médicaments au CHU Sainte-Justine. Le développement d'une approche pour analyser systématiquement les erreurs générées par les SIEO, basée sur l'approche d'évaluation de cette étude, représente une solution prometteuse pour favoriser les bénéfices de la prescription électronique au CHU Sainte-Justine, et dans les institutions à travers le monde.

Références bibliographiques

- Abraham, J., Galanter, W. L., Touchette, D., Xia, Y., Holzer, K. J., Leung, V., & Kannampallil, T. (2021). Risk factors associated with medication ordering errors. *Journal of the American Medical Informatics Association*, *28*(1), 86–94. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocaa264>
- Abraham, J., Kitsiou, S., Meng, A., Burton, S., Vatani, H., & Kannampallil, T. (2020). Effects of CPOE-based medication ordering on outcomes: An overview of systematic reviews. *BMJ Quality & Safety*, *29*(10), 1–2. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2019-010436>
- Abramson, E. L., & Kaushal, R. (2012). Computerized Provider Order Entry and Patient Safety. *Pediatric Clinics*, *59*(6), 1247–1255. <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2012.08.001>
- Aitken, M., & Gorokhovich, L. (2012). *Advancing the Responsible Use of Medicines: Applying Levers for Change* (SSRN Scholarly Paper ID 2222541). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2222541>
- Alhanout, K., Bun, S.-S., Retornaz, K., Chiche, L., & Colombini, N. (2017). Prescription errors related to the use of computerized provider order-entry system for pediatric patients. *International Journal of Medical Informatics*, *103*, 15–19. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2017.04.005>
- Amato, M. G., Salazar, A., Hickman, T.-T. T., Quist, A. J., Volk, L. A., Wright, A., McEvoy, D., Galanter, W. L., Koppel, R., Loudin, B., Adelman, J., McGreevey, J. D., III, Smith, D. H., Bates, D. W., & Schiff, G. D. (2017). Computerized prescriber order entry-related patient safety reports: Analysis of 2522 medication errors. *Journal of the American Medical Informatics Association*, *24*(2), 316–322. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocw125>
- Ash, J., Singh, H., & Sittig, D. (2016). *Computerized Provider Order Entry with Decision Support*. https://www.healthit.gov/sites/default/files/safer/guides/safer_cpoe.pdf
- Ballandras, C., Lebel, D., & Bussi eres, J.-F. (2016).  valuation de la conformit e de la rédaction d'ordonnances en établissement de sant e par des audits de pratique. *Le Pharmacien Hospitalier et Clinicien*, *51*. <https://doi.org/10.1016/j.phclin.2015.12.004>
- Baysari, M. T., Hardie, R.-A., Lake, R., Richardson, L., McCullagh, C., Gardo, A., & Westbrook, J. (2018). Longitudinal study of user experiences of a CPOE system in a pediatric hospital. *International Journal of Medical Informatics*, *109*, 5–14. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2017.10.018>

- Bernstam, E. V., Hersh, W. R., Sim, I., Eichmann, D., Silverstein, J. C., Smith, J. W., & Becich, M. J. (2010). Unintended consequences of health information technology: A need for biomedical informatics. *Journal of Biomedical Informatics*, *43*(5), 828–830. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2009.05.009>
- Beuscart-Zéphir, M. C., Borycki, E., Carayon, P., Jaspers, M. W. M., & Pelayo, S. (2013). Evolution of human factors research and studies of health information technologies: The role of patient safety. *Yearbook of Medical Informatics*, *8*, 67–77.
- Bodenheimer, T., & Sinsky, C. (2014). From Triple to Quadruple Aim: Care of the Patient Requires Care of the Provider. *The Annals of Family Medicine*, *12*(6), 573–576. <https://doi.org/10.1370/afm.1713>
- Borycki, E., Kushniruk, A., Nohr, C., Takeda, H., Kuwata, S., Carvalho, C., Bainbridge, M., & Kannry, J. (2013). Usability Methods for Ensuring Health Information Technology Safety: Evidence-Based Approaches. Contribution of the IMIA Working Group Health Informatics for Patient Safety. *Yearbook of Medical Informatics*, *8*, 20–27.
- Brigham and Women’s Hospital, Harvard Medical School, & Partners HealthCare. (2015). *Computerized Prescriber Order Entry Medication Safety (CPOEMS): Uncovering and Learning from Issues and Errors* (p. 88). <https://www.fda.gov/drugs/medication-errors-related-cder-regulated-drug-products/computerized-prescriber-order-entry-medication-safety-cpoems>
- Brousselle, A., Champagne, F., Contandriopoulos, A.-P., & Hartz, Z. (2011). *L’évaluation: Concepts et méthodes: Deuxième édition* (2e édition). Les Presses de l’Université de Montréal.
- Canada Health Infoway. (2021). *2021 National Survey of Canadian Physicians | Canada Health Infoway*. <https://www.infoway-inforoute.ca/en/component/edocman/resources/reports/benefits-evaluation/3935-2021-national-survey-of-canadian-physicians>
- Chaparro, J. D., Classen, D. C., Danforth, M., Stockwell, D. C., & Longhurst, C. A. (2017). National trends in safety performance of electronic health record systems in children’s hospitals. *Journal of the American Medical Informatics Association*, *24*(2), 268–274. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocw134>
- Cho, I., Lee, J.-H., Choi, S.-K., Choi, J.-W., Hwang, H., & Bates, D. W. (2015). Acceptability and feasibility of the Leapfrog computerized physician order entry evaluation tool for hospitals outside the United States. *International Journal of Medical Informatics*, *84*(9), 694–701. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2015.05.011>

