



Évaluation d'EZDrips

Une application d'aide à l'administration de médicaments — Rapport

Rédigé par :
Labante Outcha Dare
Francis Le Roy

Mission de l'UETMIS

L'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du CHU Sainte-Justine (CHUSJ) a pour mission de soutenir les gestionnaires, médecins et professionnels de la santé dans leurs prises de décision. Elle utilise une approche d'évaluation claire, transparente et rigoureuse, basée sur des données probantes (preuves scientifiques, expérientielles et contextuelles).

Renseignements

Pour se renseigner sur cette publication ou sur toute autre activité de l'UETMIS du CHUSJ, s'adresser à :

Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS)

Centre hospitalier universitaire Sainte-Justine
Direction de la qualité, évaluation, performance et éthique, Bureau 403
5757, rue Decelles
Montréal (Québec)

Site Internet : [https://www.chusj.org/fr/Professionnels-de-la-sante/Evaluation-des-technologies- \(UETMIS\)](https://www.chusj.org/fr/Professionnels-de-la-sante/Evaluation-des-technologies- (UETMIS))

Pour citer document :

Dare LO, Le Roy F, Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du CHU de Sainte-Justine. Évaluation d'EZDrips : Une application d'aide à l'administration de médicaments. Québec, 2023 : 91

Comité exécutif de l'UETMIS

Marc Girard, MD — Directeur des services professionnels

Philippe Jovet, MD, Ph.D. — Professeur titulaire – intensiviste pédiatrique – responsable médical de l'UETMIS

Demandeur

Direction générale du CHUSJ.

Financier

Ce projet d'évaluation est financé par le budget de fonctionnement de l'UETMIS du CHUSJ.

Groupe de travail

Le groupe de travail est composé d'un professionnel des soins intensifs et d'un professionnel de la direction générale représentant le demandeur principal de ce mandat d'évaluation et de deux professionnels de l'UETMIS du CHUSJ.

Personnel des soins intensifs :

Samira Harakat, MSc : Infirmière-Cadre soins critiques pédiatriques

Personnel de la direction générale :

Anne-Marie Alarco, M.Sc., Ph.D. : Chef de l'Innovation CHUSJ

Camille Morasse-Bégis, M.Sc. : Adjointe à la PDG

Professionnels de l'UETMIS :

Francis Le Roy, B.Sc. : Agent de planification, de programmation et de recherche, UETMIS du CHUSJ

Labante Outcha Dare, MPH, M.Sc., Ph.D. : Agent de planification, de programmation et de recherche, UETMIS du CHUSJ

Rédacteurs

Labante Outcha Dare, MPH, M.Sc., Ph.D. : Agent de planification, de programmation et de recherche, UETMIS du CHUSJ

Francis Le Roy, B.Sc. : Agent de planification, de programmation et de recherche, UETMIS du CHUSJ

Relecture

Membres du groupe de travail

Geneviève Blain, MSc — Adjointe à la directrice - Direction de la qualité évaluation, performance et éthique du CHUSJ

Marc Girard, MD — Directeur des services professionnels CHUSJ

Philippe Juvet, PhD, MD — Professeur titulaire – Intensiviste pédiatrique – responsable médical de l’UETMIS du CHUSJ

Remerciements

La réalisation de cette évaluation a été rendue possible grâce à la collaboration des membres du comité exécutif de l’UETMIS, du comité de pilotage du projet ainsi que toutes les personnes sollicitées de près ou de loin.

Le comité de pilotage du projet exprime sa gratitude envers les créateurs de l’application EZDrips pour leur collaboration ainsi que tous les participants ayant pris part à l’enquête interne au CHUSJ et les participants externes qui ont été contactés dans le cadre de ce travail.

L’UETMIS remercie également la bibliothèque du CHUSJ pour son soutien et ses conseils lors de la recherche documentaire effectuée dans le cadre de cette évaluation.

Conflits d’intérêts

Aucun conflit d’intérêts n’a été signalé dans cette évaluation.

Abréviations et acronymes

CHUSJ	CHU Sainte-Justine
CIUSSS	Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux
CISSS	Centre intégré de santé et de services sociaux
CLSC	Centre local de services communautaires
CRCT	Cochrane Central Register of Controlled Trials
EED	Economic Evaluation Database
EIC	Electronic Infusion Calculator
FOPR	Feuilles d'ordonnances prérédigées
HTA	Health Technology Assessment
IC	Intervalle de confiance
ICCA	IntelliSpace Critical Care and Anesthesia
MEWS	Modified Early Warning System
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration
OMS	Organisation mondiale de la santé
p	Probabilité d'erreur
PedAMINES	Pediatric Accurate Medication in Emergency Situations
UETMIS	Unité d'évaluation des technologies et des modes d'interventions en santé
Rx	Réactifs
SD	Écart-type
STAI	State-Trait Anxiety Inventory
VAS	Échelle visuelle analogique

Table des matières

Mission de l’UETMIS	1
Renseignements	1
Comité exécutif de l’UETMIS	1
Demandeur	1
Financeur	2
Groupe de travail	2
Rédacteurs	2
Relecture	2
Remerciements	3
Conflits d’intérêts	3
Abréviations et acronymes	4
Table des matières	5
Liste des figures	8
Liste des tableaux	9
Liste des annexes	10
Synthèse du rapport	11
Introduction	12
Question décisionnelle et questions d’évaluation	13
Généralités sur les erreurs de médications et les supports de médication	14
Erreurs de médication en soins critiques pédiatriques	14
Supports de médication	17
Méthodes	18
Recherche documentaire, mots clés et équations de recherche	20
Évaluation de la qualité des documents et extraction des données	22
Autres sources d’informations (enquête, rencontres informelles et entrevues structurées)	22

Analyse des données de la recherche documentaire et des balisages interne et externe	23
Résultats	23
Caractéristiques générales des études incluses dans l'évaluation et types d'applications mobiles.....	25
Description des applications d'aide à la médication et leurs spécificités	25
Calculateur de perfusion électronique	26
Application pour tablette prenant en charge la préparation de médicaments.....	27
Application mobile propriétaire	27
Nursing Calculator.....	28
Application Pediatric Accurate Medication in Emergency Situations (PedAMINES)	29
Résultats des études descriptives.....	31
Résultats des études analytiques	33
Évaluation qualité des articles	43
Résultats contextuels et expérientiels	45
Résultats contextuels et expérientiels hors CHUSJ	45
Caractéristiques générales des participants aux entrevues	45
Principales thématiques.....	45
Définition et/ou description de l'application EZDrips et relations avec ses concepteurs	46
Utilisation de l'application et sa perception par les participants et de leurs collègues.....	46
Obstacles, enjeux et défis liés à l'utilisation et à l'implantation de l'application EZDrips.....	48
Facteurs facilitant l'utilisation de l'application EZDrips.....	48
Avantages, effets perçus et/ou valeur ajoutée de l'application	49
Autres applications utilisées par les participants et leurs établissements	51
Résultats contextuels et expérientiels au CHUSJ	53
Description de l'application EZDrips.....	53
Résultats du sondage au CHUSJ sur l'utilisation de l'application EZDrips.....	54
Discussion	59
Recommandations	61
Conclusion	64
Références	65

Annexes 73

Liste des figures

Figure 1 : Modèle logique de l'implantation de l'application EZDrips dans un établissement de santé	19
Figure 2 : Diagramme de flux du processus de sélection des documents.....	24
Figure 3 : Dispositif électronique EIC (Electronic Infusion Calculator)	26
Figure 4 : Vue d'ensemble de l'application	27
Figure 5 : Capture d'écran du « <i>Nursing Calculator</i> »	28
Figure 6 : Capture d'écran de l'application « <i>Pediatric Accurate Medication in Emergency Situations</i> » (PedAMINES)	30
Figure 7 : Période d'étude 1 (dopamine) et 2 (norépinephrine).....	34
Figure 8 : Boîtes à moustaches du temps de préparation du médicament et du temps de livraison du médicament pour les participants lors de l'utilisation de l'application mobile PedAMINES par rapport à l'utilisation du tableau des taux de perfusion	36
Figure 9 : Proportions de doses de médicament dans les marges de l'ensemble d'écart de dose par rapport aux doses prescrites pour chacun des 4 médicaments.....	39
Figure 10 : Boîtes à moustaches de l'inventaire de l'état-trait d'anxiété et du score analogique visuel par bras d'étude (STAI : « <i>State Trait Anxiety Inventory</i> » et VAS : « <i>Échelle visuelle analogique</i> »)	40
Figure 11 : Précision du dosage administré pour les scénarios de contrôle et d'application	41
Figure 12 : Probabilités de doses exactes et erronées	42
Figure 13 : Utilisation de l'application EZDrips aux soins intensifs du CHUSJ	54
Figure 14 : Utilisation de l'application EZDrips à l'urgence du CHUSJ.....	54
Figure 15 : Proportion d'utilité de l'application EZDrips pour les participants en soins intensifs.....	56
Figure 16 : Proportion d'utilité de l'application EZDrips pour les participants à l'urgence	56

Liste des tableaux

Tableau 1 : Mots clés et synonymes utilisés pour la recherche documentaire	21
Tableau 2 : Caractéristiques de la qualité méthodologique des études et scores de qualité obtenus selon la grille d'évaluation de Downs et Black.....	44
Tableau 3 : Obstacles à l'utilisation de l'application EZDrips au CHUSJ	58

Liste des annexes

Annexe 1 : Agence d'évaluation de technologies de santé considérées pour la recherche documentaire et résultats de la recherche	73
Annexe 2 : Questionnaire de l'enquête interne au CHUSJ	74
Annexe 3 : Guide d'entrevue structurée hors CHUSJ.....	80
Annexe 4 : Caractéristiques des études incluses dans l'évaluation de l'application EZDrips au CHUSJ	83
Annexe 5 : Articles retenus après sélection selon le titre.....	85
Annexe 6 : Livre de codes des entrevues structurées	90

Synthèse du rapport

Des aides, telles que des supports papier et des outils de santé en ligne, ont été développées pour éviter autant que possible les erreurs de médication, mais leur utilisation nécessite plus d'effort cognitif.

Dans ce contexte, l'utilisation d'appareils mobiles par les professionnels de la santé dans les soins critiques est courante et les applications mobiles liées au domaine de la médecine prolifèrent d'année en année, offrant un potentiel important pour améliorer la pratique médicale s'ils sont utilisés correctement. Ainsi, l'application EZDrips a été implantée depuis quelques années au CHUSJ, mais n'a jamais été évaluée. C'est dans ce cadre que la direction générale du CHUSJ a mandaté l'UETMIS afin de réaliser une évaluation de cette application d'aide la médication.

Le présent rapport d'évaluation évalue l'efficacité de l'application mobile EZDrips en tant qu'aide à la médication pour les soins de la population pédiatrique au CHUSJ. Il a été élaboré en collaboration avec le comité de travail, en modélisant tout d'abord l'intervention à évaluer. Ensuite, une recherche systématique a été menée dans plusieurs bases de données pour identifier des études de synthèse, des guides de pratique, des lignes directrices, des rapports et des études originales, ainsi que des protocoles de revues systématiques en cours et des essais cliniques randomisés en cours.

Les résultats de l'évaluation ont montré que les applications d'aide à la médication (comme EZDrips) retrouvées dans la littérature scientifique et grâce aux données contextuelles sont utiles et bénéfiques pour les professionnels de santé. En somme :

- l'UETMIS recommande l'utilisation de l'application EZDrips au CHUSJ car cette application répond aux critères essentiels d'une application de dosage de médicaments ;
- elle est basée sur des données locales, comprend des informations et des instructions importantes et a été développée par des concepteurs québécois. Sa fiabilité est renforcée par des références à des preuves scientifiques et cliniques dans l'application ;
- EZDrips est particulièrement utile dans les services de soins intensifs pédiatriques et dans la salle de réanimation de l'urgence où il est essentiel de calculer les doses avec précision, où les erreurs sont plus susceptibles de se produire et où le temps est un facteur essentiel ;
- l'utilisation d'une telle application peut améliorer les connaissances, les compétences et la confiance des professionnels de la santé, ce qui se traduit par une amélioration des résultats pour les patients.

Cependant, l'UETMIS souligne que l'utilisation d'EZDrips doit être accompagnée d'une formation adéquate pour garantir son efficacité et sa sécurité et que des améliorations supplémentaires ainsi que des recherches approfondies sont nécessaires pour optimiser l'impact de l'application sur la pratique médicale.

Introduction

Souvent fréquentes, les erreurs de médication peuvent survenir à différentes étapes (prescription/commande, transcription, distribution, administration et suivi du traitement) du processus de fourniture de médicaments au point de service (Cayot-Constantin et *al.*, 2010). Elles contribuent, dans certains cas, à augmenter la morbidité, la mortalité chez les patients et les coûts des soins de santé (Harder et *al.*, 2016; Valentin et *al.*, 2009; Calabrese et *al.*, 2001; Bates et *al.*, 1995). Leur fardeau économique mondial est considérable et a été estimé à 42 milliards de dollars US par an (Donaldson et *al.*, 2017). De plus, elles peuvent également entraîner des coûts importants en termes de dépenses pour les litiges, les soins primaires et les coûts hospitaliers (Walsh et *al.*, 2017).

Depuis 1999, plusieurs études ont été menées pour interpeller la communauté scientifique sur la nécessité de prêter une attention particulière aux erreurs d'administration de médicaments afin d'éviter, entre autres, les événements indésirables liés aux médicaments (Bates et *al.*, 1995). Ainsi, la prévention de ces erreurs de médication est devenue un enjeu majeur pour la sécurité des patients et devrait être une priorité pour les prestataires de soins de santé.

Chez les enfants hospitalisés, selon les résultats d'une recherche systématique, le type d'erreur de médication le plus couramment identifié est l'erreur de dosage (Ghaleb et *al.*, 2006), qui implique souvent une dose 10 fois supérieure à la dose réelle requise. Les antibiotiques et les sédatifs sont les classes de médicaments les plus couramment prescrits et sont plus fréquemment associés à ces erreurs de médication chez cette population. Plusieurs facteurs empiriquement constatés, tels que la distraction, le stress et les calculs qui doivent être effectués en fonction du poids corporel du patient, réduisent la probabilité que la bonne dose soit administrée en cas d'urgence (Erker et *al.*, 2012). Ces enfants sont une population vulnérable avec des besoins médicaux spécifiques par rapport aux adultes. Dans les hôpitaux pédiatriques (de la naissance à 18 ans), il a été constaté que des efforts supplémentaires sont nécessaires pour les réduire les erreurs de médication souvent fréquentes (Kaushal et *al.*, 2001).

Par conséquent, il est crucial de mettre en place des systèmes de médication sûrs pour protéger ces patients, notamment dans les situations critiques où la vie d'un patient est souvent en danger.

Pour ce faire, diverses aides, telles que des supports papier (rubans à mesurer, tables de dilution, livres et cartes de poches), ont été conçues pour éviter autant que possible les erreurs. Même si dans la pratique clinique quotidienne, ces supports papier sont encore utilisés pour une consultation rapide (Strauß, 2016), ce type d'accompagnement nécessite plus d'effort cognitif induit par la recherche d'informations pertinentes ainsi que les calculs compliqués qu'il faut réaliser sans se tromper, au risque de compromettre à la vie des patients en soins critiques. Pour atténuer le risque d'erreurs, plusieurs outils de santé en ligne ont été développés pour cibler et soutenir les prestataires de soins. Ces outils en ligne ont été développés pour notamment cibler et soutenir chaque étape individuelle de la médication, de la prescription, au suivi du traitement (Weant et *al.*, 2014); et leur utilisation peut aider à réduire la probabilité d'erreurs de médication. Dans ce cadre, l'utilisation d'appareils mobiles par les professionnels de la santé dans les soins critiques est courante et les programmes informatiques (appelé applications) liés au domaine de la médecine prolifèrent d'année en année (Gaziel-Yablowitz & Schwartz, 2018; Hitti et *al.*, 2021). Par définition, une application mobile est un logiciel qui peut être

exécuté sur un appareil mobile avec ou sans Internet (connectivité sans fil) (Franko & Tirrell, 2012).

Il est effectivement largement reconnu que ces applications mobiles ont un énorme potentiel pour améliorer la pratique médicale s'ils sont utilisés correctement (Wolters Kluwer Health, 2014). De plus, ces dernières années, il y a eu une augmentation significative de la quantité et de la qualité des programmes informatiques (appelés applications) mobiles de santé grâce aux efforts déployés, à la fois, par les professionnels de la santé et les développeurs d'applications (García-Sánchez et al., 2022; Haffey et al., 2014). En 2022, par exemple, plus de 40 000 applications médicales étaient disponibles sur les principales plateformes de téléchargement (Alonso et al., 2021; de la Torre Díez et al., 2018). Ces applications, selon ces auteurs, se sont révélées facilitantes pour l'échange d'informations entre les professionnels, les chercheurs et les patients et semble également faciliter l'accès à des services de qualité pendant la pratique clinique. Parmi elles, les applications les plus fréquemment utilisées par les professionnels de la santé sont les applications de formulaire médical et de référencement de médicaments, ainsi que les applications de diagnostic et de gestion des maladies. Elles sont un élément clef de la pratique clinique dans les services de soins critiques comme celles du Centre hospitalier universitaire Sainte-Justine (CHUSJ) à Montréal. En outre, elles peuvent être utilisées rapidement en raison de la nécessité de fournir une réponse rapide au large éventail de scénarios cliniques pouvant survenir dans des services de soins critiques (García-Sánchez et al., 2022).

Ainsi, une solution technologique, bénéficiant d'un bon accueil de la part des soignants et pouvant aider à une réduction significative des erreurs liées à l'administration du médicament et à la réduction du temps de préparation du médicament, comme l'application EZDrips, implantée au CHUSJ, pourrait être d'une réelle aide pour les professionnels de santé afin (Cushman et al., 2010; Hoyle et al., 2012; Su et al., 2000) : d'éviter ce genre d'erreurs, de perte de temps, de soulager les soignants de calculs fastidieux, de les aider à travailler même dans des situations de stress émotionnel de charge cognitive comme les soins intensifs, les urgences et les soins extrahospitaliers et de réduire la pression liée aux variations pharmacocinétiques spécifiques à la pédiatrie. Pour son implantation initiale au CHUSJ, l'application d'aide à la médication EZDrips a nécessité, entre autres, la pleine implication des professionnels du service des soins intensifs et du service de l'urgence où elle a été déployée au sein du CHUSJ pour un début. N'ayant jamais été évaluée dans sa portion pédiatrique, alors, la direction générale du CHUSJ a demandé à l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'interventions en santé (UETMIS) de réaliser une évaluation de cette technologie dans la pratique des professionnels de santé.

Question décisionnelle et questions d'évaluation

Conformément au plan d'évaluation préalablement élaboré et proposé au Comité exécutif de l'UETMIS du CHUSJ avant le début de ce travail, la question décisionnelle suivante a été posée : est-ce que l'application mobile EZDrips a une valeur ajoutée lors de l'administration des médicaments pour la population pédiatrique dans le contexte des soins critiques du CHUSJ et est-elle pertinente pour ces services dans lesquels elle a été déployée ?

Pour répondre à la question, les trois questions d'évaluation suivantes ont été formulées par l'UETMIS :

- existe-t-il d'autres applications mobiles d'aide à la décision comparable à l'application mobile EZDrips utilisée au CHUSJ et quelles en sont leurs spécificités ?
- quels sont les enjeux et les défis liés à l'implantation de ce type d'application dont notamment l'application mobile EZDrips dans le contexte du CHU Sainte-Justine ?
- et, de manière générale, quelles sont la valeur ajoutée et la pertinence de ce type d'application et plus spécifiquement dans le contexte d'un centre hospitalier spécialisé et surspécialisé comme le CHUSJ ?

Généralités sur les erreurs de médications et les supports de médication

Les erreurs de médication sont généralement présentes dans les environnements de soins critiques (Flaatten & Hevrøy, 1999; Valentin *et al.*, 2009) et leur incidence est probablement sous-estimée (Clarke, 2006; Hobgood *et al.*, 2006; Krähenbühl-Melcher *et al.*, 2007; Sanghera *et al.*, 2007; Valentin *et al.*, 2009). Empiriquement, plusieurs facteurs ont été observés comme pouvant réduire la probabilité d'administrer le bon dosage dans les situations critiques. Elles peuvent être dues à une série de causes sous-jacentes telles que : la distraction, le mauvais étiquetage, le stress; une charge de travail excessive pour les professionnels de la santé; un manque de connaissance des règles pertinentes; des erreurs de prescription, des calculs basés sur le poids corporel du patient; une sélection inadéquate des dosages de médicaments appropriés, de préparation et de dilution; des erreurs de voie d'administration; des confusions de flacons; des erreurs dans l'établissement des taux d'administration; une mauvaise communication; une connaissance insuffisante du médicament ou du patient; ainsi qu'un manque de technologies appropriées (Bates *et al.*, 1995; Calabrese *et al.*, 2001, 2001; Dean *et al.*, 2002; Flaatten & Hevrøy, 1999; Harder *et al.*, 2016; Lewis *et al.*, 2009; McDowell *et al.*, 2009, 2009; Schmucker *et al.*, 2019; Tissot *et al.*, 1999; Tully *et al.*, 2009; Valentin *et al.*, 2009).

Erreurs de médication en soins critiques pédiatriques

Dans les services d'urgence et des soins intensifs, l'incidence des erreurs de médication est mal connue et probablement sous-évaluée. Comme susmentionné, plusieurs facteurs peuvent influencer l'exactitude de la médication, notamment l'accord diagnostique, le niveau d'éducation médicale, la spécialité, l'approbation de la médecine d'urgence du médecin urgentiste préhospitalier, l'âge et le sexe du patient et le moment du déploiement (Strauß, 2016).

De toutes les prescriptions pédiatriques, les erreurs de médication représentent 5 à 27 % et sont responsables d'une mortalité et d'une morbidité importantes, avec environ 7 000 décès de patients pédiatriques chaque année aux États-Unis (Rinke *et al.*, 2014). Elles sont l'un des événements indésirables les plus courants dans le domaine des soins de santé au Canada et sont responsables de nombreux préjudices, dont 47 % sont liés

aux soins de santé et médicaments (Institut canadien d'information sur la santé | ICIS, 2023b), pouvant même conduire à la mort (Harder et *al.*, 2016). Au Canada, il a été aussi évalué qu'environ 2 % des admissions présentent un événement indésirable médicamenteux évitable entraînant une augmentation de la durée du séjour de 4,6 jours en moyenne, une augmentation des coûts hospitaliers estimée à 4 700 \$ par admission, soit un total de 2,8 millions de dollars pour un établissement d'enseignement d'environ 700 lits (Institut canadien d'information sur la santé | ICIS, 2023a).

Les enfants sont une population vulnérable ayant des besoins médicaux spécifiques, ce qui augmente le risque d'erreurs médicamenteuses potentiellement mortelles (Gonzales, 2010). Chez cette population, les erreurs de médication sont notamment fréquentes (Miller et *al.*, 2007) et il a été démontré que les erreurs de dosage lors de l'administration de médicaments les plus courantes sont causées par divers facteurs tels que la peur, l'ignorance, l'incertitude, la distraction, une mauvaise évaluation du poids du patient, la confusion entre des médicaments ayant des noms similaires, ainsi qu'une communication inadéquate (Erker et *al.*, 2012; Keers et *al.*, 2015; Miller et *al.*, 2007; Strauß, 2016). Ces erreurs surviennent trois fois plus souvent chez les enfants que chez les adultes et les surdoses accidentelles sont même huit fois plus fréquentes chez les enfants que chez les adultes (Woo et *al.*, 2015). Les enfants sont particulièrement vulnérables à cela en raison de leurs considérations organiques et physiologiques, notamment les variations liées à l'âge de la pharmacocinétique en termes d'absorption, de distribution, de métabolisme et d'élimination (American Academy of Pediatrics Committee on Drugs, 2003). Malgré la nécessité de calculer chaque dose individuellement chez cette population particulière, les erreurs de dosage et de prescription chez les enfants sont étonnamment élevées.

Par exemple, dans les situations pédiatriques critiques, telles que le choc septique, le choc cardiogénique, la réanimation cardio-pulmonaire et le retour de la circulation spontanée après la réanimation cardio-pulmonaire pour un arrêt cardiaque, la préparation et l'administration précises et sûres de médicaments par voie intraveineuse sont obligatoires (Flannery & Parli, 2016; Kaufmann et *al.*, 2012; Moyen et *al.*, 2008; Polischuk et *al.*, 2012; Truitt et *al.*, 2016). Cependant, la plupart des médicaments administrés par voie intraveineuse aux enfants sont fournis dans des flacons préparés à l'origine pour la population adulte (Strauß, 2016), ce qui conduit à la nécessité d'un calcul de dose spécifique, individuel et basé sur le poids et d'une préparation de médicament pour chaque enfant qui varie considérablement selon les groupes d'âge (Gonzales, 2010). Ce processus, sujet aux erreurs, et la faible tolérance aux erreurs de dosage des enfants (Kearns et *al.*, 2003; Manrique-Rodríguez et *al.*, 2014), les exposent à un risque élevé d'erreurs médicamenteuses potentiellement mortelles (Gonzales, 2010; Hoyle et *al.*, 2012; Kämäräinen, 2010; Kaufmann et *al.*, 2012). Dans les unités de soins intensifs néonatales et pédiatriques, par exemple, les erreurs dans les commandes manuscrites de perfusion continue peuvent atteindre 70% (Lehmann et *al.*, 2006).

En outre, l'administration rapide de médicaments d'urgence et la réanimation cardiorespiratoire précoce hors de l'hôpital sont des étapes critiques de la chaîne de survie en réanimation avancée pédiatrique. Les premières minutes sont cruciales pour obtenir des résultats neurologiques favorables et des taux de survie élevés, car chaque minute de retard dans l'administration de médicaments comme l'épinéphrine est associée à une diminution des chances de survie. Cependant, des facteurs tels que l'anxiété émotionnelle, des conditions exogènes difficiles et la pression du temps pour préparer les médicaments sur place peuvent ajouter à la complexité du processus de réanimation

pédiatrique préhospitalière. Des erreurs de médication peuvent également se produire, en particulier chez les nouveau-nés hospitalisés en unité de soins intensifs néonatale, principalement au stade de la commande des médicaments (Lehmann et al., 2006). Des efforts supplémentaires, tels que la saisie informatisée des ordonnances, sont nécessaires pour réduire ces erreurs et améliorer les résultats de la réanimation avancée pédiatrique. Aussi, le taux d'erreurs médicamenteuses augmente encore dans les environnements de soins intensifs nécessitant l'administration de plusieurs médicaments dont chacun peut avoir sa propre concentration, dose et volume (Kaufmann et al., 2012). Selon Ramadanov et al. (2019), la précision de la médication et les résultats de la réanimation avancée pédiatrique peuvent être influencés par un diagnostic correct de la part du médecin urgentiste préhospitalier et l'acquisition rapide d'expérience. En outre, les patients âgés et les déploiements préhospitaliers nocturnes ont été considérés comme présentant un risque accru d'erreurs de médication, d'après leurs études. Par conséquent, il est important de prendre en compte ces facteurs et de mettre en place des mesures pour améliorer la qualité de la réanimation avancée pédiatrique, en particulier en ce qui concerne l'administration de médicaments d'urgence et la réduction des erreurs de médication.

En milieu préhospitalier, ces erreurs sont signalées comme se produisant dans plus de 30% de tous les médicaments pédiatriques administrés. Dans ce contexte particulier où les soins initiaux doivent être dispensés rapidement par les services médicaux d'urgence (SMU), dans des environnements de terrain difficiles et avec des ressources et des prestataires limités, le dosage de médicaments incorrects est l'erreur la plus courante (Porter et al., 2014).

Dans le contexte préhospitalier, un taux élevé d'erreurs de médication a été signalé pour les médicaments pédiatriques, nécessitant une attention particulière dans l'administration des soins d'urgence (Hoyle et al., 2012). Les soins initiaux doivent être dispensés rapidement dans des environnements de terrain difficiles où les ressources et les prestataires sont limités (Cottrell et al., 2014), soulignant la nécessité d'une formation adéquate et de protocoles clairs pour les prestataires de soins d'urgence. Pourtant, dans ce contexte extrahospitalier à haut risque, les soins de santé pour les enfants sont souvent fournis par des soignants qui ont peu d'expositions aux enfants gravement malades, ne connaissent pas leurs besoins uniques en matière de médicaments et manquent des compétences pédiatriques spécialisées requises pour le dosage, la conversion, le calcul et la dilution des médicaments en fonction du poids. De plus, la plupart du temps, dans ce contexte critique, seul un seul paramédical est souvent souvent chargé de déterminer le poids du patient, de choisir le médicament le plus adapté, de calculer la dose de médicament et le volume approprié à injecter et de l'administrer au patient. Cependant, comme les ambulanciers paramédicaux sont peu exposés aux enfants gravement malades, ils manquent d'expérience pour administrer des médicaments d'urgence à des doses pédiatriques (Kaji et al., 2006), avec un minimum d'opportunités d'acquérir et de maintenir la compétence dans ce domaine (M. N. Shah et al., 2008; Su et al., 2000).

En somme, l'administration de médicaments dans les soins critiques est un processus complexe qui peut comporter des erreurs. La nature vulnérable des enfants, l'absence de préparations de médicaments pour enfants et la faible tolérance aux erreurs de dosage exposent davantage les enfants à un risque élevé d'erreurs médicamenteuses potentiellement mortelles.

Supports de médication

Pour faciliter et rendre efficient la préparation et l'administration des médicaments, les soignants ont souvent utilisé des supports papier tels que des tables à double entrée (Hagberg et *al.*, 2016). Des études ont montré que la saisie informatisée des ordonnances pourrait éviter la plupart des événements indésirables médicamenteux potentiels, soulignant l'importance des technologies de l'information dans la pratique médicale (Kaushal et *al.*, 2001). On dénombre aussi plusieurs outils de soutien au processus de médication dont certains se sont avérés utiles et pertinents pour réduire les erreurs de médication (Bernius et *al.*, 2008; Kaufmann et *al.*, 2012; A. N. Shah et *al.*, 2003; Larose et *al.*, 2017). Cependant, l'utilisation d'appareils mobiles par les professionnels de la santé doit être surveillée de près pour éviter toute distraction et assurer la sécurité des patients (Strauß, 2016).

Actuellement, l'utilisation des supports papier (rubans à mesurer, tables de dilution, livres et cartes de poches), aide précieuse et unique pour les professionnels de la santé de par le passé, commence à être de moins en moins courante selon certains auteurs (Strauß, 2016). Les téléphones intelligents et les applications (programmes informatiques ou logiciels exécutés sur des appareils mobiles avec ou sans connectivité sans fil) sont en train de remplacer les livres comme ressource principale utilisée dans la pratique clinique, car ils peuvent fournir aux professionnels de la santé un accès rapide à des informations précieuses et fiables pour aider à la prise de décisions et à la coordination des soins (Gaziel-Yablowitz & Schwartz, 2018; Hitti et *al.*, 2021). Il existe des preuves que les calculateurs électroniques ou basés sur Internet pourraient minimiser les erreurs de médication (Benjamin, 2003; Chan et *al.*, 2006) comme les applications mobiles. Des programmes ont été créés pour faciliter les calculs de dosage lors de l'administration des médicaments et des études ont même démontré la capacité de ces programmes à réduire les erreurs de médication lors de l'administration de médicaments, comme l'utilisation d'appareils portables avec un logiciel spécialisé pour l'administration des médicaments (Berner et *al.*, 2006; Fox et *al.*, 2007; Harder et *al.*, 2016; Kim et *al.*, 2012; Mosley-Williams & Williams, 2005; Paoletti et *al.*, 2007; Yap et *al.*, 2012). Depuis 2010, de plus en plus d'applications mobiles sont utilisées, en particulier, dans les milieux pédiatriques afin de soutenir le processus de médication en cas d'urgence (Erker et *al.*, 2012) avec quelques preuves d'efficacité en matière de réductions des erreurs de médication. Ces technologies numériques sont une ressource de plus en plus pertinente pour les services de santé, car elles peuvent améliorer la qualité, l'efficacité et la sécurité des soins de santé, un problème particulièrement pertinent en situation de soins critiques (Executive Board, 2017; García-Sánchez et *al.*, 2022). Mais, pour être autorisées, ces applications mobiles doivent être mises à jour avec des informations sur lesquelles l'utilisateur peut compter (Heimberg et *al.*, 2015; Strauß, 2016). En outre, afin de réduire les erreurs de médication et d'améliorer la qualité des soins pour les patients, il sera essentiel d'établir une collaboration efficace entre les prestataires de soins de santé, les technologies de l'information et les protocoles clairs pour l'administration de médicament.

Pour cela, il est important d'utiliser les stratégies les plus simples possibles, notamment dans les situations critiques comme les soins intensifs, les services d'urgence et les services préhospitaliers en milieu pédiatrique. Une solution technologique simple sous la forme d'une application d'aide au calcul des dosages de médicaments individualisés pour le patient en toute sécurité a beaucoup de possibilités de réduire les erreurs de médication selon les données empiriques du point de vue des prestataires de soins de santé et notamment chez la population pédiatrique où ces applications sont très

limitées. De plus, en raison de la large disponibilité des téléphones intelligents et de la possibilité de combiner les bases de données et le support de calcul dans une seule aide, les applications mobiles ont un fort potentiel pour améliorer la sécurité des patients dans les cas d'urgence (Baumann et al., 2019). Dans ce contexte, la question de l'importance de nouveaux outils pour améliorer la sécurité des patients est plus que justifiée. C'est dans ce cadre qu'au CHUSJ, de l'application mobile EZDrips d'aide à la décision ou de rappel lors de l'administration de médicaments a été implantée depuis quelques années pour une meilleure prise en charge des enfants et optimisation des soins aux enfants telles que le propose la vision 2050 de la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) (Gausche-Hill et al., 2021), ainsi que la réduction de 50 % des dommages graves et évitables associés aux médicaments dans tous les pays de 2017 à 2023 comme l'avait lancé l'Organisation mondiale de la santé (OMS) (Donaldson et al., 2017).

La section suivante présente les méthodes qui ont été utilisées pour évaluer l'application EZDrips au CHUSJ, dans le but de répondre aux questions posées.

Méthodes

Dès le début du mandat, une équipe des principaux acteurs et parties prenantes a été établie puis définie plus clairement par la suite afin d'inclure les collaborateurs clés cités dans la section « *Groupe de travail* » en début de ce rapport. L'Unité d'évaluation du CHU Sainte-Justine (UETMIS CHUSJ), en collaboration avec ces acteurs, a alors modélisé l'intervention à évaluer à travers le modèle général (**Figure 1**) sur la page suivante, présentant un modèle causal du problème, un modèle logique théorique et un modèle logique opérationnel.

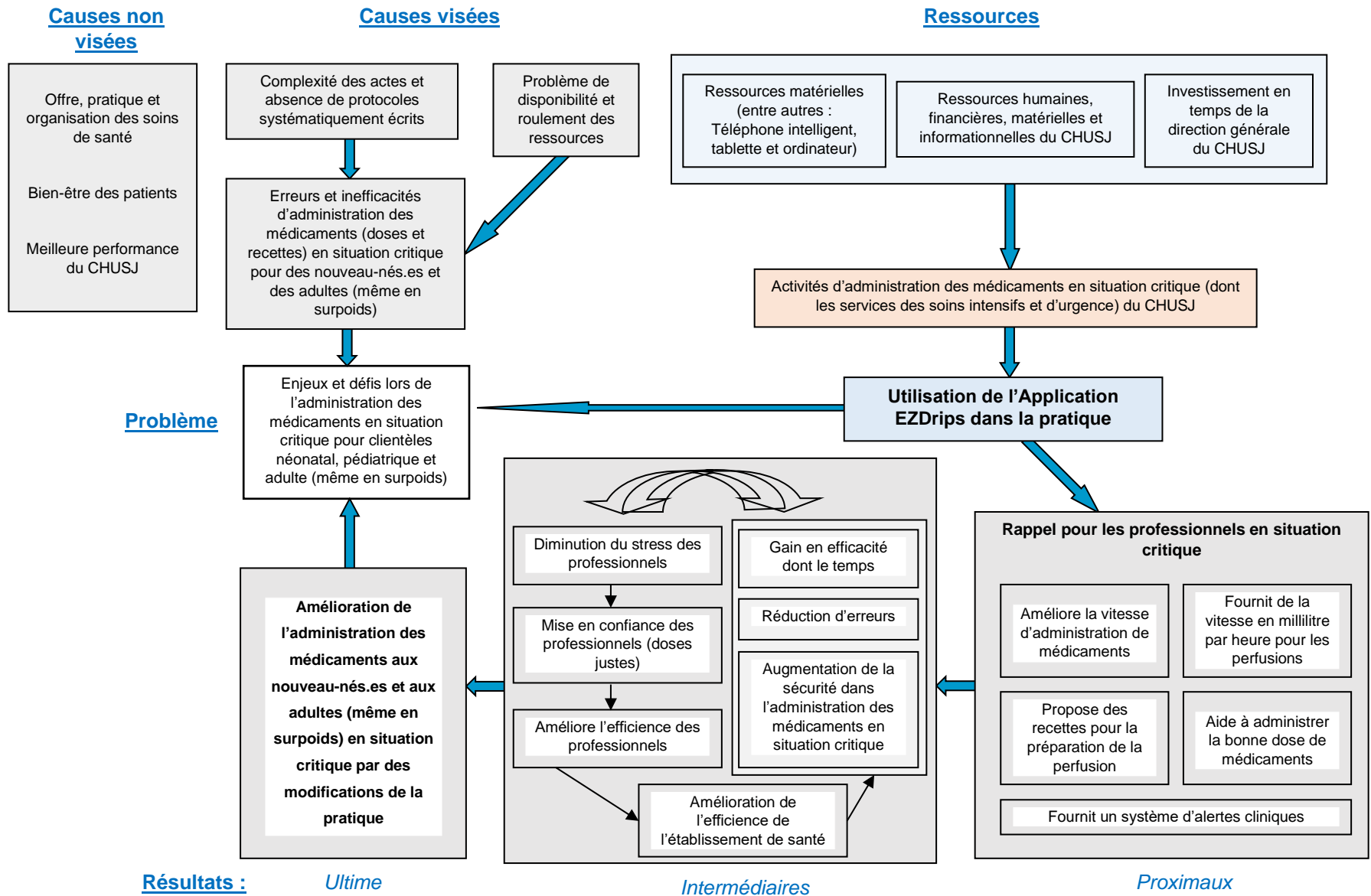


Figure 1 : Modèle logique de l'implantation de l'application EZDrips dans un établissement de santé

Recherche documentaire, mots clés et équations de recherche

La recherche documentaire a été systématiquement réalisée dans les bases de données Medline (PubMed), Embase, CINAHL, Web of Science, EconLit et NBER pour l'identification d'études de synthèse avec ou sans méta-analyse, des guides de pratique ou des lignes directrices et des études originales. Le moteur de recherches Google Scholar a été notamment utilisé pour tenter de retrouver les articles publiés et qui étaient difficiles d'accès sur les bases de données précédentes. Aussi, une recherche d'essais cliniques randomisés en cours de réalisation et de revues de la médecine fondée sur des données probantes a été réalisée sur Cochrane Central Register of Controlled Trials (CRCT), Health Technology Assessment (HTA) et Economic Evaluation Database (EED). Nous avons également recherché les protocoles de revues systématiques en cours publiés dans la base de données PROSPERO du Centre for Reviews and Dissemination (The University of York, National Institute for Health Research; www.crd.york.ac.uk/prospero/) et des essais cliniques randomisés (ECR) en cours sur les sites des U.S. National Institutes of Health (www.clinicaltrials.gov) et le Current Controlled Trials Ltd. de Springer Science+Business Media ((BioMed Central, www.controlled-trials.com)).