- Classen, D. C., & Bates, D. W. (2011). Finding the Meaning in Meaningful Use. *New England Journal of Medicine*, *365*(9), 855–858. <https://doi.org/10.1056/NEJMsb1103659>
- Co, Z., Holmgren, A. J., Classen, D. C., Newmark, L., Seger, D. L., Danforth, M., & Bates, D. W. (2020). The tradeoffs between safety and alert fatigue: Data from a national evaluation of hospital medication-related clinical decision support. *Journal of the American Medical Informatics Association*, *27*(8), 1252–1258. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocaa098>
- Cresswell, K. M., Bates, D. W., Williams, R., Morrison, Z., Slee, A., Coleman, J., Robertson, A., & Sheikh, A. (2014). Evaluation of medium-term consequences of implementing commercial computerized physician order entry and clinical decision support prescribing systems in two ‘early adopter’ hospitals. *Journal of the American Medical Informatics Association*, *21*(e2), e194–e202. <https://doi.org/10.1136/amiajnl-2013-002252>
- Davis, L., Brunetti, L., Lee, E.-K., Yoon, N., Cho, S.-H., & Suh, D.-C. (2014). Effects of computerized physician order entry on medication turnaround time and orders requiring pharmacist intervention. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, *10*(5), 756–767. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2013.11.004>
- Del Beccaro, M. A., Jeffries, H. E., Eisenberg, M. A., & Harry, E. D. (2006). Computerized provider order entry implementation: No association with increased mortality rates in an intensive care unit. *Pediatrics*, *118*(1), 290–295. <https://doi.org/10.1542/peds.2006-0367>
- DesRoches, C. M., Charles, D., Furukawa, M. F., Joshi, M. S., Kralovec, P., Mostashari, F., Worzala, C., & Jha, A. K. (2013). Adoption Of Electronic Health Records Grows Rapidly, But Fewer Than Half Of US Hospitals Had At Least A Basic System In 2012. *Health Affairs*, *32*(8), 1478–1485. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2013.0308>
- Devin, J., Cleary, B. J., & Cullinan, S. (2020). The impact of health information technology on prescribing errors in hospitals: A systematic review and behaviour change technique analysis. *Systematic Reviews*, *9*(1), 275. <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01510-7>
- Dhavle, A. A., & Rupp, M. T. (2015). Towards creating the perfect electronic prescription. *Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA*, *22*(e1), e7–e12. PubMed. <https://doi.org/10.1136/amiajnl-2014-002738>
- Doherty, C., & Donnell, C. M. (2012). Tenfold Medication Errors: 5 Years’ Experience at a University-Affiliated Pediatric Hospital. *Pediatrics*, *129*(5), 916–924. <https://doi.org/10.1542/peds.2011-2526>

- Donaldson, L. J., Kelley, E. T., Dhingra-Kumar, N., Kieny, M.-P., & Sheikh, A. (2017). Medication Without Harm: WHO's Third Global Patient Safety Challenge. *The Lancet*, *389*(10080), 1680–1681. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31047-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31047-4)
- Fernández-Llamazares, C. M., Calleja-Hernandez, M. A., Manrique-Rodriguez, S., Pérez-Sanz, C., Duran-García, E., & Sanjurjo-Saez, M. (2012). Impact of clinical pharmacist interventions in reducing paediatric prescribing errors. *Archives of Disease in Childhood*, *97*(6), 564–568. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2011-301239>
- Ferranti, J. M., Horvath, M. M., Jansen, J., Schellenberger, P., Brown, T., DeRienzo, C. M., & Ahmad, A. (2011). Using a computerized provider order entry system to meet the unique prescribing needs of children: Description of an advanced dosing model. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, *11*, 14–14. PubMed. <https://doi.org/10.1186/1472-6947-11-14>
- Flynn, E. A., Barker, K. N., Pepper, G. A., Bates, D. W., & Mikeal, R. L. (2002). Comparison of methods for detecting medication errors in 36 hospitals and skilled-nursing facilities. *American Journal of Health-System Pharmacy: AJHP: Official Journal of the American Society of Health-System Pharmacists*, *59*(5), 436–446. <https://doi.org/10.1093/ajhp/59.5.436>
- Freimuth, R. R., Wix, K., Zhu, Q., Siska, M., & Chute, C. G. (2014). Evaluation of RxNorm for Medication Clinical Decision Support. *AMIA Annual Symposium Proceedings, 2014*, 554–563.
- Gates, P. J., Baysari, M. T., Gazarian, M., Raban, M. Z., Meyerson, S., & Westbrook, J. I. (2019). Prevalence of Medication Errors Among Paediatric Inpatients: Systematic Review and Meta-Analysis. *Drug Safety*, *42*(11), 1329–1342. <https://doi.org/10.1007/s40264-019-00850-1>
- Gates, P. J., Meyerson, S. A., Baysari, M. T., & Westbrook, J. I. (2019). The Prevalence of Dose Errors Among Paediatric Patients in Hospital Wards with and without Health Information Technology: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Drug Safety*, *42*(1), 13–25. <https://doi.org/10.1007/s40264-018-0715-6>
- Han, Y. Y., Carcillo, J. A., Venkataraman, S. T., Clark, R. S. B., Watson, R. S., Nguyen, T. C., Bayir, H., & Orr, R. A. (2005). Unexpected Increased Mortality After Implementation of a Commercially Sold Computerized Physician Order Entry System. *Pediatrics*, *116*(6), 1506. <https://doi.org/10.1542/peds.2005-1287>
- HIMSS Analytics. (2017, January 24). *Electronic Medical Record Adoption Model*. HIMSS Analytics - North America. <https://www.himssanalytics.org/emram>

- Holmgren, A. J., Kuznetsova, M., Classen, D., & Bates, D. W. (2021). Assessing hospital electronic health record vendor performance across publicly reported quality measures. *Journal of the American Medical Informatics Association*, ocab120. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocab120>
- Hussain, M. I., Reynolds, T. L., & Zheng, K. (2019). Medication safety alert fatigue may be reduced via interaction design and clinical role tailoring: A systematic review. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 26(10), 1141–1149. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocz095>
- Institute of Medicine. (2007a). *Preventing Medication Errors*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11623>
- Institute of Medicine. (2007b). Appendix C Medication Errors: Incidence Rates. In *Preventing Medication Errors* (p. 11623). National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11623>
- ISO. (2018). *ISO 9241-11:2018(fr), Ergonomie de l'interaction homme-système—Partie 11: Utilisabilité—Définitions et concepts*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:fr>
- Johnston, D., Pan, E., & Walker, J. (2004). The value of CPOE in ambulatory settings. *Journal of Healthcare Information Management: JHIM*, 18, 5–8.
- Kaushal, R., Bates, D. W., Landrigan, C., McKenna, K. J., Clapp, M. D., Federico, F., & Goldmann, D. A. (2001). Medication errors and adverse drug events in pediatric inpatients. *JAMA*, 285(16), 2114–2120. <https://doi.org/10.1001/jama.285.16.2114>
- Khajouei, R., & Jaspers, M. W. M. (2010). The Impact of CPOE Medication Systems' Design Aspects on Usability, Workflow and Medication Orders A Systematic Review. *Methods of Information in Medicine*, 49(1), 3–19. <https://doi.org/10.3414/me0630>
- Killelea, B. K., Kaushal, R., Cooper, M., & Kuperman, G. J. (2007). To What Extent Do Pediatricians Accept Computer-Based Dosing Suggestions? *Pediatrics*, 119(1), e69–e75. <https://doi.org/10.1542/peds.2006-1388>
- Koppel, R., Metlay, J. P., Cohen, A., Abaluck, B., Localio, A. R., Kimmel, S. E., & Strom, B. L. (2005). Role of Computerized Physician Order Entry Systems in Facilitating Medication Errors. *JAMA*, 293(10), 1197–1203. <https://doi.org/10.1001/jama.293.10.1197>
- Kuperman, G. J., Bobb, A., Payne, T. H., Avery, A. J., Gandhi, T. K., Burns, G., Classen, D. C., & Bates, D. W. (2007). Medication-related Clinical Decision Support in Computerized Provider Order Entry Systems: A Review. *Journal of the American*