Dans ces bases de données, les mots clés suivants, en anglais, selon la proposition du thésaurus de la base de données ont été utilisés afin de construire des équations de recherche et identifier les documents pertinents. Nous avons également, au début de la recherche documentaire, utilisé le MeSH bilingue français/anglais de l'Institut de la santé et de la recherche médicale (Inserm) en France (mesh.inserm.fr/FrenchMesh/search/index.jsp) pour trouver les mots clés exacts qui correspondaient à notre objectif.

Tableau 1 : Mots clés et synonymes utilisés pour la recherche documentaire

	Mot clé	Synonyme
Technologie	Cell phone	Mass communication Smartphone Mobile telephone General device
	Medical app	Medical application Mhealth mhealth application Mobile Applications Smartphone app Smartphone application Mobile App
Service	Critical Care	-
	Emergenc Emergency Medical Services Ambulance	Emergency health service
	Intensive care Intensive Care Units, Pediatric	ICU PICU NICU MICU
Intervention	Medication error Medication administration Emergency health service Drug Administration Routes Infusion Inject	Drug administration Administration of medication Injection
Personnel	Paramedics	-

Sur Pubmed, par exemple, l'équation de recherche construite en reliant les mots clés ci-dessus par des opérateurs booléens était la suivante :

« (Medical app[tiab] OR medical apps[tiab] OR medical application*[tiab] OR mhealth app[tiab] OR mhealth apps[tiab] OR mhealth application*[tiab] OR smartphone app[tiab] OR smartphone apps[tiab] OR smartphone application*[tiab] OR Mobile Applications[mh] OR Cell Phone [Mesh] OR Mobile App[tiab]) AND ("Emergency Medical Services"[Mesh] OR "Critical Care"[Mesh] OR "Paramedics"[Mesh] OR Intensive Care Units, Pediatric[mh] OR intensive care[TIAB] OR critical care[tiab] OR ICU[tiab] OR ICUs[tiab] OR PICU[tiab] OR NICU[tiab] OR MICU[tiab] OR emergenc*[tiab] OR paramed*[tiab]) AND ("Medication Errors"[Mesh] OR Drug Administration Routes[mh] OR "medication administration"*[tiab] OR "administration of medication"*[tiab] OR "drug administration"*[tiab] OR medication error*[tiab] OR infusion*[tiab] OR inject*[tiab]) ».

De plus, nous avons recherché les documents qui pouvaient se révéler pertinents sur les sites Internet de 13 organismes en évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (ETMIS) et ceux d'associations professionnelles aussi bien au Québec, qu'ailleurs dans le monde (voir en **Annexe 1** la liste des organismes consultés

ainsi que leurs sites Internet). Pour cela, une combinaison des mots clés a été formulée afin de retrouver les articles pertinents selon les spécificités de chaque site Internet. À la fin de ces processus de recherche et de sélection documentaires, les références des articles inclus dans l'évaluation ont été ensuite examinées pour rechercher d'autres documents éligibles qui auraient pu nous échapper.

Les critères suivants ont été utilisés pour sélectionner les documents pertinents dans le cadre de notre évaluation, et ce, sans restriction de date. Ces documents, pour être sélectionnés, devaient aborder un ou plusieurs des éléments suivants, en rapport avec les trois questions de cette évaluation, qui étaient :

- concerner une application mobile d'aide à la décision lors de l'administration d'un médicament ;
- aborder les enjeux et/ou défis liés à leurs implantations ;
- présenter la valeur ajoutée et/ou la pertinence d'une application d'aide à la décision lors de l'administration d'un médicament ;
- et, porter sur des humains, quel que soit l'âge afin d'augmenter les chances d'obtenir plus de résultats probants étant donné la spécificité de l'intervention à évaluer.

Évaluation de la qualité des documents et extraction des données

Ensuite, la qualité des articles retenus a été évaluée à l'aide de la grille d'évaluation de Downs et Black (1998) par deux investigateurs : LOD et FLR. L'extraction des données des documents pertinents retenus a été réalisée par les deux évaluateurs indépendants. Avec cette extraction, les données suivantes ont été collectées pour chaque article : le ou les auteur(s), l'objectif de l'étude, le lieu de réalisation de l'étude, la période, le type d'étude, les sujets d'intérêt de l'étude, les caractéristiques des participants, les principales méthodes statistiques utilisées dans l'étude, et les principaux résultats de l'étude.

Autres sources d'informations (enquête, rencontres informelles et entrevues structurées)

Afin de nuancer nos données avec les données contextuelles et expérientielles collectées sur l'application EZDrips auprès des prestataires de soins de santé CHUSJ à travers une enquête à l'aide de l'outil « *Forms* » de Microsoft Office, nous avons eu des rencontres avec, aussi bien, les initiateurs de l'application EZDrips, qu'avec différents prestataires d'établissements de santé utilisant l'application EZDrips au Québec et hors du Québec. Des entrevues ont été notamment réalisées auprès d'autres prestataires de soins de santé en dehors du CHUSJ, au Québec et à l'extérieur Canada (en France) et des rencontres informelles ont été tenues avec deux différents membres parmi les développeurs l'application EZDrips afin d'en savoir plus sur cette application et ceux qui l'utilisent à travers le monde actuellement.

À la fin de la collecte des données, une synthèse qualitative de type narratif des différentes entrevues a été proposée, en se focalisant, dans la partie résultats, ci-dessous, sur les thématiques qui répondaient à nos questions d'évaluation. Le questionnaire de

l'enquête et le guide d'entrevue structurée sont présentés, plus bas, en annexes (**Annexe 2 & Annexe 3**) de ce rapport.

Analyse des données de la recherche documentaire et des balisages interne et externe

Les données issues de la recherche documentaire ont, quant à elles, été analysées en présentant les caractéristiques générales de chaque article ainsi que leurs limites respectives. De plus, l'évaluation de la qualité des articles grâce à la grille de Downs et Black a été présentée. Ensuite, les résultats ne permettant pas une agrégation des données ou groupes ou sous-groupes, les principaux résultats de ces études ont été présentés succinctement en faisant ressortir les points clés selon le type d'étude (essai randomisé, étude descriptive, étude de simulation). Après cela, comme susmentionnée, l'analyse thématique a été réalisée pour les entrevues organisées à l'aide d'un traitement de données dans le logiciel QDA Miner Version 6.0.10. Les résultats quantitatifs de l'enquête ont été également réalisés à l'aide de l'outil « *Forms* » de Microsoft Office.

À la suite de cette recherche systématique de documents, nous avons identifié plusieurs articles répondant aux critères d'inclusions dont les principaux résultats sont présentés ci-dessous.

Résultats

Au total 1 030 documents ont été retrouvés dans tous les bases de données et sites Internet considérés pour ce travail. En suivant le processus de sélection étape par étape (présenté à la **Figure 2**), les articles ont été successivement sélectionnés selon le titre, le résumé, l'article au complet, conformément aux critères d'inclusion préétablis. Deux articles qui semblaient pertinents ont été retrouvés à partir des références des articles parcourus au complet et l'un d'entre eux a été finalement pertinent pour être inclus dans cette évaluation. À la fin du processus de sélection, au total, neuf articles scientifiques pertinents portant sur l'utilisation d'une application mobile d'aide à la médication ont été inclus et exploités pour ce rapport.

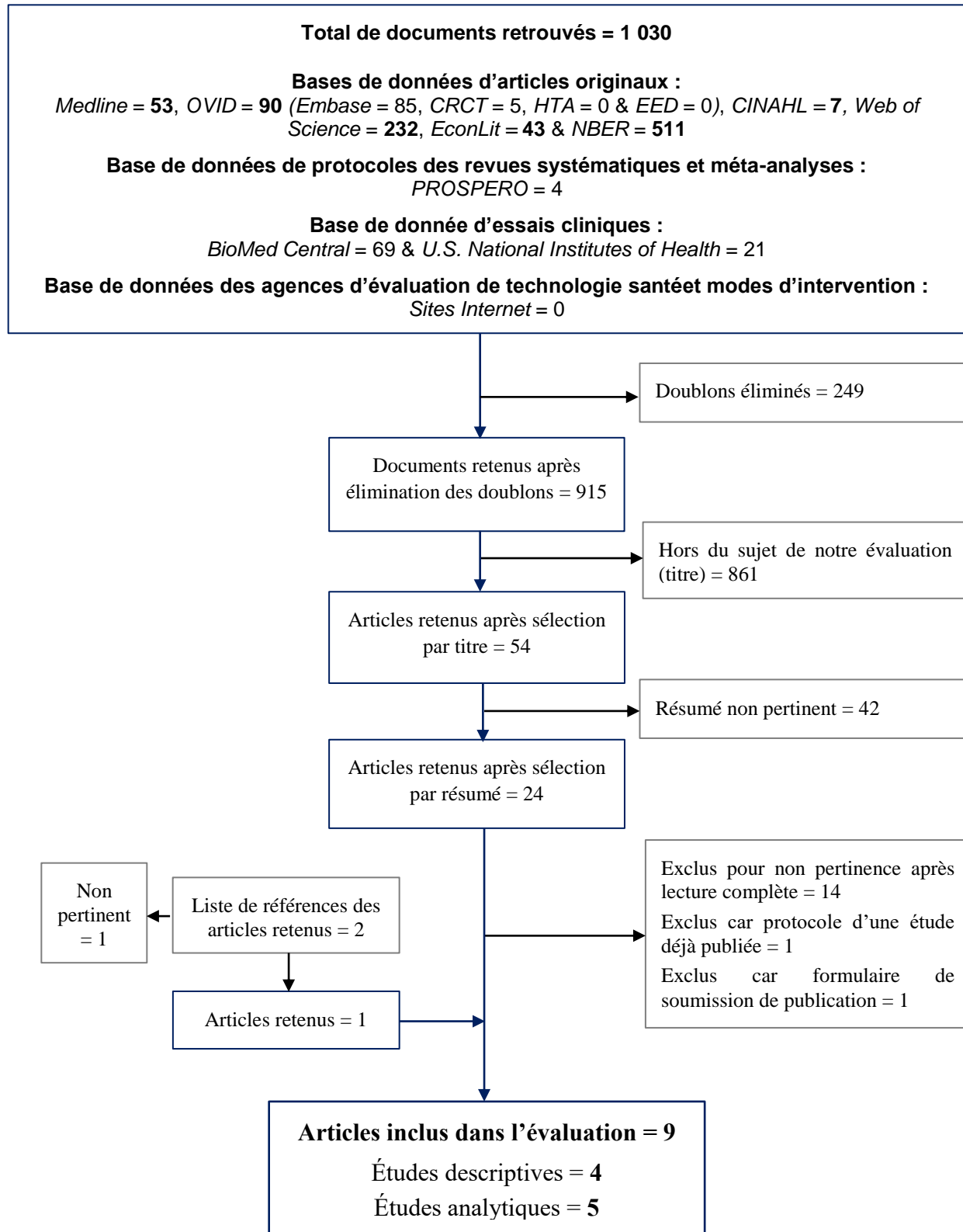


Figure 2 : Diagramme de flux du processus de sélection des documents

Dans l'ensemble, le contenu des articles inclus montre que la recherche de nouvelles méthodes pour réduire les erreurs de médication pédiatrique est d'une importance primordiale. Toutefois, la recherche dans ce domaine est encore rare à ce jour. Pour preuve, sur les 1 030 documents publiés, seulement neuf articles scientifiques concernaient l'utilisation d'une application (programme informatique) d'administration de médicaments afin des réduire les erreurs de médications, aussi bien en soins adultes qu'en soins pédiatriques où ces erreurs sont courantes et souvent dues, entre autres : à la constitution des enfants et à la nature de certains médicaments généralement destinés aux adultes devant être préparés pour les soigner.

Caractéristiques générales des études incluses dans l'évaluation et types d'applications mobiles

Les caractéristiques des différentes études incluses dans cette évaluation à la suite de la revue de la littérature étaient très hétérogènes. Elles sont toutes présentées en **Annexe 4** de ce document et elles renseignent sur les informations suivantes : l'auteur ou les auteurs de l'article, le journal de publication de l'article, le lieu où l'étude a été menée, la période pendant laquelle a eu lieu l'étude, le devis de l'étude, les sujets d'intérêt de l'étude, les informations sur les participants, les méthodes et tests utilisés, l'objectif de l'étude et les principales données sur les résultats de l'étude. Les références des 54 articles, retenus après la sélection selon le titre de documents retrouvés, sont jointes en annexes de ce rapport (**Annexe 5**).

Comme présenté dans le tableau descriptif en **Annexe 4**, sur les neuf articles scientifiques considérés, tous publiés en anglais, quatre (44 %) étaient des études descriptives (Ehrler & Siebert, 2020; Hagberg et al., 2016; Kurian et al., 2021; Venkataraman et al., 2016) et cinq (56 %) étaient des études analytiques (Baumann et al., 2019; Lacour et al., 2021; Siebert et al., 2017, 2019, 2021). Aussi, deux tiers des études (6/9) ont été menés en Suisse (Ehrler & Siebert, 2020; Hagberg et al., 2016; Lacour et al., 2021; Siebert et al., 2017, 2019, 2021) et une étude dans chacun des pays suivants : Allemagne, Inde et Royaume-Uni. Les essais cliniques randomisés ont été menés tous dans des situations de simulation, c'est-à-dire sur des mannequins (Baumann et al., 2019; Hagberg et al., 2016; Lacour et al., 2021; Siebert et al., 2017, 2019, 2021). Les plus récentes publications parmi ces articles datent de 2021 et les plus anciennes de 2016.

Description des applications d'aide à la médication et leurs spécificités

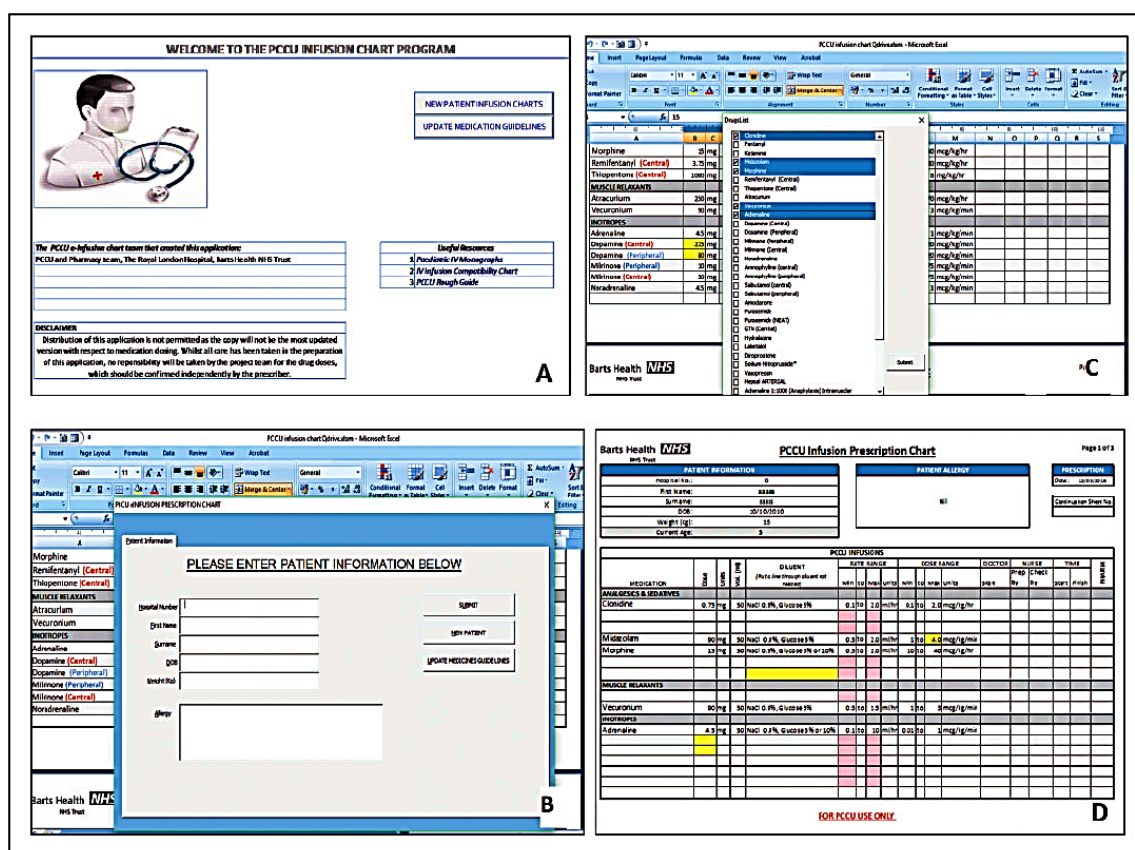
La revue de la littérature a permis d'identifier actuellement cinq différentes applications mobiles/électroniques (logiciels fonctionnant sur un téléphone intelligent ou sur un ordinateur avec ou sans connexion sans fil) d'aide à la médication ayant fait l'objet d'études scientifiques publiées et comparables à l'application mobile EZDrips utilisé dans le contexte du CHUSJ.

Les trois premières applications, par ordre chronologique de publication, étaient : un calculateur de perfusion électronique appelé «*EIC : Electronic Infusion Calculator*» par les auteurs (Venkataraman et al., 2016); une application pour tablette fonctionnant à la fois sur Android et IOS sans nom particulier donné par les auteurs pour la désigner (Hagberg et al., 2016); et, une autre application mobile propriétaire sans nom particulier

fournit par les auteurs de l'étude (Baumann et al., 2019). La quatrième était une application pour téléphone intelligent nommée «*Nursing Calculator*» par les auteurs (Kurian et al., 2021). La dernière application était «*PedAMINES*», une application mobile disruptive pour lutter contre les erreurs de médication pédiatrique. Cette dernière, à elle seule, a fait l'objet des cinq études scientifiques (Ehrler & Siebert, 2020; Lacour et al., 2021; Siebert et al., 2017, 2019, 2021).

Calculateur de perfusion électronique

Le dispositif électronique EIC («*Electronic Infusion Calculator*») ou Calculateur de perfusion électronique a été développé au Royaume-Uni dans une unité de soins intensifs pédiatriques de six lits au Royal London Hospital, Londres au Royaume-Uni. Il permet de déterminer la concentration, le taux et la dose appropriés pour un médicament sélectionné en fonction du poids et de l'âge d'un enfant et est basé sur un format électronique utilisant Microsoft Excel pour plus de simplicité et de flexibilité.



Légende : (a) la page principale de l'EIC, (b) les données démographiques du patient, (c) la liste des médicaments et (d) une ordonnance valide

Figure 3 : Dispositif électronique EIC (Electronic Infusion Calculator)

Source : (Venkataraman et al., 2016)

Les options de médicaments, la méthode de dilution et la plage posologique ont été convenues entre des consultants, la pharmacie et le personnel infirmier, et des formules de calcul ont été créées et validées pour différentes tranches d'âge et de poids

par des pharmaciens formés. Ces formules ont été programmées dans la feuille de calcul pour un calcul automatique en utilisant l'âge et le poids saisis pour les médicaments sélectionnés. Le prescripteur doit remplir toutes les informations obligatoires sur le patient avant de sélectionner les médicaments à partir d'une liste prédéfinie de 37 médicaments couramment prescrits. Aussi certains médicaments de réanimation d'urgence ont été inclus dans le calculateur, bien qu'ils ne sont pas administrés en perfusion continue. Une fois que toutes les informations ont été saisies, le système calcule la concentration, le taux et la dose des médicaments sélectionnés en conséquence, puis les imprime dans un tableau de prescription que le prescripteur doit signer.

Application pour tablette prenant en charge la préparation de médicaments

Cette solution consiste en une application pour tablette qui fonctionne sur les systèmes d'exploitation Android et IOS et qui a été développée en Suisse. Les infirmières peuvent entrer le poids du patient dans l'application, qui leur propose ensuite une liste des médicaments qui conviennent pour ce patient. Une fois qu'un médicament est sélectionné, l'application affiche les instructions de préparation et le dosage précis adapté au poids du patient. Un exemple de son interface utilisateur est présenté ci-dessous.

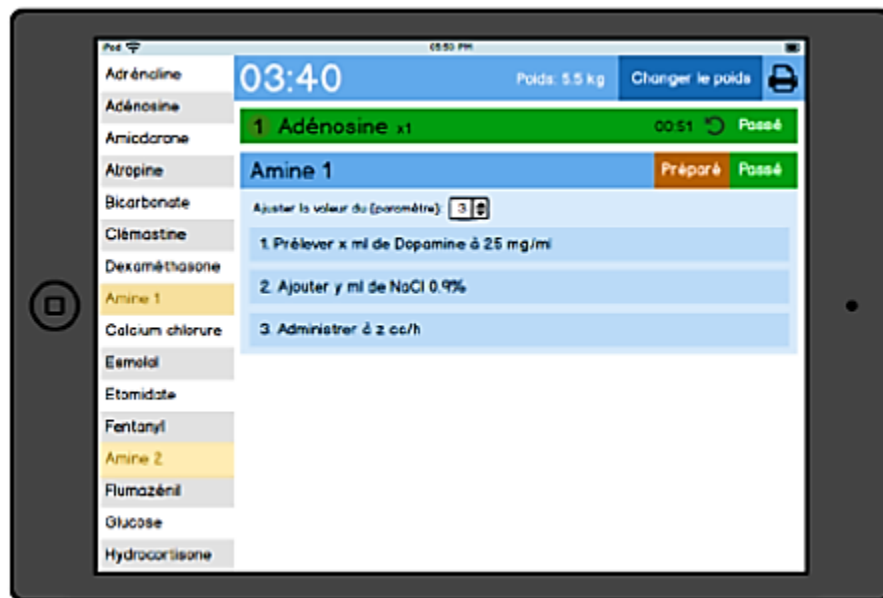


Figure 4 : Vue d'ensemble de l'application

Source : (Hagberg et al., 2016)

Application mobile propriétaire

Cette application mobile a été conçue, en Allemagne, par Baumann et al. (2019) afin de faciliter le calcul et l'administration de médicaments intraveineux en cas d'urgence. Elle vise à offrir à ses utilisateurs les avantages à la fois d'un outil de référence pour trouver des informations de dosage et d'une aide au calcul. Sa base de données contient des informations posologiques sur les médicaments, basées sur des sources

professionnelles fiables. L'utilisateur doit entrer l'âge et le poids du patient, choisir le médicament et sélectionner le dosage approprié. Une fois ces étapes franchies, l'application affiche toutes les informations importantes pour l'administration des médicaments dans un aperçu clair et concis.

Nursing Calculator

Cette application mobile, ci-dessous (**Figure 5**), destinée aux infirmières et développée en Inde, a pour objectif de faciliter le calcul précis des posologies de médicaments et des taux de perfusion dans les unités de soins intensifs.



Figure 5 : Capture d'écran du « *Nursing Calculator* »

Source : (Kurian et al., 2021)

Pour élaborer cette application, des formules de calcul couramment utilisées et des scores d'évaluation en soins intensifs ont été recueillis. Les infirmières ont été

interrogées sur leur façon de calculer ces données et sur le temps qu'elles y consacraient. À partir de ces observations, la possibilité de créer une application pour téléphones intelligents encapsulant toutes ces formules et scores a été explorée en collectant des informations sur le développement, la validation et le test d'une telle application à partir de différents sites Internet. Enfin, des tests de validation ont été réalisés pour comparer les résultats calculés manuellement avec ceux obtenus via l'application. À la fin, l'application permettait d'incorporer plusieurs formules, y compris : la dose souhaitée, les gouttes/minute, la conversion $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ en mL/h , la formule de correction bicarbonate, la formule de correction potassium, la formule Holliday-Segar, l'indice de masse corporelle, la surface corporelle et la conversion de température de Fahrenheit à Celsius. En outre, plusieurs scores d'évaluation ont également été inclus dans le calculateur : le score d'évaluation de la défaillance séquentielle des organes; l'échelle de coma de Glasgow; l'échelle de coma de Glasgow pédiatrique; le score de Braden, le score de douleur; le score MEWS (« *Modified Early Warning System* »); et, le score d'Apgar.

L'objectif principal de cette application était d'aider les infirmières à fournir des soins plus précis et plus sûrs à leurs patients en évitant les erreurs d'administration de médicaments, comme pour la dernière application suivante appelée PedAMINES (Ehrler & Siebert, 2020; Lacour et al., 2021; Siebert et al., 2017, 2019, 2021) qui a été retrouvé lors de la recherche documentaire.

Application Pediatric Accurate Medication in Emergency Situations (PedAMINES)

L'application pédiatrique de médication précise dans les situations d'urgence (PedAMINES, pour « *Pediatric Accurate Medication in Emergency Situations* ») a été conçue comme un guide étape par étape pour la préparation à l'administration de médicaments par voie intraveineuse et pour répondre au besoin non satisfait de réduire les erreurs de médication pédiatrique (Ehrler & Siebert, 2020). Elle est une application mobile (« *mHealth* ») novatrice, destinée à prévenir les erreurs de médication pédiatrique et qui a été développée en Suisse grâce à la participation des soignants des services d'urgence, des développeurs de logiciels et des ergonomes, tout en se basant sur des données probantes et en adoptant une approche centrée sur l'utilisateur. L'interface de l'application a été conçue pour réduire la charge cognitive en respectant les principes de conception et en permettant une utilisation sans connexion cellulaire ou WiFi une fois les listes de médicaments téléchargées sur l'appareil (**Figure 6**).

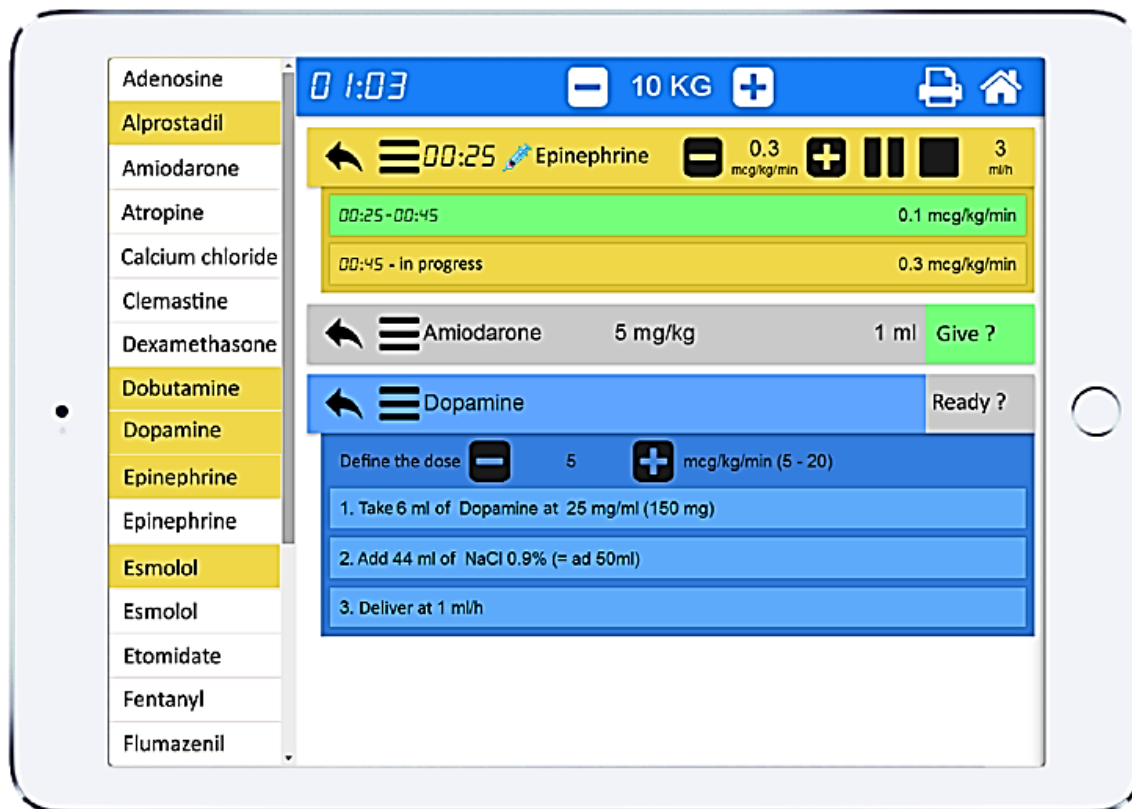


Figure 6 : Capture d'écran de l'application « *Pediatric Accurate Medication in Emergency Situations* » (PedAMINES)

Légende : La liste des médicaments en bolus intraveineux (boîtes blanches) et des médicaments pour perfusion continue (boîtes jaunes) peut être sélectionnée dans la marge gauche de l'application. La fenêtre de droite montre les médicaments sélectionnés par l'infirmière pour un enfant de dix kilos. Dans cet exemple de capture d'écran, l'épinéphrine est administrée à un débit de perfusion de 0,3 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$. L'amiodarone est sélectionné et prêt à être injectée, en attente de la confirmation de l'infirmière. La dopamine est préparée par l'infirmière suivant un cheminement descriptif, détaillé et calculé automatiquement par l'application. Le logo de l'imprimante dans le coin supérieur droit indique que toutes les actions effectuées par les infirmières sont séquentiellement enregistrées dans des fichiers historiques qui peuvent être récupérés et imprimés à tout moment.

L'application PedAMINES comprend un éditeur de médicaments qui permet aux utilisateurs de créer et de modifier des listes de médicaments en fonction de leurs besoins locaux. Les listes peuvent être partagées entre les soignants et les institutions en utilisant des codes d'identification uniques, ce qui facilite la coordination des soins. Elle fournit aussi une liste exhaustive de médicaments intraveineux, classés par ordre alphabétique, avec des doses automatiquement ajustées en fonction du poids ou de l'âge du patient. Les utilisateurs peuvent sélectionner n'importe quel médicament répertorié et afficher une préparation détaillée en appuyant sur une seule touche. L'application calcule automatiquement le volume final optimal à injecter en fonction du poids du patient et décrit la séquence de préparation nécessaire pour l'atteindre, éliminant ainsi la nécessité de calculs compliqués. Cette application a été évaluée à plusieurs reprises pour s'assurer qu'elle satisfaisait les exigences des médecins et des infirmières.

PedAMINES répertorie tous les médicaments pouvant être administrés par injection intraveineuse directe ou perfusion continue dans un menu à gauche (**Figure 6**). Pour chaque médicament, une procédure de préparation détaillée selon un parcours standardisé et simplifié s'affiche dans le volet de droite. L'application calcule automatiquement le volume final optimal à injecter ou le débit de la pompe à perfusion en fonction du poids, et décrit la séquence de préparation nécessaire pour y parvenir. Pour une injection intraveineuse directe, le processus consiste en deux étapes : la sélection du médicament et la conversion de la dose prescrite en mg/kg en un volume en ml, avec une étape supplémentaire de dilution de la concentration initiale de médicament avec des fluides compatibles si nécessaire. Pour une perfusion continue, le processus comprend trois étapes : la sélection du médicament, la dilution de la concentration initiale de médicament, et la conversion du débit de dose prescrite en µg/kg par minutes en un débit de pompe à perfusion en ml/h. Les quantités exactes à préparer sont clairement affichées pour chaque médicament. Pendant l'administration de perfusions continues, l'utilisateur peut démarrer, mettre en pause, arrêter, augmenter ou diminuer le débit de perfusion à tout moment. Les étapes du processus de médication en cours sont indiquées avec des cases de couleurs distinctes (**Figure 6**) : les médicaments sélectionnés et les étapes de préparation (en bleu), les médicaments prêts à être administrés (en gris), les perfusions continues en cours (en jaune) et les médicaments déjà administrés (en vert). Plusieurs médicaments peuvent être préparés simultanément, y compris des perfusions continues.

L'application suit aussi chronométriquement le processus en cours pour les perfusions continues. Une fois le médicament administré, l'utilisateur doit cliquer sur le bouton d'arrêt, ce qui marque automatiquement l'étape comme « *administrée* », avec un récapitulatif de la quantité totale de médicaments administrés et du temps nécessaire pour y parvenir. Une minuterie en haut de l'écran affiche le temps écoulé depuis le début du processus de médication ou l'heure actuelle pour éviter les pertes de temps. Ces informations sont utiles pour respecter les directives ou la notification des procédures en temps opportun dans des situations stressantes. À la fin du processus, toutes les actions de l'utilisateur, les concentrations de médicament utilisées, les débits, etc. sont enregistrés séquentiellement localement sur l'appareil dans des fichiers historiques. Ces fichiers peuvent être récupérés à tout moment pour des débriefings ou à des fins médico-légales. Les fichiers historiques peuvent également être effacés ou exportés en toute sécurité au format PDF et enregistrés dans des dossiers de santé électroniques.

Dans la section suivante, nous présentons la synthèse de toutes les études incluses dans cette évaluation, qui ont été classées en études descriptives et analytiques. Chaque étude est présentée en mettant en évidence sa valeur ajoutée et sa pertinence pour les applications correspondantes. Le cas échéant, les enjeux et les défis liés à l'utilisation de ces applications sont également mentionnés.

Résultats des études descriptives

Les études descriptives retrouvées à la suite de la revue de la littérature (voir la **Figure 1**, plus haut et **Annexe 4**, plus bas) étaient au nombre de 4 (Ehrler & Siebert, 2020; Hagberg et al., 2016; Kurian et al., 2021; Venkataraman et al., 2016).

Dans leur évaluation de l'application pour tablette développée pour aider à la préparation des médicaments, Hagberg et ses collègues (2016) ont constaté une diminution significative des erreurs liées à l'administration de médicaments ainsi qu'une réduction du temps nécessaire pour préparer les médicaments. Les auteurs ont souligné que les infirmières qui ont testé l'outil l'ont très bien accueilli et que cela a contribué à améliorer l'efficacité et la sécurité du processus d'administration de médicaments. En général, les applications mobiles dédiées qui facilitent le travail des infirmières et des infirmiers, même dans des situations stressantes, peuvent offrir une vision claire du plan de médication en cours et fournir les instructions nécessaires pour éviter les calculs fastidieux pour les soignants selon cette étude.

Venkataraman et ses collègues (2016) ont, quant à eux, recueilli des données prospectives sur une période de cinq mois avant et cinq mois après la mise en place d'un calculateur de perfusion électronique (EIC). Ils ont constaté que les ordonnances manuscrites présentaient un taux d'erreur beaucoup plus élevé de 32,6 % (43/132) par rapport aux ordonnances générées par le calculateur, qui ne représentaient que 1 % (1/119) des ordonnances, et cette différence était significative ($p < 0,001$). Les ordonnances créées à l'aide du calculateur de perfusion électronique ne présentaient aucune erreur de calcul de la dose, du volume et du débit, tandis que la seule erreur survenue avec le calculateur était due à une saisie de données incorrecte.

Dans l'ensemble, ce calculateur de médicaments s'est avéré particulièrement efficace pour les prescriptions en perfusion continue, car il permettait de calculer automatiquement la dose, la concentration et le débit de perfusion en fonction des détails du patient et du médicament, éliminant ainsi la plupart des types d'erreurs. De plus, il permettait de faire le lien entre l'âge et le poids de l'enfant, ce qui offre un contrôle de sécurité supplémentaire sur la dose des médicaments.

Parmi les autres avantages de ce calculateur de perfusion électronique, il y a un effort minimal pour la mise en place, un faible coût par rapport aux systèmes commerciaux établis, la possibilité de mise à jour vers des versions plus récentes, l'ajout de nouveaux médicaments à la liste préconfigurée et l'absence de dépendance à l'Internet.

Après avoir conçu leur application de calcul de soins infirmiers appelée « *Nursing calculator* », disponible sur Google Playstore, Kurian et *al.* (2021) ont reçu des retours très favorables comme ils l'ont décrit dans leur étude descriptive.

Pour la dernière étude descriptive portant sur l'application PedAMINES, qui a été créée pour aider à résoudre le problème de la dépendance des médecins et des infirmières aux supports papier, aux calculs mentaux ou aux feuilles de calcul, PedAMINES s'est révélé pertinent et utile afin de garantir une administration correcte des médicaments en pédiatrie et faire face aux nombreuses situations critiques (Ehrler & Siebert, 2020; Lacour et *al.*, 2021; Siebert et *al.*, 2017, 2019, 2021).