- Medical Informatics Association*, 14(1), 29–40.
<https://doi.org/10.1197/jamia.M2170>
- Kushniruk, A. W., Triola, M. M., Borycki, E. M., Stein, B., & Kannry, J. L. (2005). Technology induced error and usability: The relationship between usability problems and prescription errors when using a handheld application. *International Journal of Medical Informatics*, 74(7), 519–526.
<https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2005.01.003>
- Kwan, J. L., Lo, L., Sampson, M., & Shojania, K. G. (2013). Medication reconciliation during transitions of care as a patient safety strategy: A systematic review. *Annals of Internal Medicine*, 158(5 Pt 2), 397–403. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-158-5-201303051-00006>
- Lau, F., Price, M., & Keshavjee, K. (2011). From Benefits Evaluation to Clinical Adoption: Making Sense of Health Information System Success in Canada. *Healthcare Quarterly*, 14(1), 39–45.
- Li, R. C., Wang, J. K., Sharp, C., & Chen, J. H. (2019). When order sets do not align with clinician workflow: Assessing practice patterns in the electronic health record. *BMJ Quality & Safety*, 28(12), 987. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2018-008968>
- Longhurst, C. A., Davis, T., Maneker, A., Eschenroeder, H. C., Dunscombe, R., Reynolds, G., Clay, B., Moran, T., Graham, D. B., Dean, S. M., Adler-Milstein, J., & Arch Collaborative. (2019). Local Investment in Training Drives Electronic Health Record User Satisfaction. *Applied Clinical Informatics*, 10(2), 331–335.
<https://doi.org/10.1055/s-0039-1688753>
- Longhurst, C. A., Parast, L., Sandborg, C. I., Widen, E., Sullivan, J., Hahn, J. S., Dawes, C. G., & Sharek, P. J. (2010). Decrease in Hospital-wide Mortality Rate After Implementation of a Commercially Sold Computerized Physician Order Entry System. *Pediatrics*, 126(1), 14. <https://doi.org/10.1542/peds.2009-3271>
- Mardiana, S., Tjakraatmadja, J. H., & Aprianingsih, A. (2015). DeLone–McLean Information System Success Model Revisited: The Separation of Intention to Use–Use and the Integration of Technology Acceptance Models. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 5(1S), Article 1S.
- Miller, M. R., Robinson, K. A., Lubomski, L. H., Rinke, M. L., & Pronovost, P. J. (2007). Medication errors in paediatric care: A systematic review of epidemiology and an evaluation of evidence supporting reduction strategy recommendations. *BMJ Quality & Safety*, 16(2), 116–126.
- Miller, R. A., Waitman, L. R., Chen, S., & Rosenbloom, S. T. (2005). The anatomy of decision support during inpatient care provider order entry (CPOE): Empirical

- observations from a decade of CPOE experience at Vanderbilt. *Journal of Biomedical Informatics*, 38(6), 469–485. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2005.08.009>
- Ministère de la Santé et des Services sociaux. (2019). *Rapport sur les incidents et accidents survenus lors de la prestation de soins de santé et de services sociaux au Québec 2018-2019*. <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2019/19-735-01W.pdf>
- Niazkhani, Z., van der Sijs, H., Pirnejad, H., Redekop, W. K., & Aarts, J. (2009). Same system, different outcomes: Comparing the transitions from two paper-based systems to the same computerized physician order entry system. *International Journal of Medical Informatics*, 78(3), 170–181. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2008.06.012>
- Nuckols, T. K., Smith-Spangler, C., Morton, S. C., Asch, S. M., Patel, V. M., Anderson, L. J., Deichsel, E. L., & Shekelle, P. G. (2014). The effectiveness of computerized order entry at reducing preventable adverse drug events and medication errors in hospital settings: A systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews*, 3(1), 56. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-3-56>
- Pedersen, C. A., Schneider, P. J., & Scheckelhoff, D. J. (2017). ASHP national survey of pharmacy practice in hospital settings: Prescribing and transcribing—2016. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 74(17), 1336–1352. <https://doi.org/10.2146/ajhp170228>
- Pontefract, S. K., Hodson, J., Slee, A., Shah, S., Girling, A. J., Williams, R., Sheikh, A., & Coleman, J. J. (2018). Impact of a commercial order entry system on prescribing errors amenable to computerised decision support in the hospital setting: A prospective pre-post study. *BMJ Quality & Safety*, 27(9), 725. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2017-007135>
- Prgomet, M., Li, L., Niazkhani, Z., Georgiou, A., & Westbrook, J. I. (2017). Impact of commercial computerized provider order entry (CPOE) and clinical decision support systems (CDSSs) on medication errors, length of stay, and mortality in intensive care units: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 24(2), 413–422. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocw145>
- Price, M., & Lau, F. (2014). The clinical adoption meta-model: A temporal meta-model describing the clinical adoption of health information systems. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 14(1), 43. <https://doi.org/10.1186/1472-6947-14-43>