Cette application factuelle a même remporté le prix de recherche Pfizer en février 2020. Des tests ont démontré qu'elle était capable de réduire considérablement le taux d'erreurs de médication à l'hôpital et à l'extérieur par rapport à un tableau international de

taux de perfusion de médicaments, qui est souvent utilisé pour préparer la perfusion continue de médicaments pendant les réanimations pédiatriques.

Résultats des études analytiques

Plus de la moitié des études concernaient effectivement des études analytiques portant principalement sur cette application PedAMINES comme trouvé dans les études de Baumann *et al.* (2019), Lacour *et al.* (2021), ainsi que Siebert *et al.* (2017, 2019, 2021). D'après ses auteurs, PedAMINES est susceptible de transformer la pratique clinique en soins intensifs et en services d'urgence lorsqu'il s'agit de préparer des médicaments, et d'améliorer la qualité des soins pour la population pédiatrique.

Selon l'étude menée par Siebert *et al.* en (2017), portant sur 20 infirmières d'urgence pédiatrique diplômées et certifiées, qui ont été divisées au hasard en deux groupes, l'application pédiatrique pour appareil mobile (PedAMINES) développée selon une approche ergonomique fondée sur des preuves, a permis de réduire significativement le temps de préparation et d'administration des médicaments par rapport à la méthode de préparation conventionnelle utilisée à l'échelle internationale. Aussi, cette application a également réduit considérablement le taux d'erreurs de médication et la variance interindividuelle, ce qui la rend avantageuse pour les professionnels de santé ayant différents niveaux d'expérience.

PedAMINES avait permis une conversion et une préparation automatisées, rapides et fiables, et permettait d'éviter les erreurs de médication. Le temps de préparation moyen et le temps d'administration moyen ont été réduits d'environ 180 secondes avec cette application. Même en considérant les marges d'erreur inférieures de l'intervalle de confiance, PedAMINES était toujours capable de réduire le temps de préparation et d'administration du médicament d'environ 1,5 minute (4,5 minutes aux marges supérieures), ce qui était largement supérieur à la différence minimale que les auteurs ont cherché à trouver lors de l'établissement de la taille de l'échantillon. L'utilisation de cette application a également réduit les plages de temps supérieures interindividuelles, ce qui suggère qu'elle pourrait être avantageuse pour les petits hôpitaux où les professionnels de santé ont peu d'expérience en réanimation cardio-pulmonaire.

La figure ci-dessous (**Figure 7**) présente les résultats sous forme de boîtes à moustaches, montrant le temps écoulé jusqu'à la préparation et l'administration des médicaments dans le groupe d'intervention (PedAMINES) et le groupe de contrôle (méthode conventionnelle). Les lignes horizontales pleines indiquent les écarts médians et interquartiles, les moustaches descendent jusqu'à la plus petite valeur et montent jusqu'à la plus grande, « + » indique la moyenne, les cercles ouverts rouges indiquent chaque valeur individuelle et le temps est exprimé en secondes.

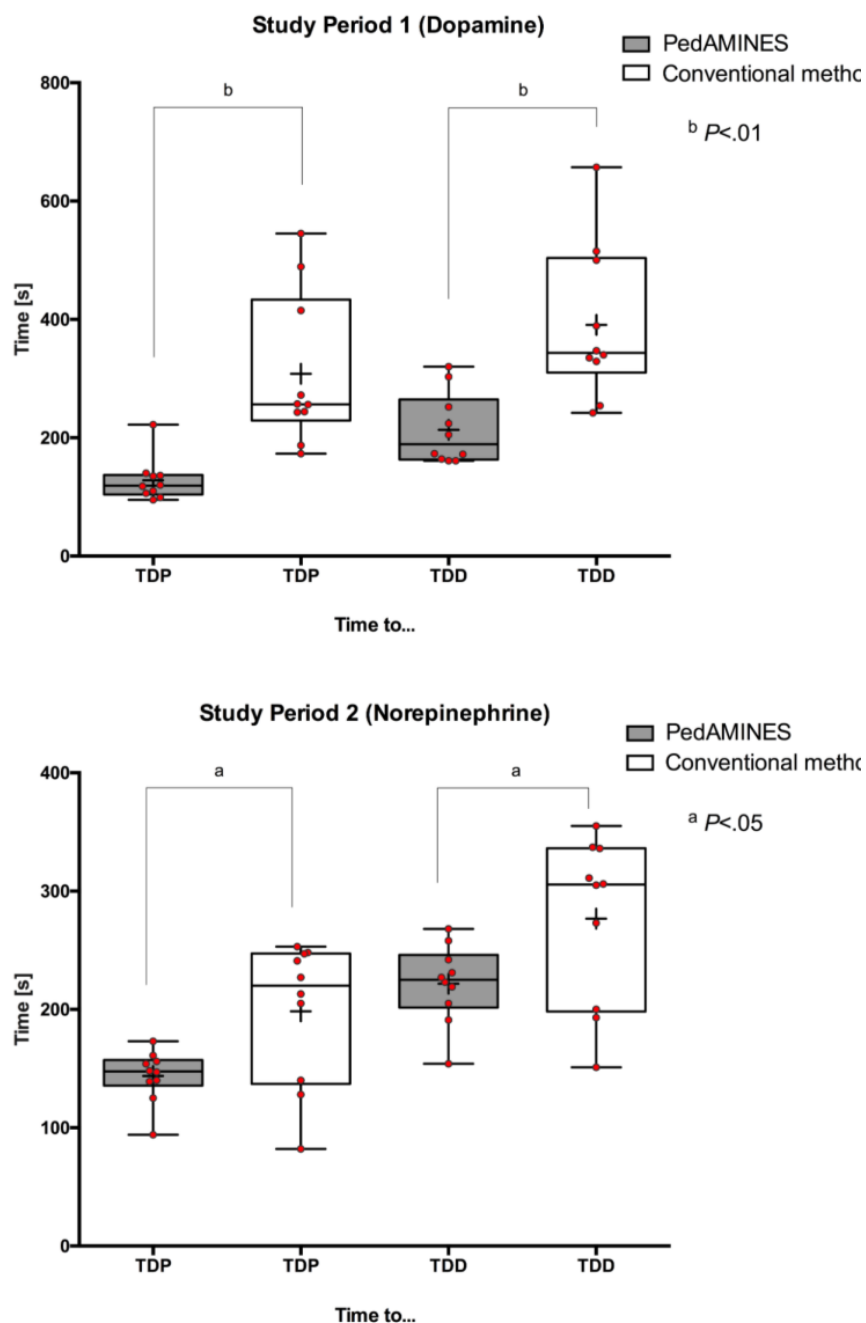


Figure 7 : Période d'étude 1 (dopamine) et 2 (norépinephrine)

Dans cette étude citée, aucun des 20 médicaments administrés avec PedAMINES n'a été associé à une erreur de médication, tandis que sur les 20 doses préparées avec des méthodes conventionnelles, 14 étaient incorrectes (70 % ; IC à 95 % 45,7 – 88,1, $p < 0,001$). Dans la première période d'étude, 5 des 8 erreurs commises (63 %, 5/8) étaient des erreurs critiques de surdosage allant de 100 % à 5233 % (moyenne 1864 %) de la dose normale prescrite. Dans la deuxième période d'étude, 3 des 6 erreurs commises (50 %, 3/6) variaient de 19 % à 138 % (moyenne 59 %) de la dose normale prescrite, tandis que 2 des préparations mal calculées ont atteint la bonne dose finale par hasard (33 %,

2/6). Tous les participants avaient rempli et renvoyé leurs questionnaires sur le stress perçu et la satisfaction, ce qui avait permis de révéler un niveau de stress global perçu de 7,1 (IC à 95 % 6,1 - 8,1) sur l'échelle de Likert à 10 points. Ces participants avaient également exprimé une plus grande satisfaction lors de l'utilisation de PedAMINES pour la préparation des médicaments par rapport aux méthodes conventionnelles (9,3 [SD 1,2] vs 3,6 [SD 2,1], $p < 0,001$).

Dans une autre de leur étude randomisée distincte, Siebert et *al.* (2019) ont établi plusieurs critères d'évaluation principaux et secondaires pour examiner l'utilisation de leur application (PedAMINES) parmi 128 infirmières de six institutions suisses, assignées de manière aléatoire à l'une des deux méthodes : la préparation de l'application mobile en premier ($n = 64$) ou la préparation du tableau des taux de perfusion en premier ($n = 64$).

Suite à cet essai randomisé sans abandon ni données manquantes, il a été constaté que 96 des 128 administrations de médicaments (75 %) ont été associées à des erreurs de médication lorsqu'utilisant le tableau des taux de perfusion, alors que seulement 9 sur 128 (7 %) étaient associées à des erreurs lorsqu'utilisant l'application. Cela représentait une réduction absolue significative de 68 % des erreurs de médication (IC à 95 % : 59 - 76 ; $p < 0,0001$). Parmi les 96 erreurs commises avec le tableau des taux de perfusion, 18 (19 %) étaient des surdosages, 53 (55 %) étaient des sous-dosages allant de 10 % à 99,96 % (médiane 90 % ; voir annexe). Soixante-huit (71 %) des erreurs étaient dues à une quantité inappropriée de médicaments prélevés dans le flacon, tandis que trois (3 %) étaient dues à une dilution inappropriée avec du chlorure de sodium. Trois (3 %) des erreurs restantes étaient dues à l'utilisation indiscriminée de l'ensemble du flacon de dopamine, quatre (4 %) étaient liées à de mauvais débits de perfusion de la pompe et 18 (19 %) étaient des préparations ayant nécessité un soutien important de la part de l'infirmière investigatrice.

En outre, la différence entre les groupes était significative pour le temps de préparation et le temps de livraison du médicament en utilisant le test pour les données appariées ($p < 0,0001$). En effet, le temps moyen de préparation et d'administration du médicament a été réduit de 45 % et 40 %, respectivement suite à l'utilisation de l'application. Aucun effet de report, ni la taille de l'hôpital et l'expérience des infirmières ne modifiaient l'effet de l'intervention (**Figure 8**).

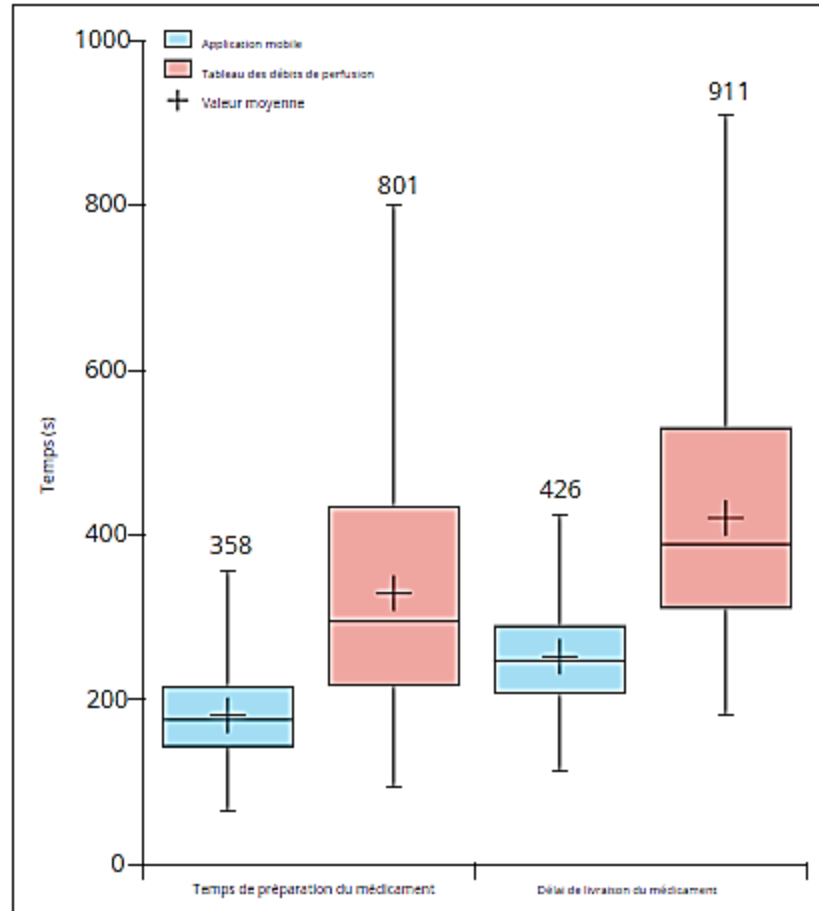


Figure 8 : Boîtes à moustaches du temps de préparation du médicament et du temps de livraison du médicament pour les participants lors de l'utilisation de l'application mobile PedAMINES par rapport à l'utilisation du tableau des taux de perfusion

L'application PedAMINES s'est révélée être une ressource utile pour la préparation et l'administration de médicaments nécessitant une perfusion continue dans des situations d'urgence. Elle a eu le potentiel de modifier la pratique clinique des soins intensifs et d'améliorer la qualité des soins pédiatriques en réduisant considérablement le temps de préparation et d'administration des médicaments vasoactifs. Cette étude a fourni de nouvelles preuves des avantages d'une application mobile pour la gestion des situations potentiellement mortelles chez les enfants, en offrant rapidement une expertise dans l'administration de médicaments vasoactifs par rapport à l'utilisation d'un tableau des taux de perfusion de médicaments utilisés à l'échelle internationale.

Enfin, le stress global perçu avant le scénario à 4,8 (SD 1,9), sur l'échelle de Likert en 10 points, signalé par les participants a été plus élevé après l'achèvement du scénario en utilisant le tableau des taux de perfusion qu'avec l'application PedAMINES (8,6 [SD 1,6] vs 4,9 [SD 2,0] ; $p < 0.0001$). L'application avait également obtenu un score moyen de satisfaction globale de 9,4 (SD 1,0) sur 10 de la part des participants lorsqu'ils l'ont

utilisé par rapport au tableau des taux de perfusion dans cet essai multicentrique, randomisé, contrôlé et croisé.

Plus récemment, Siebert et *al.* (2021) ont également mené une étude clinique randomisée multicentrique dans laquelle ils ont comparé l'administration intraveineuse directe de médicaments d'urgence en milieu préhospitalier avec l'utilisation de l'application mobile PedAMINES par rapport aux méthodes conventionnelles. Les résultats ont montré que l'utilisation de l'application mobile a entraîné moins d'erreurs de médication et des délais d'administration de médicaments plus courts. L'étude a impliqué 150 ambulanciers paramédicaux avancés, âgés en moyenne de 35,6 ans, dont 67,3 % étaient des hommes et avaient en moyenne d'expérience de 8 ans (SD 6,2 ans) depuis leur certification paramédicale. Les résultats ont également révélé que les taux d'erreurs de médication étaient significativement plus faibles avec l'utilisation de l'application mobile PedAMINES. De plus, le risque de préparations incorrectes était plus élevé pour les médicaments difficiles à préparer ou moins fréquemment utilisés lors de l'utilisation des méthodes conventionnelles, mais pas lors de l'utilisation de l'application mobile. Les écarts de dose de médicament étaient la principale cause d'erreurs de médication lorsque les méthodes conventionnelles étaient utilisées, avec jusqu'à 60 % des doses d'épinéphrine administrées en dehors de la plage de doses appropriée.

Cette recherche a démontré que l'application mobile PedAMINES est une solution abordable et évolutive pour répondre aux besoins des professionnels en matière de préparation de médicaments d'urgence sur le terrain. En outre, son utilisation a réduit de manière significative le temps moyen entre chaque administration de médicament, et cette réduction était plus importante pour les préparations peu fréquentes. Les résultats étaient similaires pour les ambulanciers paramédicaux expérimentés et les novices, et pour les cas pédiatriques critiques traités.

En ce qui concerne les résultats portant sur les 600 doses de médicaments administrées dans cet essai expérimental, 191 des 304 doses administrées selon la méthode conventionnelle (62,8 %; [IC 95 %, 57,1 % à 68,3 %]) et 17 des 296 doses administrées avec l'application mobile (5,7 %; [IC 95 %, 3,4 % à 9,0 %]) ont présenté des erreurs de médication. La majorité des erreurs étaient attribuables à un écart de dose supérieur à 10 % de la dose prescrite (172 sur 304 [56,6 %] dans le groupe conventionnel et 16 sur 296 [5,4 %] avec l'application PedAMINES). Dans l'ensemble, en prenant en compte les mesures répétées, l'utilisation de PedAMINES avait réduit le risque de préparation incorrecte des quatre médicaments testés de 66,5 % (IC 95 %, 32,6 % à 83,8 %; $p < 0,001$). Cette différence restait toujours significative, même lorsque les marges incrémentielles d'écart de dose étaient fixées jusqu'à 50 %. De même, le risque de préparation incorrecte a varié selon les médicaments lors de l'utilisation de la méthode conventionnelle, allant de 19,7 % pour le troisième médicament (« *Dextrose à 10 %* ») à 100 % pour le quatrième médicament (« *Bicarbonate de sodium* »), alors qu'il était d'environ 5 % pour tous les médicaments lors de l'utilisation de l'application PedAMINES. Pour le premier médicament (« *Épinéphrine* »), l'écart de dose observé était de 0 % pour 66 doses administrées avec l'application, mais allait jusqu'à 92 % pour 70 doses administrées avec la méthode conventionnelle.

Les 76 participants qui ont utilisé la méthode de préparation conventionnelle avaient tous commis au moins une erreur de préparation pendant le scénario, contrairement aux 14 participants (18,9 %) qui avaient utilisé PedAMINES. Cela représentait une réduction significative de 81,1 % (IC à 95 %, 70,6 % - 89,7 % ; $p < 0,001$) de la proportion de participants ayant commis une erreur de préparation en utilisant l'application PedAMINES. Aussi, le pourcentage de participants commettant des erreurs pour plusieurs médicaments (au moins deux) était nettement plus faible avec l'application (4,1 %) qu'avec la méthode conventionnelle (85,5 %).

Parmi les 172 préparations qui présentaient une erreur de dose dans le groupe témoin, 42 (24,4 %) étaient des surdosages (médiane, 63 % [IC à 95 %, 13 % - 150 %] de la dose prescrite), tandis que 130 (75,6 %) étaient des sous-dosages (médiane, 58 % [IC à 95 %, 11 % - 100 %] de la dose prescrite). Dans le groupe d'intervention, sur les 16 préparations ayant une erreur de dose, huit (50,0 %) étaient des surdosages (médiane, 175 % [IC à 95 %, 11 % - 900 %] de la dose prescrite) et huit (50,0 %) étaient des sous-dosages (médiane, 23 % [IC à 95 %, 17 % - 100 %] de la dose prescrite). Dans le groupe d'intervention, aucune préparation n'a nécessité l'aide de l'investigateur paramédical, contrairement au groupe témoin.