- Quist, A. J. L., Hickman, T.-T. T., Amato, M. G., Volk, L. A., Salazar, A., Robertson, A., Wright, A., Bates, D. W., Phansalkar, S., Lambert, B. L., & Schiff, G. D. (2017). Analysis of variations in the display of drug names in computerized prescriber-order-entry systems. *American Journal of Health-System Pharmacy*, *74*(7), 499–509. <https://doi.org/10.2146/ajhp151051>
- Randhawa, G. K., Garnett, A., Huang, S., Dhot, P., & Fyfe, M.-L. (2019). Evidence-Based Usability Principles for Safe Computerized Provider Order Entry (CPOE) Interface Design. *Studies in Health Technology and Informatics*, *264*, 1947–1948. <https://doi.org/10.3233/SHTI190727>
- Ratwani, R. M., Savage, E., Will, A., Fong, A., Karavite, D., Muthu, N., Rivera, A. J., Gibson, C., Asmonga, D., Moscovitch, B., Grundmeier, R., & Rising, J. (2018). Identifying Electronic Health Record Usability And Safety Challenges In Pediatric Settings. *Health Affairs*, *37*(11), 1752–1759. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2018.0699>
- Richter, J. P., McAlearney, A. S., & Pennell, M. L. (2015). Evaluating the Effect of Safety Culture on Error Reporting: A Comparison of Managerial and Staff Perspectives. *American Journal of Medical Quality*, *30*(6), 550–558. <https://doi.org/10.1177/1062860614544469>
- Rouayroux, N., Calmels, V., Bachelet, B., Sallerin, B., & Divol, E. (2019). Medication prescribing errors: A pre- and post-computerized physician order entry retrospective study. *International Journal of Clinical Pharmacy*, *41*(1), 228–236. <https://doi.org/10.1007/s11096-018-0747-0>
- Russell, J., Grimes, J. P., Teferi, S., Pruitt, Z. M., Howe, J. L., Adams, K. T., Nicol, N., Krevat, S., Busog, D., Ratwani, R. M., Jones, R., & Franklin, E. S. (2022). Pediatric Dose Calculation Issues and the Need for Human Factors–Informed Preventative Technology Optimizations. *Patient Safety*, *4*(2), Article 2. <https://doi.org/10.33940/data/2022.6.5>
- Schiff, G. D., Amato, M. G., Eguale, T., Boehne, J. J., Wright, A., Koppel, R., Rashidee, A. H., Elson, R. B., Whitney, D. L., Thach, T.-T., Bates, D. W., & Seger, A. C. (2015). Computerised physician order entry-related medication errors: Analysis of reported errors and vulnerability testing of current systems. *BMJ Quality & Safety*, *24*(4), 264–271. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2014-003555>
- Scott IA, Hilmer SN, Reeve E, & et al. (2015). Reducing inappropriate polypharmacy: The process of deprescribing. *JAMA Internal Medicine*, *175*(5), 827–834. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.0324>

- Sittig, D. F., Salimi, M., Aiyagari, R., Banas, C., Clay, B., Gibson, K. A., Goel, A., Hines, R., Longhurst, C. A., Mishra, V., Sirajuddin, A. M., Satterly, T., & Singh, H. (2018). Adherence to recommended electronic health record safety practices across eight health care organizations. *Journal of the American Medical Informatics Association*, *25*(7), 913–918. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocy033>
- Talmon, J., Ammenwerth, E., Brender, J., Dekeizer, N., Nykanen, P., & Rigby, M. (2009). STARE-HI—Statement on reporting of evaluation studies in Health Informatics. *International Journal of Medical Informatics*, *78*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2008.09.002>
- Thomas, S. K., McDowell, S. E., Hodson, J., Nwulu, U., Howard, R. L., Avery, A. J., Slee, A., & Coleman, J. J. (2013). Developing consensus on hospital prescribing indicators of potential harms amenable to decision support. *British Journal of Clinical Pharmacology*, *76*(5), 797–809. PubMed. <https://doi.org/10.1111/bcp.12087>
- Tolley, C. L., Forde, N. E., Coffey, K. L., Sittig, D. F., Ash, J. S., Husband, A. K., Bates, D. W., & Slight, S. P. (2017). Factors contributing to medication errors made when using computerized order entry in pediatrics: A systematic review. *Journal of the American Medical Informatics Association*, *25*(5), 575–584. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocx124>
- Tremblay, C., & Larone Juneau, A. (2018). «HOT FIVE» 5 minutes pour améliorer la pratique | OIIQ. <https://www.oiiq.org/en/-hot-five-5-minutes-pour-ameliorer-la-pratique>
- Weiner, J. P., Kfuri, T., Chan, K., & Fowles, J. B. (2007). “e-Iatrogenesis”: The Most Critical Unintended Consequence of CPOE and other HIT. *Journal of the American Medical Informatics Association: JAMIA*, *14*(3), 387–388. <https://doi.org/10.1197/jamia.M2338>
- Westbrook, J. I., & Lichtner, V. (2019). Why is measuring the effects of information technology on medication errors so difficult? *The Lancet Digital Health*, *1*(8), e378–e379. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(19\)30157-8](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(19)30157-8)
- WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology. (n.d.). *WHOCC - ATC/DDD Index*. Retrieved June 9, 2022, from https://www.whocc.no/atc_ddd_index/
- Yu, K., Nation, R., & Dooley, M. (2005). Multiplicity of medication safety terms, definitions and functional meanings: When is enough enough? *Quality & Safety in Health Care*, *14*(5), 358–363. <https://doi.org/10.1136/qshc.2005.014159>

Annexe 1 – Scénarios

Pour chaque scénario, répondre aux questions suivantes :

1. Est-ce que l'ordonnance a pu être réalisée ?
 - i. Oui / Non
2. Niveau de difficulté
 - i. Échelle de Likert de 1 à 5, où 1 =
3. Commentaire si applicable

Scénario 1

1. Entrer allergie à l'érythromycine
2. Prescrire clarithomycine 15mg/kg/jr PO bid
Risque : Allergie

Scénario 2 a

1. Prescrire divalproex 30 mg/kg/jr PO bid
2. Prescrire ertapenem 15 mg/kg IV bid
Risque : Interaction médicament - médicament

Scénario 2 b

1. Prescrire Ceftriaxone 50 mg/kg IV STAT puis q12h
Risque : mauvaise posologie (heure d'administration)

Scénario 3 a

1. Prescrire Lovenox (énoxaparine) 0,5 mg/kg SC bid
2. Prescrire Lovenox (énoxaparine) 1.5 mg/kg SC bid
Risque : Duplication

Scénario 3 b

1. Prescrire diphenhydramine 25 mg PO hs au coucher 20h
2. Prescrire diphenhydramine 50 mg PO à 8h
Risque : Fréquence non adéquate

Scénario 4

1. Prescrire insuline lispro 5 mL qid SC avant les repas et AC
Risque : Mauvaise unité de dose

Scénario 5

1. Prescrire sertraline 25 mg PO
Risque : Omission de la fréquence

Scénario 6

1. Prescrire Synthroid (levothyroxine) 50 mg PO die
Risque : Mauvaise unité de dose (et dose)

Scénario 7

1. Taper cyclo dans le SIEO
2. Taper cyclosporine 5 mg / kg bid PO
Risque : Risque de prescrire un autre médicament avec un nom similaire (*look-alike and sound-alike, LASA*)

Scénario 8

1. Prescrire acétaminophène 160mg PO q4h
Note : Le patient souhaite des comprimés croquables
Risque : Mauvaise formulation

Scénario 9

1. Prescrire quetiapine longue action 100 mg PO BID
Risque : Mauvaise fréquence (en fonction de la formulation du médicament)

Scénario 10

1. Prescrire Méthotrexate 15 mg/m² PO die
Risque : Mauvaise dose

Scénario 11

1. Prescrire ciprofloxacine 30 mg/kg/jr PO q6h
Risque : Mauvaise fréquence

Scénario 12

1. Prescrire prednisone PO en dose décroissante pour sevrage:
 - a. 50 mg x 1 jour, 8h qd
 - b. 40 mg x 1 jour, 8h
 - c. 40 mg x 1 jour, 8h
 - d. 40 mg x 1 jour, 8h
 - e. 10 mg x 2 jours, 8h
2. Puis cesser
Risque : mauvaise posologie (y a-t-il des workarounds à risque de générer des erreurs?)