En ce qui concerne les résultats secondaires de cette étude clinique randomisée, il a été observé une diminution significative des temps de préparation et d'administration des médicaments avec l'application PedAMINES. Le temps de préparation des médicaments avait diminué de 40 secondes (IC à 95 %, 23 - 57 secondes ; $p < 0,001$), et le temps d'administration des médicaments avait diminué de 47 secondes (IC à 95 %, 27 - 66 secondes ; $p < 0,001$).

Les graphiques ci-dessous (**Figure 9**) illustrent le pourcentage de préparations (axe des ordonnées) présentant un écart de dose (sous-dosage ou surdosage) inférieur à une marge spécifiée, en fonction de la variation de cette marge de 0 % à 100 % de la dose prescrite (axe des abscisses). La ligne horizontale en pointillés indique le pourcentage de préparations avec un écart de dose de 0 % dans le groupe utilisant l'application ; et les lignes pointillées verticales indiquent la marge définie pour l'écart de dose qui devrait être acceptée dans le groupe utilisant la méthode conventionnelle pour atteindre ce pourcentage.

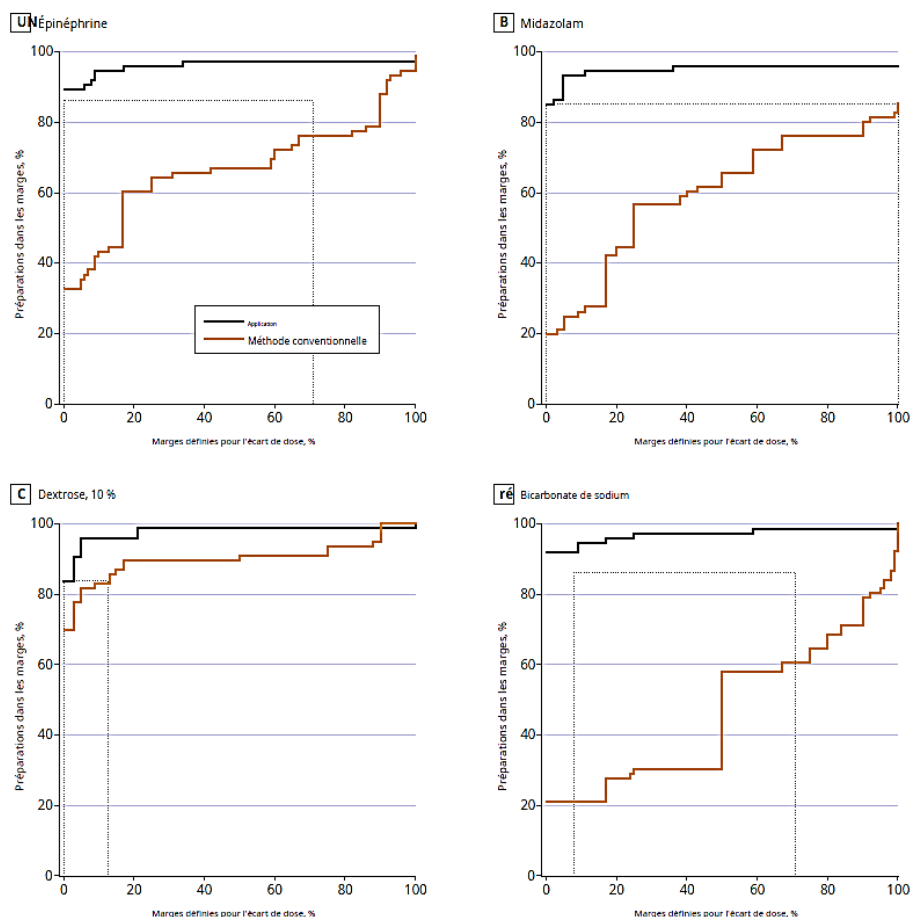


Figure 9 : Proportions de doses de médicament dans les marges de l'ensemble d'écart de dose par rapport aux doses prescrites pour chacun des quatre médicaments

Par exemple, dans le panneau A, si une marge d'écart de dose de 91,7 % était définie, cela signifierait que 89,2 % des préparations d'épinéphrine réalisées via la méthode conventionnelle seraient acceptables, contre 100 % pour celles réalisées avec l'application PedAMINES. Ainsi, même avec une limite tolérable d'écart de dose fixée à 91,7 % de la dose prescrite, 10,8 % d'erreurs se produiraient encore avec la méthode conventionnelle. Ainsi, en utilisant l'application PedAMINES, le temps global de préparation et d'administration des médicaments a été réduit de 20 %, avec une réduction la plus importante de 34 % pour le quatrième médicament, le bicarbonate de sodium. Dans cette étude, les années d'expérience des ambulanciers et le nombre annuel de cas critiques pédiatriques pris en charge n'avaient aussi aucun effet sur l'efficacité de l'application PdAMINES et la variabilité des temps de préparation et d'administration individuels était moindre avec cette application qu'avec la méthode conventionnelle.

Pour le dernier essai clinique randomisé sur PedAMINES retrouvé (Lacour et al., 2021), les auteurs l'avaient réalisé sur les mêmes 150 ambulanciers paramédicaux, précédemment mentionnés. Comme pour leurs essais randomisés précédents, cet essai a démontré que l'utilisation de l'application mobile PedAMINES pour la préparation de

médicaments pédiatriques réduisait le niveau de stress perçu par rapport aux méthodes conventionnelles de calcul. Le stress psychologique autoévalué des participants a été mesuré à l'aide du questionnaire psychométrique « *State-Trait Anxiety Inventory* » (STAI) de Spielberger (2023) adapté pour la population canadienne-française par Gauthier et Bouchard (1993), ainsi que par une échelle numérique visuelle analogique de Likert à 10 points (Lesage et *al.*, 2012). Les résultats ont montré qu'effectivement les participants utilisant les méthodes conventionnelles présentaient une augmentation significative du stress perçu de 27 % lors de la préparation des médicaments, alors qu'aucune augmentation significative n'a été observée chez ceux utilisant l'application PedAMINES. De même, les participants, ayant également évalué leur niveau de stress moyen avant et après le scénario, avaient rapporté une augmentation plus élevée du stress lors de l'utilisation de la méthode conventionnelle (**Figure 10**). Il faut aussi souligner qu'aucune différence significative en fonction du sexe, de l'âge ou du nombre d'années d'expérience des ambulanciers n'avait été aussi constatée bien que l'effet de l'application semblait s'affaiblir chez les ambulanciers ayant plus de 10 ans d'expérience.

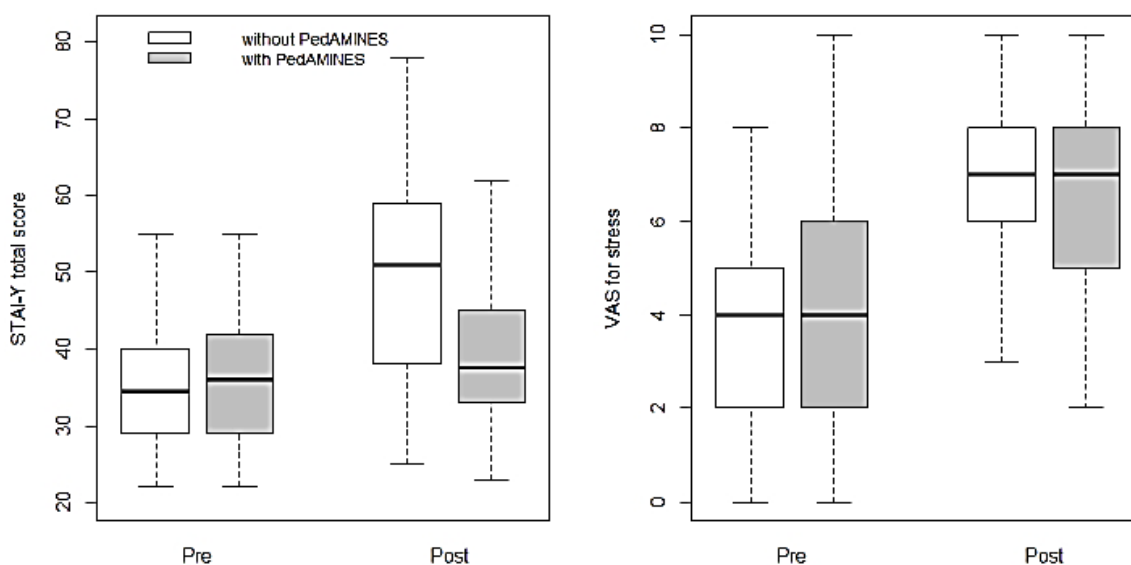
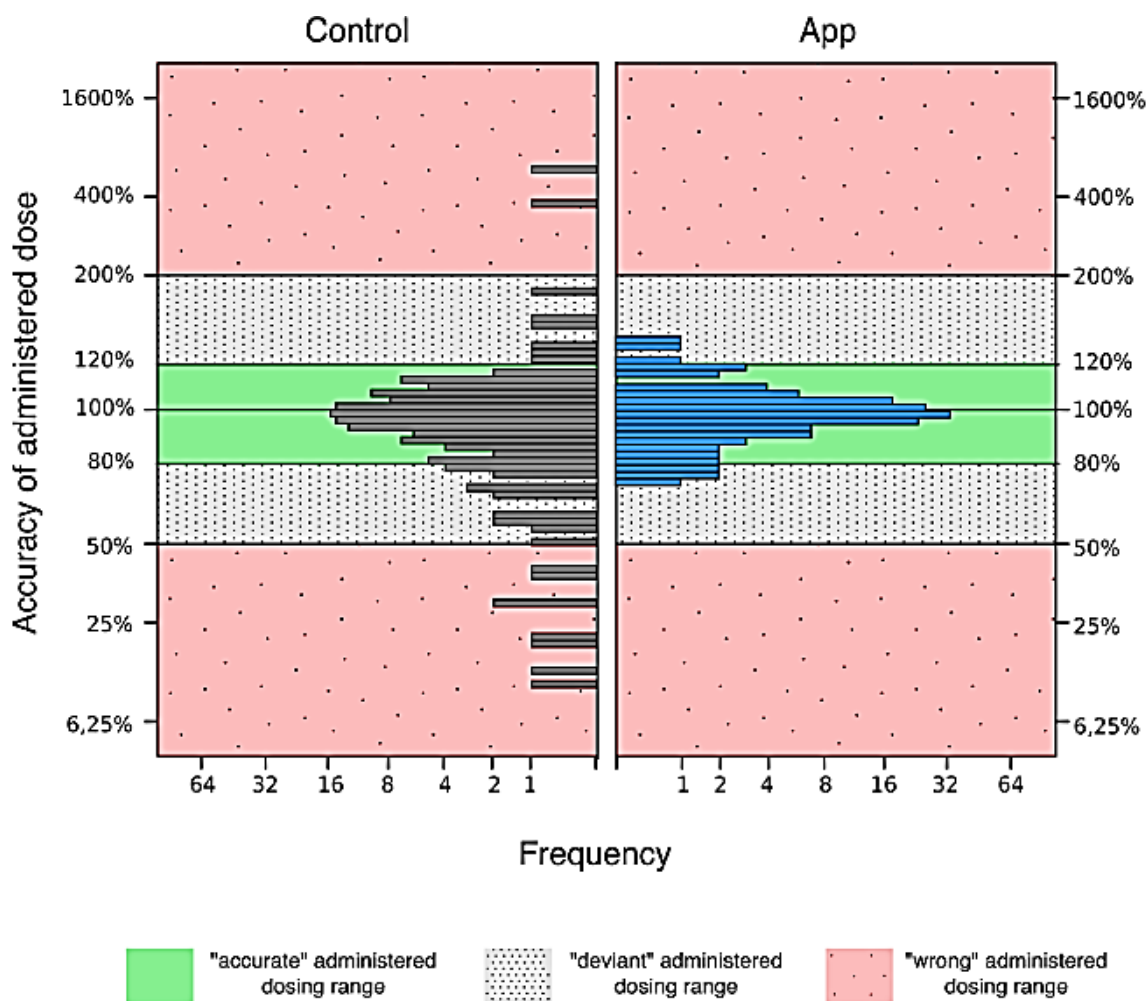


Figure 10 : Boîtes à moustaches de l'inventaire de l'état-trait d'anxiété et du score analogique visuel par bras d'étude (STAI : « *State Trait Anxiety Inventory* » et VAS : « *Échelle visuelle analogique* »)

La dernière étude analytique retrouvée dans la littérature scientifique publiée a été celle de Baumann et *al.* (2019), portant sur 74 anesthésistes (34 hommes et 40 femmes) ayant participé à un total de 296 scénarios simulés, dont 148 ont été réalisés sans l'utilisation de l'application mobile propriétaire fournie par les auteurs et 148 avec cette application. Les participants avaient en moyenne entre 31 et 35 ans et une expérience professionnelle médiane de trois à cinq ans.

La précision des doses administrées est représentée à la figure ci-dessous (**Figure 11**). Les pourcentages d'écart par rapport aux doses cibles sont présentés en pourcentage pour l'application (côté droit) et pour les scénarios de contrôle (côté gauche). Les valeurs

sont présentées en transformation logarithmique pour une distribution égale. Les écarts inférieurs à $\pm 20\%$ sont considérés comme précis (zone verte), les écarts compris entre 50 % et 80 % ou entre 120 % et 200 % sont considérés comme déviants (zone grise), et les écarts inférieurs à 50 % ou supérieurs à 200 % sont considérés comme erronés (zone rouge).



	Control	App
accurate	115 (77.7%)	139 (93.9 %)
deviant	23 (15.5 %)	9 (6.1 %)
wrong	10 (6.8 %)	-

Figure 11 : Précision du dosage administré pour les scénarios de contrôle et d'application

La **Figure 12** suivante présente les différences de probabilité de dosage « précis » et « incorrects », ajustées en fonction de l'âge du patient et de l'expérience professionnelle,

pour les scénarios d'application et de contrôle. Les probabilités pour les dosages « exacts » et « erronés » avec des intervalles de confiance à 95 % sont indiquées graphiquement pour chaque groupe suivant : - tous les scénarios, - enfants (âge < 18 ans); - adultes (âge ≥ 18 ans); - praticien inexpérimenté (expérience professionnelle ≤ cinq ans); et, - praticien expérimenté (expérience professionnelle > cinq ans). Il faut noter que les dosages « erronés » n'étaient pas calculables pour les scénarios d'application, de sorte que seules les probabilités de dosages « exacts » sont présentées graphiquement.

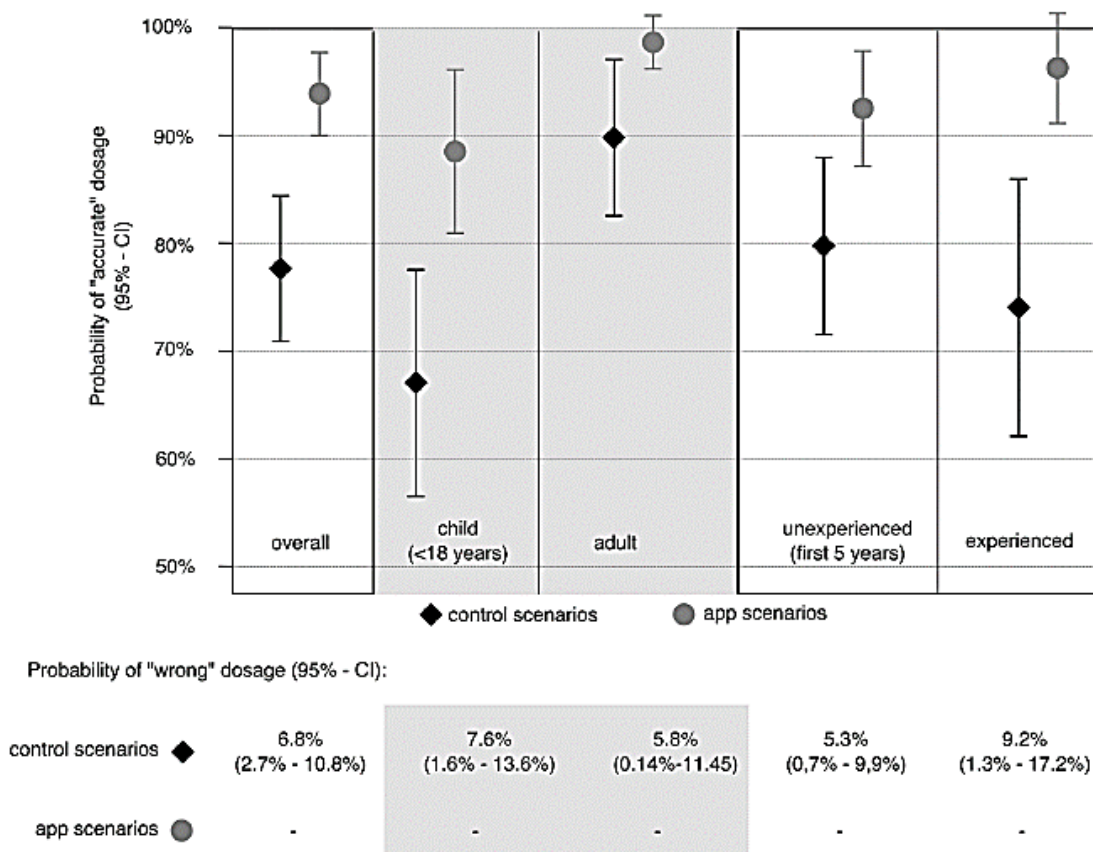


Figure 12 : Probabilités de doses exactes et erronées

Les résultats de cette étude portant sur des anesthésistes ont montré que l'application mobile propriétaire de Baumann et al. (2019) pouvait aider à éviter les erreurs de médication résultant d'erreurs de calcul. Les doses calculées avec l'application étaient plus proches de la dose cible, avec des écarts allant de 81 % à 128 % dans les scénarios d'application et de 7 % à 513 % dans les scénarios de contrôle. Les erreurs de calcul ont eu une influence plus importante sur les erreurs de dosage dans le groupe témoin. La corrélation entre la dose calculée et administrée s'était révélée plus élevée dans les scénarios de contrôle, mais l'écart était plus large, montrant que les erreurs de calcul sont une cause importante d'erreurs de médication dans le groupe témoin. La corrélation entre les erreurs de manipulation et la dose administrée était plus élevée dans le groupe avec l'application et le temps d'administration n'a pas été significativement différent entre les

deux groupes. Toutefois, la confiance en soi dans le dosage correct était significativement plus élevée avec l'application comparativement au groupe témoin.

En revanche, dans cette étude, l'âge du patient et l'expérience professionnelle avaient eu une influence sur la précision du dosage. L'application avait augmenté la probabilité d'un dosage précis pour les enfants et les adultes, mais les enfants avaient une probabilité plus faible que les adultes de recevoir la bonne dose. Cependant, la probabilité d'un mauvais dosage n'était pas significativement différente entre les enfants et les adultes. Les praticiens avec plus d'expérience avaient une probabilité plus élevée de dosage précis, avec une amélioration plus importante pour ceux ayant moins de cinq ans d'expérience. Enfin, la majorité des participants (82,6 %) considéraient l'application comme étant un outil pertinent et utile pour l'administration sûre de médicaments et projetaient l'utiliser dans le cadre de leurs pratiques.