Scénario 13

1. Prescrire Coumadin 3 mg PO Samedi et jeudi, et Coumadin 4 mg PO les autres jours (lun, mar, mer, ven, dim)
Risque : mauvaise posologie

Scénario 14

1. Prescrire Morphine 0,5 mg/kg SC q4h prn
Risque : Mauvaise dose pour la forme pharmaceutique (ou mauvaise forme pharmaceutique)

Scénario 15

1. Prescrire vancomycin 1g IV q8h
2. Changer la dose pour 900 g IV q8h
Risque : mauvaise dose

Scénario 16

1. Prescrire Dexamethasone 50 mg IV push (bolus)
Risque : mauvaise dose

Scénario 17

1. Prescrire fluticasone (Flovent) 250 mcg bid
Risque : aucun

Scénario 18

1. Prescrire amoxicilline 45 mg/kg PO bid
Risque : aucun

Scénario 19

1. Prescrire acétaminophène 15 mg/kg PO q4-6h PRN
Risque : aucun

Annexe 2 – Indicateurs de problèmes de prescription

Code d'intervention :

1. Problème clinique

- A. Duplication thérapeutique
- B. Allergie
- C. Interaction
- D. Médicament contre-indiqué
- E. Dose inappropriée - surdosage
- F. Dose inappropriée - sous-dosage
- G. Forme pharmaceutique inappropriée
- H. Intervalle posologique inapproprié
- I. Durée de traitement inappropriée
- J. Médicament non requis (deprescribing)
- K. Ajout d'un médicament indiqué
- L. Oubli de prescrire un médicament à domicile
- M. Ajustement de dose selon la situation clinique (ex : dosage tobramycine)

2. Problème technique / non conformité / illisible

N. Conformité de la feuille d'ordonnance

- N1. Numéro de dossier
- N2. DDN
- N3. Nom complet
- N4. Adressographe
- N5. Poids
- N6. Taille (si prescription en m²)
- N7. Statut allergique
- N8. Feuille d'ordonnance pré-rédigée (FOPR) validée et en vigueur

O. Conformité de la rédaction d'ordonnance

- O1. Date
- O2. Heure
- O3. Absence de rature ou altération
- O4. Permis de pratique
- O5. Signature du prescripteur
- O6. Nom générique (sauf si association)
- O7. Dose (masse ou concentration)
- O8. Association : dose en fonction du principe actif (PA) désiré
- O9. Voie d'administration
- O10. Intervalle posologique
- O11. Volume ou débit d'administration (perfusion)
- O12. Poids de prescription (pompe intelligente)
- O13. Pas d'abréviations interdites
- O14. Motif si prescription au besoin

Autres problèmes techniques

- P. Illisible (+indiquez la lettre correspondante)
- Q. Médicament manquant (ex.: rupture de stock, format non disponible)
- R. Hors formulaire
- S. Erreur de transcription à la saisie
- T. Erreur technique liée au CPOE
- Z. Inconnu (ex : scan indéchiffrable)

Annexe 3 – Grille STARE-HI

List of principles in the Statement on reporting of evaluation studies in Health Informatics (STARE-HI) guidelines (Talmon et al., 2009)

- 1 Talmon J, Ammenwerth E, Brender J, *et al.* STARE-HI—Statement on reporting of evaluation studies in Health Informatics. *Int J Med Inf* 2009;**78**:1–9.
doi:10.1016/j.ijmedinf.2008.09.002

Manuscript Title: Improving Medication Safety in a Pediatric Hospital: A Mixed-Methods Evaluation of a Computerized Provider Order Entry

Item #	Item and Description	Reported Section and Comments
	Title	Title
1	The title should give a clear indication of the type of system evaluated, the study question and the study design. The use of the term “evaluation” (or “assessment” or “study”) preceded by a specification of the type of study in the title helps to detect evaluation studies.	
	Abstract	Abstract (Section 1)
2	The abstract should preferably be structured and must clearly describe the objective, setting, participants, measures, study design, major results, and conclusions. In case there are major limitations in the study, these should be mentioned as well [31].	
	Keywords	Keywords (Section 1)
3	To secure proper indexing in, for example, Medline it is essential to provide good keywords. Among the keywords should be “evaluation” and keywords describing the type of system evaluated (e.g. EHR, LIS, telemedicine), the setting (e.g. primary care, secondary care), the outcome measures, the study design (e.g. RCT, before-and-after, field study). It is advised to use MESH terms as provided by [32] whenever possible since that will enhance retrievability of the paper in searches.	
4	Introduction	
	Scientific background	Introduction (Section 3)
4.1	The scientific background is a description of what is already known about the (type of) system that is object of study. We use the term system in a broad sense. It does not necessarily refer to a complete system, but can be restricted to a certain functionality of a larger system, or the usage of a more general application in a specific	

Item #	Item and Description	Reported Section and Comments
	<p>domain or for a specific purpose, etc. The term covers both hardware and software systems, functionalities and algorithms, and the organizational and social environment where relevant.</p>	
	<p>Rationale for the study</p>	
4.2	<p>Describes briefly the motivation for the study: what are the specific reasons to perform the study (scientific interest, justification for expenditure, insight into problems, addressing open research questions)? Is the study part of a larger research, development or implementation project? From which stakeholder viewpoint (if any) is the study performed? If possible, it should also be mentioned what influence the findings of the study may have.</p>	Introduction (Section 3)
	<p>Objectives of study</p>	
4.3	<p>The specific study questions and hypotheses must be described as concisely as possible. It should then be stated where appropriate whether any formal permission was obtained for example from institutional review boards (IRBs), ethics committees, staff committees, and the like.</p>	Introduction (Section 3)
5	<p>Study context</p>	
	<p>Organizational setting</p>	
5.1	<p>This should describe the health organization(s) where the system is being evaluated, including its geographical location and preferably its name. It should indicate what kind of health care facility it is (primary, secondary, tertiary care, home care, etc.). In case the whole organization is not involved, it should be made clear which departments have been involved in the evaluation (e.g. a 12-bed intensive care unit of a 320-bed urban referral hospital.).</p>	Results (Section 5i and 5iii)
	<p>System details and system in use</p>	
5.2	<p>The system description must permit the reader to understand how the system works (or is intended to work). The authors may refer to a technical description provided elsewhere, and this may reduce the technical description, but sufficient detail is still needed for the evaluation study report to be self-contained. Systems details should comprise the aim of the IT system (e.g. laboratory system, administrative system, nursing documentation system, CPOE system), type of system (home-grown, open source or commercial system), the type of information that is managed by the system (e.g. drug orders, nursing care plans), and the clinical or other tasks supported by the system (e.g. ordering processes, nursing documentation processes).</p>	Results (Section 5ii)

Item #	Item and Description	Reported Section and Comments
	<p>The description should also include information on (1) how wide-spread the system is used in the facility in which the system is evaluated, for how long and for what purpose and (2) number and professions of the users of the system in that facility.</p> <p>Any additional information to detail relevant aspects of the context in which the study was conducted should be mentioned (e.g. customization of software, user training, additional attention to the study, system only implemented shortly before the evaluation).</p>	
6	<p>Methods</p>	
	<p>Study design</p> <p>This describes the overall study design and the motivation for choosing it. The description of study design comprises the type of study, for instance observational study (case study), quasi-experimental study (e.g. before–after, with or without control; interrupted time-series with or without on–off-design), or experimental study (RCT). For an RCT, the authors should follow the CONSORT guidelines for all parts of Section 6. In case of non-RCT, the taxonomy presented in [33] can be used to describe the type of study. It should also be specified whether it is a laboratory study, simulation, or actual field study. If applicable, state reasons for choice of level of observation/participation (patients, professionals, clinics, hospitals, etc.).</p> <p>Throughout the description of the study design, the authors must show their awareness of specific and potential study design biases (for this purpose see the review of biases in [12, pp. 257–289, 34, pp. 209–215] by making a statement on their potential impact and how that is handled.</p>	<p>Methods (Section 4i for study design (observational pre-post study))</p> <p>Discussion (Section 6iii for bias)</p>
6.1		
	<p>Theoretical background</p>	<p>Introduction (Section 3)</p>
6.2	<p>Where appropriate, state the theories – with sufficient references – on which the study is based, which guided the selection of the measurement instruments used and which form the basis for interpretation of the results (e.g. the user acceptance model that guided a quantitative survey or the organizational theories that guided a qualitative study).</p>	<p>Clinical adoption meta model guiding the design of the study is mentioned,</p>
	<p>Participants</p>	<p>Methods (Section 4i)</p>
6.3	<p>Describe the methods of selection of participating users, patients, units, hospitals, etc., including – if applicable – inclusion and exclusion criteria for each type of participant in a study. In case of</p>	

Item #	Item and Description	Reported Section and Comments
	<p>a controlled trial, it should be specified how participants were allocated to intervention and control groups (randomization or other approaches—refer to CONSORT for more details [14,16]). State the basis of sample size calculations if applicable (power calculations).</p>	<p>Description of unit and study period (all reports were included)</p>
6.4	<p>Study flow</p> <p>Give sufficient details on date of beginning and end of the overall study and any study periods; give clear description and date of intervention (in experimental studies). In case of a study in which several methods have been used, specify when each method was used for which group. A flow diagram should be used to summarize the experimental study designs (like the RCT flowchart as required in CONSORT [13]). For observational studies, use a diagram showing study activities over time. In each case, indicate timeline and mark any important dates such as beginning of study, intervention, end of study, where appropriate compared to development milestones of the system (place/phase in life cycle).</p>	<p>Methods (Section 4ii)</p>
6.5	<p>Outcome measures or evaluation criteria</p> <p>Clearly state outcome measures or other evaluation variables of interest that were used in the study. Define to a sufficient detail the key concepts in the study such as medication error or user satisfaction. In open qualitative studies, no pre-defined outcome measure can be defined; however, when certain aspects are more in the focus of the researcher than others, these can be stated here (see also Section 6.2).</p>	<p>Introduction. (Section 3)</p> <p>Indicators of safety outcomes and strategy for continuous improvement are presented</p>
6.6	<p>Methods for data acquisition and measurement</p> <p>This section should provide sufficient detail such that others are able to duplicate the study or to use some of the methods for other studies.</p> <p>All relevant aspects of applied methods (e.g. questionnaire, interview, observation, log file analysis, chart review) should be described. Examples of aspects are location and setting of data collection, number and type of interviews, type and duration of observations, whether data collection was retrospective or prospective, professional background of the interviewers, blinding of observer and/or participants and/or analysts, etc. It should also be identified which outcome measures are covered by each of the selected methods.</p>	<p>Methods (Section 4ii)</p> <p>Describing data sources</p>

Item #	Item and Description	Reported Section and Comments
	<p>For every measurement or observation, information on their validation has to be given, with references to earlier work where necessary (e.g. was there a pre-test with assessment of inter-rater reliability? Was the questionnaire previously validated?). Newly designed measurement tools should be described in more detail, full disclosure of such tools should be given in the appendices or as supplementary material.</p>	
6.7	<p>Methods for data analysis</p> <p>This section describes the methods used for data analysis. The selection of those methods depends on data acquisition methods and study questions. When several methods are used, combine the description of data acquisition and data analysis for each method. For quantitative data, state the statistical techniques that have been used for analysis. For the analysis of qualitative data, indicate the analysis methods in detail. For all data analysis methods, indicate any software product used.</p> <p>Triangulation may be used to combine data from various sources [35,36]. When triangulation is used, it should be specified what kind of triangulation was applied (methods, measures, data, investigator or theory triangulation), and how the data were combined.</p> <p>Throughout the description of the data acquisition and data analysis, the authors must show their awareness of specific and potential data analysis biases (for more information, see [12, pp. 290–313] and [34, pp. 209–215]).</p>	<p>Methods (Section 4ii)</p> <p>Describing data analysis</p>
7	<p>Results</p> <p>Demographic and other study coverage data</p> <p>Give basic numbers on the size of the study, for example number of users observed/interviewed, documents or medical records analysed, distribution and return rate of questionnaires, number of observation days, pages of transcripts analysed, etc.</p> <p>When the study measures are related to persons, baseline demographic data and/or (clinical) characteristics of study participants (users, patients, and units) should be given, such as age groups, professions, usage patterns, patients' diagnostic scores, etc. In particular in qualitative studies the characteristics and qualities of the participants may be of more importance than sheer numbers. Information on number and type of drop-outs should be added as well with identification of reasons. Where appropriate, baseline data must be given for relevant groups separately (e.g. for control and intervention groups in trials, or for different professions or age groups when that is relevant).</p>	<p>Methods (Section 4ii)</p> <p>Includes period of data collection;</p> <p>Supplementary Material present medication- related data in pre and post periods.</p>
7.1		