Bien que les études mentionnées précédemment aient obtenu des résultats encourageants, il est important de souligner qu'elles présentent certaines limites significatives (**Tableau 2**).

Évaluation qualité des articles

D'un côté, les études descriptives ont été évaluées comme méthodologiquement insuffisantes avec une note moyenne de 5,3/20, suite à leur évaluation par la grille de Downs et Black (1998). Elles ne fournissaient pas souvent suffisamment de détails sur leurs méthodes, au regard des études de Ehrler et Siebert (2020), Hagberg et *al.* (2016) et Kurian et *al.* (2021). Seule l'étude de Venkataraman et *al.* (2016) a obtenu une note supérieure à la moyenne en termes de qualité (11/20) tout en présentant certaines insuffisances aussi bien au niveau de sa qualité globale, de sa validité externe et sa puissance pour la détermination de la taille de l'échantillon étudié. Les autres études descriptives ont eu des méthodes très peu ou pas du tout détaillées et présentaient de façon très peu détaillée, le cas échéant, les principales limites de leur recherche.

De l'autre côté, les études analytiques menées par Baumann et *al.* (2019), Lacour et *al.* (2021) et Siebert et *al.* (2017, 2019, 2021), ont été évaluées comme étant d'excellente qualité, avec une note moyenne de 29,2/32. L'étude de Siebert et *al.* (2021) a même obtenu la meilleure note de qualité (31/32), comme indiqué dans le ci-dessous (**Tableau 2**). Cependant, comme ces études étaient basées sur des simulations, elles peuvent ne pas être représentatives des situations réelles où les distractions et les facteurs de stress externes peuvent avoir un impact sur l'utilisation de l'application. Baumann et *al.* (2019) ont souligné que ces éléments peuvent réduire la volonté d'utiliser l'application ou perturber sa manipulation. De plus, les choix de scénarios basés sur des simulations de réanimation et la formation de seulement cinq minutes dispensée aux participants juste avant les scénarios, contrairement aux situations réelles où l'intervalle entre la formation et l'utilisation peut être de plusieurs mois, ont été identifiés comme des limites de ces études menées par Siebert et *al.* (2017, 2019, 2021) et Lacour et *al.* (2021).

Tableau 2 : Caractéristiques de la qualité méthodologique des études et scores de qualité obtenus selon la grille d'évaluation de Downs et Black

Auteur	Titre de l'article	Item																											S	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
(Baumann et al., 2019)	Validation of a mobile app for reducing errors of administration of medications in an emergency	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	5	21/32	
(Hagberg et al., 2016)	Improving Drugs Administration Safety in Pediatric Resuscitation Using Mobile Technology	1	0	0	0	0	1	0	-	-	0	0	0	-	-	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-	0	0	0	2/20	
(Kurian et al., 2021)	Development of a Nursing Application to Minimize Drug Calculation Errors and Estimate Patient Assessment Scores	1	1	0	1	0	0	0	-	-	0	0	1	-	-	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-	0	0	2	6/20	
(Lacour et al., 2021)	Impact of a Mobile App on Paramedics' Perceived and Physiologic Stress Response During Simulated Prehospital Pediatric Cardiopulmonary Resuscitation: Study Nested Within a Multicenter Randomized Controlled Trial	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	5	30/32	
(Siebert et al., 2019)	A mobile device application to reduce medication errors and time to drug delivery during simulated paediatric cardiopulmonary resuscitation: a multicentre, randomised, controlled, crossover trial	1	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	5	26/32	
(Siebert et al., 2017)	A Mobile Device App to Reduce Time to Drug Delivery and Medication Errors During Simulated Pediatric Cardiopulmonary Resuscitation: A Randomized Controlled Trial	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	5	28/32	
(Siebert et al., 2021)	Effect of a Mobile App on Prehospital Medication Errors During Simulated Pediatric Resuscitation A Randomized Clinical Trial	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	31/32
(Venkataraman et al., 2016)	Paediatric electronic infusion calculator: An intervention to eliminate infusion errors in paediatric critical care	1	1	0	0	2	1	0	-	-	0	0	0	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	2	11/20	
(Ehrler & Siebert, 2020)	PedAMINES: a disruptive mHealth app to tackle paediatric medication errors	1	0	0	0	0	1	0	-	-	0	0	0	-	-	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-	0	0	0	2/20	

Qualité globale (Items : 1 à 10) ; Validité externe (Items : 11 à 13) ; Biais des résultats (Items : 14 à 20) ; Biais de confusion et sélection (Item : 21 à 26) ; Puissance (Item : 27) ; S : Score de qualité obtenu et - : non applicable.
 Maximum de points par Item :
 1 : 1/1 pt ; 2 : 1/1 pt ; 3 : 1/1 pt ; 4 : 1/1 pt ; 5 : 2/2 pts ; 6 : 1/1 pt ; 7 : 1/1 pt ; 8 : 1/1 pt ; 9 : 1/1 pt ; 10 : 1/1 pt ; 11 : 1/1 pt ; 12 : 1/1 pt ; 13 : 1/1 pt ; 14 : 1/1 pt ; 15 : 1/1 pt ; 16 : 1/1 pt ; 17 : 1/1 pt ; 18 : 1/1 pt ; 19 : 1/1 pt ; 20 : 1/1 pt ; 21 : 1/1 pt ; 22 : 1/1 pt ; 23 : 1/1 pt ; 24 : 1/1 pt ; 25 : 1/1 pt ; 26 : 1/1 pt et 27 : 5/5 pts.

Résultats contextuels et expérientiels

Lors de la deuxième phase de l'évaluation, des informations contextuelles et expérientielles sur l'application EZDrips ont été collectées.

Résultats contextuels et expérientiels hors CHUSJ

Une enquête, *via* un questionnaire, a été menée au CHUSJ ainsi que des entrevues structurées menées dans d'autres établissements de santé au Québec et à l'extérieur (France). Les résultats de cette collecte de données sont présentés ci-dessous.

Caractéristiques générales des participants aux entrevues

Les neuf personnes interrogées étaient constituées de deux pharmaciens, six médecins d'urgence, un médecin de famille et un infirmier. Ils venaient de différents endroits au Québec et de la France. Ils travaillaient dans des établissements suivants :

- le Centre de services du Haut-Saint-Maurice, à la Tuque du CIUSSS de Mauricie-et-du-Centre-du-Québec (CAS: 02) ;
- l'Urgence de Trois-Rivières du CIUSSS de Mauricie-et-du-Centre-du-Québec (CAS: 03) ;
- le CLSC Murdochville du CISSS de la Gaspésie ; l'Hôpital Hôtel-Dieu d'Arthabaska et l'Urgence de Victoriaville du CIUSSS de Mauricie-et-du-Centre-du-Québec (CAS: 07) ;
- l'Hôpital de Joliette du Centre Hospitalier de Lanaudière - CISSS Lanaudière (CAS: 01) ;
- l'Hôpital de Joliette du Centre Hospitalier de Lanaudière - CISSS Lanaudière (CAS: 05) ;
- l'Hôpital du Sacré-Cœur du CIUSSS du Nord-de-l'île-de-Montréal (CAS: 08) ;
- l'Hôpital Brome-Missisquoi-Perkins du CIUSSS de l'Estrie (CAS: 09) ;
- l'Hôpital Pierre-Boucher du CISSS Montérégie-Est (CAS: 04) ;
- le Centre Hospitalier Saint-Hilaire du Harcouet en France (CAS: 06).

Tous ces participants avaient également une expérience variée, allant de quelques années pour deux ou trois d'entre eux, à plusieurs années pour les autres, notamment le médecin (minimum : quatre ans et maximum : 24 ans).

Principales thématiques

Après traitement des données, les codes résultants du traitement présentés à l'**Annexe 6** ont ensuite été regroupés en six principales catégories thématiques suivantes :

- Définition et/ou description de l'application EZDrips et relation avec ses concepteurs ;

- Utilisation de l'application et sa perception par les participants et de leurs collègues ;
- Obstacles, enjeux et défis liés à l'utilisation et implantation de l'application EZDrips ;
- Facteurs facilitant l'utilisation de l'application EZDrips ;
- Avantages, effets perçus et/ou valeur ajoutée de l'application ;
- Autres applications d'aide à la médication utilisées par les participants et/ou leurs établissements. Les lignes suivantes abordent successivement ces différentes thématiques.

Définition et/ou description de l'application EZDrips et relations avec ses concepteurs

L'ensemble des personnes interrogées avaient une connaissance et une définition approfondies de l'application et ont confirmé son utilisation fréquente dans leurs pratiques. Selon elles, EZDrips, qui était au départ réservé à la pédiatrie, peut maintenant être décrite comme une application Web (connexion par une page Internet), intégrant plusieurs médicaments, permettant le calcul des doses et l'administration de médicaments pour une population variée, incluant les patients adultes, tout en prenant en compte des poids extrêmes, des données probantes de la littérature scientifique internationale et des réalités contextuelles du Québec (CAS: 01, 03, 05 & 09). Par exemple, un participant a affirmé qu'il s'agit « *d'une application très pratique pour trouver rapidement des doses de médicaments* » (CAS: 08), tandis qu'un autre l'a décrite comme « *un calculateur de doses de médicaments de réanimation principalement* » (CAS: 03). Trois participants.es ont souligné son utilité en cas de situations critiques, ainsi que le fait qu'elle a été développée par une équipe solide avec les différents spécialistes de différentes professions (CAS: 03, 07 & 08) et une autre personne interrogée a affirmé qu'EZDrips lui permettait « *(...), d'aller regarder pour valider [ses] prescriptions puis aller revérifier les doses puis après ça les transcrire* » (CAS: 09). L'accès à l'application nécessitait un abonnement individuel ou une licence établissement pour une exploitation par les employés d'un établissement, selon les informations recueillies.

D'après nos entrevues, il en ressort aussi que la plupart des professionnels de santé interrogés ont déjà eu des interactions avec les créateurs de l'application EZDrips, notamment pour demander des éclaircissements ou des renseignements (CAS: 03 & 04). Certains ont même été en contact depuis le début du développement de l'application (CAS: 02, 06 & 08). Par ailleurs, deux personnes interrogées ont signalé être impliquées dans l'amélioration des applications avec des simulations (CAS: 02, 07 & 08).

Utilisation de l'application et sa perception par les participants et de leurs collègues

D'après les informations obtenues, seul l'Hôpital Pierre-Boucher du CISSS Montérégie-Est avait obtenu une licence institutionnelle de l'application EZDrips, après avoir conclu un contrat avec ses concepteurs (CAS: 04). Cette licence était utilisée dans les soins intensifs, le service d'urgence et les cliniques externes de pédiatrie, notamment pour les patients pédiatriques de l'établissement. Tous les autres participants.es ont

déclaré avoir des licences individuelles, sous forme d'abonnement personnel, depuis différentes années, tels que 2018 (CAS: 03 & 06), 2020 (CAS: 01), et 2021 (CAS: 05) pour certains participants. De plus, tous les participants ont confirmé que même en l'absence d'un abonnement institutionnel, des collègues (médecins, pharmaciens.es, infirmières, etc.), en particulier ceux travaillant dans les services d'urgence et de transport, utilisent régulièrement l'application EZDrips sur leur téléphone, ordinateur de bureau ou tablette, à des fréquences variables. Selon une personne interrogée :

« ..., ceux qui ne l'utilisent pas, selon moi, c'est les urgentologues qui ont plus d'expérience, qui ont développé d'autres outils avec le niveau de pratique avant que ça existe. Mais, je sais que dans la cohorte, de plus en plus jeune, j'en par exemple à moins de le 5-6 ans de pratique, peut-être même 10 ans, c'est quand même très utilisé. » (CAS: 03)

Selon l'ensemble des participants et leurs collègues, EZDrips est un outil d'aide à la médication local (québécois) qui répond à un besoin inexistant sur le marché avec des données que les professionnels peuvent extrapoler à leurs pratiques. Il est pratique, convivial et facile à utiliser pour tous les professionnels de la santé. De plus, l'application est constamment améliorée pour s'adapter aux dernières avancées technologiques et données probantes, selon les participants CAS: 01, 03, 04, 08 et 09. Dans ce sens, un participant a affirmé ce qui suit :

« On peut facilement changer les paramètres au fur et à mesure de l'application. On peut modifier, si on veut un médicament à faible dose, à dose moyenne, à forte dose. On peut le faire seulement en glissant le doigt, ce qui nous permet de pas trop rentrer de nouveau puis refaire de calcul avec un patient comme les sauvages. J'aime le fait que les données sont révisées par les pharmaciens locaux parce que souvent il y a les différences entre les recommandations américaines et canadiennes, entre autres, en sepsis ou en choc et là, je le sais que c'est des pharmaciens de soins intensifs qui [sont] les intensivistes qui ont révisé ces données-là, fait que ça met en confiance que ce que je vais donner comme dosage c'est quelque chose qui existe au Québec tandis que parfois on a des médicaments ils vont être mentionnés dans notre formation continue, par exemple des podcasts, et on dit, ah, on va donner ça, on va se dire, ben, on n'a pas ça ici, tandis que avec EZDrips je sais que ça va être probablement disponible. Puis, j'adore le fait que, ils vont proposer aussi la recette de dilution directement dans l'application. Donc, si jamais, on est dans un cas où on va donner un médicament qu'on donne rarement et les infirmiers [et] infirmières sont pas à l'aise avec la dilution, il y a pas de protocole de fait, je peux leur dire verbalement la dilution dans le moment sans avoir à chercher ailleurs. Et ça, je pense que, c'est très très bien. J'aime aussi le fait que dans les références, ils vont mettre les dernières études qui ont justifié tel dosage, ce qui fait que après, mon cas, quand je fais la note, je peux justifier si j'ai fait un choix qui était atypique... Et puis tout ça sans ouvrir plusieurs sources différentes parce que tout est là. Je trouve que c'est très complet puis c'est très facile d'utilisation. » (CAS : 03)

Pour tous les participants aux entrevues, EZDrips est l'un des meilleurs outils en matière de médication (CAS: 02 & 03) et même considéré comme la « panacée » (CAS: 02). Ils ont tous une perception positive de l'application et la considèrent comme pertinente pour eux et leurs collègues.

Obstacles, enjeux et défis liés à l'utilisation et à l'implantation de l'application EZDrips

En général, il n'y avait aucun mécanisme d'organisation ou d'incitation pour promouvoir l'utilisation de l'application EZDrips parmi le personnel des différents établissements interrogés, sauf à l'Hôpital Pierre-Boucher du CISSS Montérégie-Est où une licence institutionnelle a été acquise en mars 2023.

Plusieurs participants ont évoqué des obstacles à l'utilisation et à l'adoption de l'application EZDrips. Certains ont mentionné le coût très dispendieux de l'acquisition d'une licence institutionnelle (CAS: 01, 03, 05, 07 & 08), tandis que d'autres ont souligné que l'application n'était pas disponible en téléchargement sur les appareils mobiles et les ordinateurs, et que son accès dépendait de la disponibilité d'une connexion Internet, ce qui limitait l'accès à tout moment et en tout lieu en mode hors connexion Internet ou posait des difficultés de connexion en Europe (CAS: 04, 05, 06, 07 & 08). De plus, certains participants ont indiqué que l'application EZDrips était encore peu connue ou que les professionnels ne la distinguaient pas suffisamment des autres applications d'aide à la médication existant déjà (CAS: 01 & 05) ou encore le choix personnel des professionnels de santé de s'abonner ou non (CAS: 02).

Un des principaux enjeux soulevés par un participant était le risque d'erreur lié à la proposition par défaut de concentrations prédéterminées de l'application, qui pouvait conduire à des erreurs de dosage si les propositions ne correspondaient pas au choix de l'utilisateur (CAS: 04). Un autre enjeu était la résistance des professionnels à abandonner le papier au profit de l'application numérique EZDrips. Certains participants ont également évoqué des défis au niveau de l'interface de l'application, notamment la possibilité de sélectionner plusieurs médicaments à la fois et de les voir simultanément (CAS: 05 & 06). Enfin, la possibilité d'imprimer les données de l'application pour les partager avec les collègues a également été perçue comme un frein à l'utilisation de l'application (CAS: 01 & 09).

Toutefois, tous les participants étaient d'avis que l'implantation de l'application EZDrips ne nécessitait pas une grande quantité de ressources. L'un d'entre eux a même affirmé :

« Moi, j'ai tout le temps eu l'impression que ça ne prend pas grand-chose là. Si ça s'installe sur un poste de travail, ben, on a des ordinateurs partout ou sinon, ben, je me dis ça peut être des iPads. » (CAS: 02)

Facteurs facilitant l'utilisation de l'application EZDrips

Les personnes interrogées ont suggéré que partager les expériences d'utilisation de l'application EZDrips dans d'autres établissements de santé par les concepteurs avec des personnes en position d'autorité dans un établissement intéressé pourrait aider à convaincre les gestionnaires et à surmonter les obstacles médicaux. De plus, ils ont suggéré que rendre EZDrips téléchargeable et disponible gratuitement à tous les établissements, comme certains logiciels similaires (UpToDate, Pedstat, etc.), pourrait faciliter également son utilisation. Un participant parmi eux a souligné que pour lui : « ... c'est la proximité des acteurs d'EZDrips » (CAS: 08) qui facilite son utilisation. Comme le témoigne un autre participant dans l'un des établissements :

« Donc pour nous, c'est vraiment plus la diffusion puis inciter les gens à l'utiliser aussi. Nous, comment on fait ça? Mais, c'est ça. On a des suivis du vendredi, on envoie des courriels à toute le personnel. Ça l'a déjà été diffusé à 2 ou 3 reprises. J'ai affiché des affiches un peu partout dans l'urgence, donc tout le monde devrait être au courant. Mais encore une fois, ben c'est ça notre principal enjeu. » (CAS: 04)

Le participant CAS: 06 a notamment proposé que l'amélioration de l'accès à l'application EZDrips, ainsi que la version adaptée aux médicaments européens, puisse être une solution importante pour promouvoir son utilisation auprès des professionnels de la santé et des établissements en Europe. L'application EZDrips est :

« (...) tellement pertinent, une fois que les gens l'ont vu, tu sais, on n'a pas à les convaincre très longtemps, c'est-à-dire qu'une fois qu'ils l'ont utilisé, qu'ils l'ont vu, beh, la pertinence est démontrée, donc à ce moment-là les gens désirent l'avoir pour comme outil de travail. » (CAS: 07)

Pour encourager l'utilisation et aider à plus d'effets de cette application, une idée serait d'offrir une version d'essai gratuite pendant quelques jours, puis de proposer un abonnement payant pour ceux qui seront convaincus comme l'a expliqué un participant (CAS: 06).

Avantages, effets perçus et/ou valeur ajoutée de l'application

Au cours des interviews, tous les participants ont exprimé leur satisfaction à l'égard de l'application EZDrips, en particulier lorsqu'elle est utilisée avec des patients pédiatriques. Ils ont souligné que cette application leur permettait de réduire leur charge mentale lorsqu'ils étaient confrontés à des situations stressantes et critiques, en leur offrant une aide précieuse pour le calcul des doses et des volumes. « Ça permet de décharger la surcharge cognitive en réanimation pour se concentrer sur le cas clinique. » (CAS: 03).