Item #	Item and Description	Reported Section and Comments
7.2	<p>Unexpected events during the study</p> <p>Any event that may have influenced study design and/or results has to be described (e.g. deviations from timeline, system updates during the study, staff changes, educational interventions, system failure, high drop-out rate in one group and changes in management or organizational strategy during the study period). If possible, these events should be related to the timeline of the study. The authors should indicate to what extent these unexpected events might influence (bias) the study findings.</p>	<p>Results (Section 5iv)</p> <p>Describes the impacts of the pandemic on the study</p>
7.3	<p>Study findings and outcome data</p> <p>This is the major section, presenting the results of the study. For each study question, outcome variable and evaluation criterion, sufficient data should be presented.</p> <p>Qualitative data may be presented as text. Quotations from participants should be used to illustrate major points. These quotes should be anonymous, but have an indication of the type of person being quoted (e.g. Nurse 3).</p> <p>Quantitative data can be presented in tables and figures.⁶ Typically, each table, figure, etc., should be referenced in the text. The most important or relevant results should be emphasised here, and special notion should be given to unexpected or striking results such as differences between groups. Absolute numbers should always be provided; not only relative numbers.</p>	<p>Results (Section 5)</p>
7.4	<p>Unexpected observations</p> <p>Any unintended (positive or negative) side-effects of the system that were not in the focus of the study but that seem remarkable should be reported here. This could be, for example, the observation of bottlenecks in the clinical work- flow after system implementation, severe organizational problems that seem related to the new system, or persistent unsolicited responses on a specific effect of a system during a qualitative study that focussed on other aspects. Here the authors may report about the difference between the intended use as described in Section 5.2 and the observed actual use.</p> <p>The difference with Section 7.2 is that unexpected events may influence the findings (and may have caused changes of the study protocol), while unexpected observations relate to issues that arose during the study that could lead to additional insights, further recommendations, potential explanations for the findings or future research topics.</p>	<p>Results (Section 5)</p> <p>Incidents / accidents were documented as the main outcome of the study</p>
8	<p>Discussion</p>	

Item #	Item and Description	Reported Section and Comments
8.1	<p>Answers to study questions</p> <p>Interpret the data and answer your study question(s). Whereas in Section 7 the results are presented in detail, in this part of the report the answers to the study questions are in focus. Make explicit reference to the specific study questions either by restating them or by other cross-reference mechanisms.</p>	Discussion (Section 6i, ii and iii)
8.2	<p>Strengths and weaknesses of the study</p> <p>This section contains a critical discussion of the methods used. Describe the strong and weak points of the study, for example concerning the study design, comparability of intervention and control group with respect to baseline data, study execution, confounders, internal and external validity of findings, completeness of acquired data, drop-out of participants, representativeness of the participants, low- or high-response rates, etc. Refer here also to the information presented in Section 7.2. Discuss any biases that could be present and that would influence the findings of the study or the interpretation of the data.</p>	Discussion (Section 6iv)
8.3	<p>Results in relation to other studies</p> <p>Make clear what exactly is novel about your results. Describe to what extent the results are in agreement with findings of others and in this light provide information about the comparability with the study setting. When there is disagreement with findings of others, discuss possible reasons.</p>	Discussion (Section 6i and 6ii)
8.4	<p>Meaning and generalisability of the study</p> <p>Describe the meaning of the study findings, both for the various stakeholders in the study, for other institutions and for Health Informatics in general. In this context, discuss the generalisability/applicability of the study for other organizations. Refer here also to the information given in Sections 5.1, 5.2 and 8.2.</p>	Discussion and Conclusion (Sections 6iii and 7)
8.5	<p>Unanswered and new questions</p> <p>Discuss whether the study has shed new light on an issue and/or has raised new questions. Describe what research should/could be performed in the future to further improve our knowledge about the system and its effects. Refer here also to the information presented in Section 7.4.</p>	Discussion and Conclusion (Section 6iii and 7)

Item #	Item and Description	Reported Section and Comments
9	<p>Conclusion</p> <p>The conclusion summarizes the main findings, discusses the impact of the findings and how they relate back to the big picture described in the Section 1, gives recommendations by the authors and provides a short outlook for future research.</p>	Conclusion (Section 7)
10	Authors' contribution	Yes
11	<p>Competing interests</p> <p>A statement of the interests, financial or otherwise, the authors may have with respect to subject of study and which may – but not necessarily have – influenced the design of the study and/or the interpretation of the results [29]. This information should also make clear the relation of the study team towards the system being evaluated (developers, users, operators, internal quality assurance, external team, etc.).</p>	Yes
12	Acknowledgement	Yes
13	References	Yes
14	Appendices	Supplemental Material

Annexe 4 – Autorisation de consulter des dossiers d’usagers à des fins de recherche

Lettre amendée en date du 19 juillet 2019

Le 9 juillet 2019

Docteur Philippe Jovet
Service des soins intensifs
a/s Amina Hasanova
CHU Sainte-Justine

Objet : Autorisation de consulter des dossiers d’usagers à des fins de recherche

Ajouts: Amélie Boudjellab et de Man Qing Liang.

Docteur,

C’est avec plaisir que nous acceptons votre demande de consultation de dossiers médicaux dans le cadre de votre projet de recherche intitulé :

« **Évaluation de l’implantation de la documentation clinique et de la prescription électronique dans un établissement de santé du Québec** ».

Cette recherche se fera en collaboration avec les personnes identifiées sur le formulaire de consultation de dossiers médicaux ci-joint.

Par la présente, je vous autorise à prendre connaissance des dossiers à des fins de recherche, sans le consentement du patient ou du titulaire de l’autorité parentale du patient concerné, en vertu de l’article 19.2 de la Loi sur les services de santé et les services sociaux dans la mesure où les conditions suivantes sont respectées.

Je comprends que votre projet respecte les normes d’éthique ou d’intégrité scientifique généralement reconnues et que vous respecterez le caractère confidentiel des renseignements que vous obtiendrez. De plus, nous vous demandons de prendre les moyens requis pour qu’aucun renseignement permettant d’identifier le patient ne soit utilisé ou communiqué lors de cette recherche.

Cette autorisation est valable du **9 juillet 2019 au 9 juillet 2020** et ne vaut que pour les fins qui y sont énoncées.

De plus, les dossiers médicaux demandés pour consultation seront prêtés par le service des archives médicales pour une durée d’un mois seulement.

Parallèlement, vous devez adresser votre projet de recherche au comité d’éthique de la recherche. À cette fin, nous vous recommandons d’y joindre cette lettre dans Nagano.

Par ailleurs, nous transmettons une copie de cette autorisation ainsi que le formulaire de consultation de dossiers médicaux à la coordonnatrice des archives médicales, qui vous aidera dans votre démarche. Si plusieurs dossiers sont archivés à l’extérieur, elle vous en communiquera les frais.

Nous vous prions d’agrèer, Docteur, l’expression de nos sentiments les meilleurs.

Le Directeur des Services professionnels (DAMU)

Marc Girard, M.D.

MG/md

c. c. Coordonnatrice des archives médicales
Mme Geneviève Cardinal, présidente au comité d’éthique à la recherche

Tél.: 514 345-4625 / Téléc.: 514 345-4805





3175, Côte-Sainte-Catherine
Montréal (Québec)
H3T 1C5



CHU Sainte-Justine
Le centre hospitalier
universitaire mère-enfant

Université 
de Montréal

Annexe 5 – Formulaire de demande d'accès des dossiers médicaux à des fins de recherche

 <p>CHU Sainte-Justine Le centre hospitalier universitaire pour enfants Pour l'amour des enfants</p>  <p>Université de Montréal</p>	<p style="text-align: center;">DIRECTION DES SERVICES PROFESSIONNELS (DAMU)</p> <p style="text-align: center;">FORMULAIRE DE DEMANDE D'ACCÈS AUX DOSSIERS MÉDICAUX À DES FINS D'ENSEIGNEMENT, DE RECHERCHE OU D'ÉVALUATION DE L'ACTE</p>
<p>TITRE DU PROJET (DU COURS, DE L'ÉTUDE EN ÉVALUATION DE L'ACTE): Évaluation de l'implantation de la documentation clinique et de la prescription électroniques dans un établissement de Santé du Québec</p>	
<p>Type de demande:</p> <p><input type="checkbox"/> Nouvelle demande <input checked="" type="checkbox"/> Demande de prolongation / modification</p>	
<p>1. Objectifs poursuivis par ce projet :</p> <p><input type="checkbox"/> Évaluation de l'acte médical <input type="checkbox"/> Conférence / Colloque <input type="checkbox"/> Vérification de critères d'éligibilité <input type="checkbox"/> Étude rétrospective au dossier <input type="checkbox"/> Préparation d'une publication / Affiche <input type="checkbox"/> Case report / étude de cas <input checked="" type="checkbox"/> Autre : Implantation de la documentation clinique et de la prescription électroniques</p>	<p>2. Durée de la révision : ¹</p> <p>De : <u>juillet 2019</u> À : <u>juillet 2020</u></p>
<p>4. Demandeur responsable :</p> <p> Service : Soins intensifs pédiatriques</p>	<p>3. Nombre prévu de dossiers revus :</p> <p><u>indéterminée</u></p> <p>DR. PHILIPPE JOUVET NOM EN LETTRES MOULÉES</p> <p>Date : <u>26/06/2019</u></p>
<p>5. Autres membres impliqués dans le projet et fonction : [médecins, résidents, fellow ou autres] Ajouts : Amélie Boudjellab et de Man Qing Liang.</p> <p>NOM : JONATHAN LAPOINTE FONCTION : ÉTUDIANT</p> <p>NOM : PHILIPPE JOUVET FONCTION : CHERCHEUR</p> <p>NOM : AUDE MOTULSKY FONCTION : CHERCHEUR</p>	<p>NOM : PIERRE-FRANÇOIS GAUTIER FONCTION : ERGONOME APPLICATIF</p> <p>NOM : MARIE-PIERRE MOREAU</p> <p>NOM : SYLVAIN FOURNIER FONCTION : CHEF DU SERVICE D'INFORMATIQUE CLINIQUE</p>
<p>6. Autorisation – Appuyée par le chef de service / département :</p> <p> Service : Soins intensifs pédiatriques</p>	<p>DR. BARUCH TOLEDANO NOM EN LETTRES MOULÉES</p> <p>Date : <u>27-06-2019</u></p>
<p>7. Autorisation – Autres services potentiellement impliqués :</p> <p>_____</p>	<p>_____</p>
<p>SIGNATURE DU MÉDECIN</p>	<p>NOM EN LETTRES MOULÉES</p>
<p>¹ Durée : 3 mois ou 6 mois ou maximum 1 an</p>	
<p style="text-align: right;">DSP 2017</p>	

Annexe 6 – Approbation éthique



Le 28 avril 2020

Docteur Philippe Jovet
CHU Sainte-Justine

Objet	Renouvellement de l'approbation éthique - CÉR
	2018-1915 Évaluation de l'implantation de la documentation clinique et de la prescription électroniques dans un établissement de Santé du Québec. Co-chercheurs: Denis Lebel; Aude Motulsky F9-22849

Docteur,

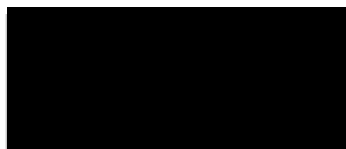
Les membres du comité restreint du Comité d'éthique de la recherche du CHU Sainte-Justine ont examiné votre demande de renouvellement de l'approbation éthique de votre projet cité en rubrique à leur réunion du 08 avril 2020. Suite à vos réponses satisfaisantes, l'approbation éthique de votre projet a été renouvelée par le Comité en date du 27 avril 2020 et les documents suivants ont été approuvés:

- Protocole de recherche modifié daté du 3 décembre 2018 (version 1.1)
- Formulaire d'information et de consentement daté du 25 avril 2019 (version 2)

Le formulaire d'information et de consentement n'ayant pas été modifié, il n'a donc pas été réstampillé. Nous vous prions de continuer à vous servir de cette version.

Tous les projets de recherche impliquant des sujets humains doivent être réévalués annuellement. La durée de votre approbation sera effective jusqu'au 27 avril 2021. Il est de votre responsabilité de soumettre une demande au comité pour que l'approbation éthique soit renouvelée avant la date d'expiration. Il est également de votre responsabilité d'aviser le comité dans les plus brefs délais de toute modification au projet et/ou de tout événement grave et inattendu susceptible d'augmenter le niveau de risque ou d'influer sur le bien-être du participant.

En vous souhaitant une bonne poursuite de votre projet,



Carolina Martin
Conseillère en éthique
Comité d'éthique de la recherche