« Ça évite de multiplier les applications. Plutôt que d'aller sur une application comme Pedi STAT, une autre application pour les drogues, moi, ça, ça synthétise une seule application au lieu d'en consulter trois... C'est qu'une seule application. On a l'adulte, la néonate et la pédiatrie. Donc, ... on peut passer d'un patient à un autre et aux urgences c'est important de passer d'un patient à un autre, donc c'est plus facile. » (CAS: 06).

EZDrips est une application qui permet non seulement de faciliter le calcul des doses et des volumes de médicaments, mais également de réduire considérablement le temps nécessaire pour la recherche et la préparation des médicaments. Cette fonctionnalité est particulièrement utile dans les situations critiques où le temps est un facteur crucial pour le rétablissement du patient. En effet, une réduction du temps d'intervention peut faire une réelle différence et même sauver des vies. Selon les participants interrogés (CAS: 01, 02, 07, 08 & 09), l'utilisation d'EZDrips contribue également à éviter les erreurs médicamenteuses pouvant être préjudiciables pour les patients. Deux participants ont fait part de leurs observations à ce sujet en ces termes :

« Ça me rend un peu plus sécurisée dans mon travail. Ça augmente, comme ma confiance, quand je fais une intervention. (...) Je pense que EZDrips a plus d'avantages. Mais, Pedi STAT, ben, pour un médecin, Pedi STAT, c'est suffisant parce que, tu sais, ça te donne vraiment les doses tandis que EZDrips, ça te donne comment le préparer puis comment l'administrer. Fait que c'est pour les infirmières

et pour les pharmaciennes c'est plus pertinent EZDrips tandis que pour les médecins, peut être que, Pedi STAT c'est assez suffisant pour leurs besoins. » (CAS: 05)

« Je pense que c'est quand même quelque chose qui, quand on apprend à l'utiliser, ça devient relativement très pertinent. Je ne veux pas dire essentiel. Je veux dire quasi essentiel puisqu'on peut toujours se débrouiller sans... Donc, je dirais, ça simplifie beaucoup la vie pour justement éviter de se tromper dans des calculs de doses, dans des calculs de volume, ne pas avoir non plus à chercher dans mille et une références pour trouver une réponse. On sait que la réponse elle a quand même été validée par, tu sais, par plusieurs personnes, donc, c'est pas juste une personne qui a décidé arbitrairement quelque chose. On sait que c'est quand même une équipe qui a fait la validation en arrière, donc c'est ce que je pense. Ça nous permet de sauver du temps et des erreurs. » (CAS: 01)

Un autre participant a souligné que dans les soins critiques, l'utilisation d'EZDrips avait un impact positif sur la qualité des soins de réanimation en les rendant plus agréables et plus efficaces. Ce témoignage est appuyé par la déclaration suivante comme nous le confiait un participant :

« Ouais, c'est vrai qu'on a un immense intranet. On a 40 cartables, nous, en réanimation, la [bande] Broselow. Bref là, c'est éparpillé partout dans la salle de réanimation parfois, même [il] faut courir ailleurs à l'urgence pour trouver l'information. C'est ultra précieux de rassembler l'information en un seul endroit. Mais, comment rassembler des tonnes et des tonnes d'informations dans quelque chose de très petit qui se trouve facilement? Ben voilà! [EZDrips]. Tu sais, puis des fois, je disais, c'est pas les médicaments, peut-être, qui sauvent des vies en réanimation. Moi, je pense, c'est les gens. Fait, quand mes gens partent pour chercher l'information, je pense que c'est ça la pire des affaires, tu sais, où est mon infirmière? Ben, elle est partie chercher l'information pour donner le médicament que je lui ai demandé. Fait que, je pense ça c'est la pire affaire qui peut arriver. » (CAS : 02)

D'autres participants ont également témoigné de l'utilité de l'application EZDrips. Selon l'un d'entre eux (CAS: 03) : *« ...dans EZDrips, on a les médicaments d'intubation autant que les autres médicaments en perfusion pour la sédation. Donc, c'est beaucoup plus complet et ce sont au même endroit »*. Un autre participant (CAS: 09) a également souligné que EZDrips contenait plus de médicaments que d'autres applications, ce qui en faisait une solution plus complète. *« Tu sais là, t'es plus dans une application plus complète là... Pas juste là un condensé... comme dans les AMINES »*. Les participants expérimentés ont également noté que cette application était particulièrement utile pour la vérification croisée de leurs pratiques de médication, ainsi que pour les professionnels de la santé débutant leur carrière, qui ont souvent de nombreuses questions sur la prescription, la préparation et l'administration des médicaments. L'application a également été jugée pertinente pour le préhospitalier (CAS: 02, 03, 05, 06 & 08) : *« L'avantage de l'application [EZDrips] c'est qu'elle fait gagner du temps. Quand on est en dehors des établissements, on peut pas forcément avoir des ressources, le chronographique et bibliographique et ça fait même gagner le temps sur le calcul des doses » (CAS: 06).*

« C'est extrêmement utile, surtout, à personnel réduit encore plus en fait. Plus on est en situation de critique et on est dépourvu de ressources, plus l'application augmente en importance ou en pertinence, c'est-à-dire que, comme on a des consignes claires et efficaces dans la préparation de la médication, c'est très facile à naviguer comme application. C'est souvent une seule touche pour passer au prochain... Donc, c'est

très facile à naviguer. Il n'y a pas de perte de temps. Donc, quand on est en ressource réduite ou en soins critiques, la pertinence est en est décuplée. » (CAS: 07).

En raison de son interactivité et de son intuitivité, l'application EZDrips aide à instaurer une ambiance de confiance dans les situations instables et contribue à améliorer les compétences en offrant des rappels simples pour les doses de médicaments et les données de poids réel ou d'utilisation. De cette façon, elle favorise l'acquisition de meilleurs réflexes.

« Une chose importante [avec EZDrips], c'est que toutes les choses sont calculées à partir d'un poids et d'une taille. Effectivement, toutes les drogues sont calculées au plus juste pour le patient. Donc ça, c'est un gage de sécurité (...) et aussi des paramètres de ventilation au poids et la taille du patient, c'est quelque chose de très intéressant. À côté de ça aussi, la partie synthèse, vous savez conduite à tenir en fonction des pathologies, donc la sédation, des choses comme ça où tout est résumé, donc ça aussi c'est bien. C'est bien pratique. » (CAS: 06).

Toutes les entrevues ont également révélé que les effets de l'application EZDrips sur le patient n'étaient pas facilement mesurables. Cependant, l'ensemble des participants ont noté que l'application avait un impact positif sur leurs pratiques, ce qui, à son tour, peut avoir des effets bénéfiques pour les patients. Comme l'a souligné un participant :

« ... c'est difficile à dire parce que c'est les médicaments qu'on aurait délivrés quand même, mais on peut probablement gagner quelques minutes. Donc, c'est difficile pour moi de vous dire hors de tout doute que ça l'a sauvé une vie. Mais, je peux vous dire franchement que ça diminue les tensions en réanimation parce que ça fait qu'on est plus certains des prescriptions qu'on va donner. Donc, quand le niveau de stress est plus bas dans une salle, il y a plus de l'instabilité. Ça rend la communication franchement meilleure puis je pense que ça rend l'équipe plus efficace. (...) Est-ce que je peux vous confirmer que ça l'a sauvé des vies? Non. Parce que ça prendrait des études larges, à une visée plus large. Mais, je pense définitivement que ça facilite notre travail. » (CAS: 03)

En résumé, selon les résultats des entrevues, il est apparu que l'application EZDrips a le potentiel de transformer considérablement la dynamique des situations de soins critiques.

Autres applications utilisées par les participants et leurs établissements

Dans les établissements de santé des participants aux entretiens, d'autres outils d'aide à la médication étaient couramment utilisés. Selon un participant, *« tout le monde a encore beaucoup ces outils chacun de son côté, donc il y a certaines personnes qui utilisent EZDrips. Il y a certaines personnes qui utilisent des petits cahiers... Il y a certaines personnes qui utilisent Pedi STAT »*. Certains professionnels de santé interrogés (CAS: 02, 03, 05, 06, 07, 08 & 09) ont cité d'autres outils d'aide à la médication similaires à EZDrips, utilisés dans le cadre de leurs pratiques. Ces outils sont présentés ci-dessous.

- AntibioPed
(<https://pdr.publicatique.com/fr>)

Les concepteurs de l'Antibiothérapie pédiatrique (AntibioPed) développée par une équipe du CHU Sainte-Justine (CHUSJ) la présentent comme étant la référence en matière d'application rapide, claire et efficace pour les maladies infectieuses pédiatriques.

- Calculateur de dose pédiatrique du CHU Sherbrooke (CHUS)
(<https://calculateurped.ouilspharmacie.ca/>)

Selon un participant (CAS: 09), un calculateur de dose a été développé au CHUS (Québec, Canada) ces derniers mois et a été intégré sur tous les postes informatiques, notamment à l'urgence de l'hôpital Brome-Missisquoi-Perkins. Cet outil est désormais utilisé par les employés de l'établissement pour uniformiser leurs pratiques. Ce calculateur en ligne permet de prescrire directement les médicaments, d'imprimer en temps réel le nombre de copies souhaité et contient différents types de médicaments utilisés en pédiatrie au CHUS, ainsi que des formules de préparation des recettes. D'après les propos recueillis auprès de ce participant :

« Les gens sont contents puis ils trouvent ça parfait, c'est parce que, bon, c'est bien fait-là. Tu sais-je dirais, ... le dossier numérisé là, ben, tu fais les prescriptions directes dessus puis tu peux copier 3 fois, 2 fois ... l'infirmière, elle peut prendre une copie puis préparer ces choses avec la même copie, avec la même prescription, la même dose là et avoir la feuille de renseignement et pour préparer les doses. (...) Mais de là, à dire que ça répond à tout, ça ne répond pas à tout non plus. » (CAS : 09)

- Pedi STAT
(<https://www.pedi-stat.com/>)

Cette application d'aide à la médication, appelée Pedi STAT, a été développée par une équipe médicale en collaboration avec des développeurs de logiciels basés au Texas, aux États-Unis. Elle a été conçue pour aider les professionnels de la santé à prendre en charge les patients pédiatriques, compte tenu des particularités de cette population, notamment leur taille et leur poids. Comme toutes les applications d'aide à la médication, Pedi STAT vise à surmonter les difficultés que rencontrent les professionnels de la santé pour se rappeler des directives de prise en charge pédiatrique et effectuer les calculs mathématiques nécessaires pour dispenser des soins optimaux pendant leur pratique. Aujourd'hui, Pedi STAT contient plusieurs médicaments et du contenu international. En plus des doses de médicaments et des tailles d'équipement, l'application fournit également des volumes de médicaments à administrer pour aider à réduire les risques d'erreur médicale.

- MDCalc
(<https://www.mdcalc.com/>)

L'application MDCalc est un outil médical gratuit de référence qui met à disposition des professionnels de santé plus de 500 calculateurs médicaux et d'autres aides à la décision clinique. Les concepteurs américains de cette application se sont basés sur des recherches cliniques publiées ainsi que sur leur propre expérience pour fournir des outils d'aide à la décision clinique, tels que des calculateurs médicaux, des systèmes de notation et des algorithmes, directement au point de soins. Disponible en ligne et sur les appareils

mobiles avec des versions pour iOS et Android, MDCalc est une ressource pratique et accessible pour les professionnels de santé.

- UpToDate
(<https://www.wolterskluwer.com/en/solutions/uptodate>)

UpToDate est un système de ressources cliniques fondées sur des données probantes qui propose un accès à un large éventail d'informations médicales, des informations destinées aux patients, des monographies de médicaments Lexi-comp, ainsi qu'un certain nombre de calculatrices médicales. Il s'agit d'un outil d'aide à la décision médicale pratique et concret conçu pour aider les professionnels de santé à prendre des décisions thérapeutiques appropriées et à obtenir de meilleurs résultats pour les patients. Les concepteurs américains de cet outil le présentent comme une ressource proposant des recommandations pratiques et des données factuelles pour une prise de décision clinique optimale. Ils synthétisent les preuves cliniques disponibles ainsi que les meilleures pratiques cliniques afin d'aider les professionnels de santé à fournir des soins de qualité supérieure à leurs patients.

Résultats contextuels et expérientiels au CHUSJ

Les professionnels de santé peuvent compter sur des ressources telles que Pedi STAT, MDCalc et UpToDate pour les aider dans leur pratique quotidienne en fournissant des recommandations pratiques et des données factuelles pour améliorer les résultats cliniques. Cependant, l'application EZDrips est également utilisée au CHUSJ.

Description de l'application EZDrips

EZDrips est une application qui a été développée en 2016 par une équipe bénévole de professionnels multidisciplinaire de la santé et de développeurs de logiciels au Québec, Canada. Initialement conçue pour faciliter l'administration rapide de médicaments aux patients pédiatriques en situations critiques où le temps est vital, elle a été améliorée quelques mois plus tard pour être utilisée dans toutes les populations de patients, y compris les adultes et les patients en surpoids. EZDrips aide le personnel médical et paramédical à réduire les erreurs de médication en offrant un calcul précis de la posologie des médicaments, permettant ainsi une administration rapide et efficace à la dose et à la concentration appropriées. L'application dispose de fonctionnalités d'alerte clinique visant à prévenir les erreurs, et permet de préparer facilement des perfusions en fournissant des recettes de préparation ainsi que des doses sécuritaires et des vitesses d'administration pour la majorité des médicaments, en fonction du poids du patient et de la méthode d'administration appropriée. Pour les perfusions, l'application fournit également des instructions pour la préparation, en veillant à ce que les utilisateurs valident toujours avec les feuilles d'ordonnances prérédigées (FOPR), et des alertes cliniques pour garantir une administration sûre. Les concepteurs de l'application ont décrit en détail les doses sécuritaires et les vitesses d'administration sur leur site Internet (<https://www.ezdrips.com/fr/ezdrips/>).

Elle est actuellement la seule application mobile d'aide à la médication pédiatrique disponible en français et en anglais dans le monde entier pour l'administration rapide et

sûre de près de 75 médicaments en réanimation pédiatrique et adulte tout en avec accès à 300 indications d'utilisation. En outre, elle peut être utilisée par les professionnels des équipes de transport pour disposer d'un outil fiable et pratique pour l'administration de médicaments en toute sécurité. Cette application est un outil polyvalent offrant une source d'information complète pour les professionnels de la santé, qu'ils soient experts ou débutants en réanimation pédiatrique. Elle permet de gagner du temps précieux en situation d'urgence et d'éviter les erreurs de dosage médicamenteux.

Résultats du sondage au CHUSJ sur l'utilisation de l'application EZDrips

D'après les résultats chiffrés de l'enquête interne menée auprès des professionnels de santé qui ont utilisé EZDrips aux soins intensifs et à l'urgence du CHUSJ (le nombre précis d'utilisateurs n'étant pas connu), il a été observé le taux de participation suivant :



Figure 13 : Utilisation de l'application EZDrips aux soins intensifs du CHUSJ

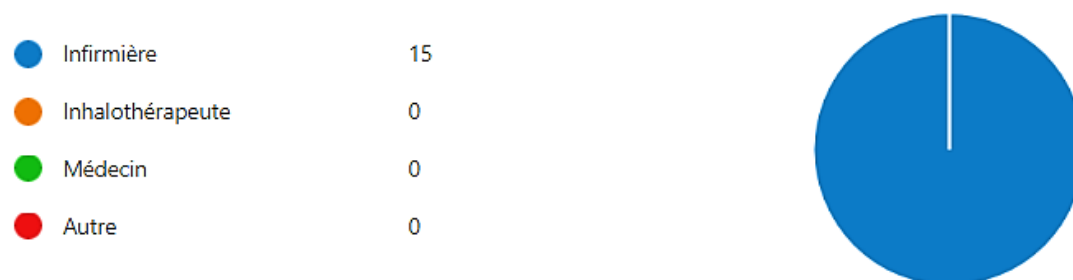


Figure 14 : Utilisation de l'application EZDrips à l'urgence du CHUSJ

Les professionnels de santé qui ont répondu à l'enquête étaient au total de 29 personnes dont 48,3 % (14/29) travaillaient aux soins intensifs et 51,7 % (15/29) en service d'urgence. Parmi eux, on comptait 82,8 % (24/29) d'infirmières, dont 37,5 % (9/24) travaillant aux soins intensifs et 62,5 % (15/24) en service d'urgence, ainsi que 3,4 % (1/29) d'inhalothérapeutes et 13,8 % (4/29) de médecins travaillant aux soins intensifs.

Dans l'ensemble, les professionnels de santé ont largement apprécié l'utilisation d'EZDrips comme outil d'aide à la médication, avec une moyenne globale de 4,18 sur 5 (sur une échelle de 1 à 5) et une plage de notation allant de 3 à 5. Ce niveau d'appréciation a été constaté à la fois chez le personnel des soins intensifs et celui de l'urgence. Plus

précisément, 41,7 % des participants ont attribué une note de 5/5, 33,3 % ont attribué une note de 4/5 et 25 % ont attribué une note de 3/5 pour leur appréciation de la pertinence d'EZDrips. En outre, il est important de noter que les utilisateurs d'EZDrips avaient des fréquences d'utilisation variables au CHUSJ. La majorité d'entre eux (soit 65,5 %) l'utilisaient au moins une fois par semaine, tandis que 20,7 % l'utilisaient une fois par mois, 41,4 % l'utilisaient deux à trois fois par mois et 13,8 % des participants à l'enquête ne l'utilisaient pas.

Les participants, qu'ils soient en soins intensifs ou à l'urgence, ont exprimé leurs préférences quant à l'utilisation des outils d'aide à la préparation de médicaments. Ils ont classé les FOPR en première position, suivie de l'application EZDrips et du guide des médicaments disponibles sur l'intranet de la pharmacie. La majorité des participants étaient d'accord que l'application EZDrips avait un impact sur leur pratique et que l'application pourrait avoir un impact ailleurs, c'est-à-dire sur la pratique dans les autres services cliniques du CHUSJ. En soins intensifs, les participants ont classé les effets de l'application EZDrips par ordre décroissant d'importance : augmentation de la sécurité, diminution des erreurs de calcul de médicament, amélioration de la prise en charge clinique, diminution des erreurs d'administration de médicaments, gain d'efficacité, diminution des erreurs de prescription, amélioration de la préparation des recettes pour la perfusion, mise en confiance et augmentation de la rapidité d'intervention. De même, pour les participants à l'urgence, les effets ont été classés dans l'ordre décroissant d'importance comme suit : diminution des erreurs de calcul de médicament, diminution des erreurs d'administration de médicaments, gain d'efficacité, augmentation de la rapidité d'intervention, mise en confiance, amélioration de la préparation des recettes pour la perfusion, diminution du stress lié à la préparation des médicaments, amélioration de la prise en charge clinique, diminution des erreurs de prescription et augmentation de la sécurité.

Les résultats suivants illustrent l'utilité de l'application aux yeux des participants à l'enquête :

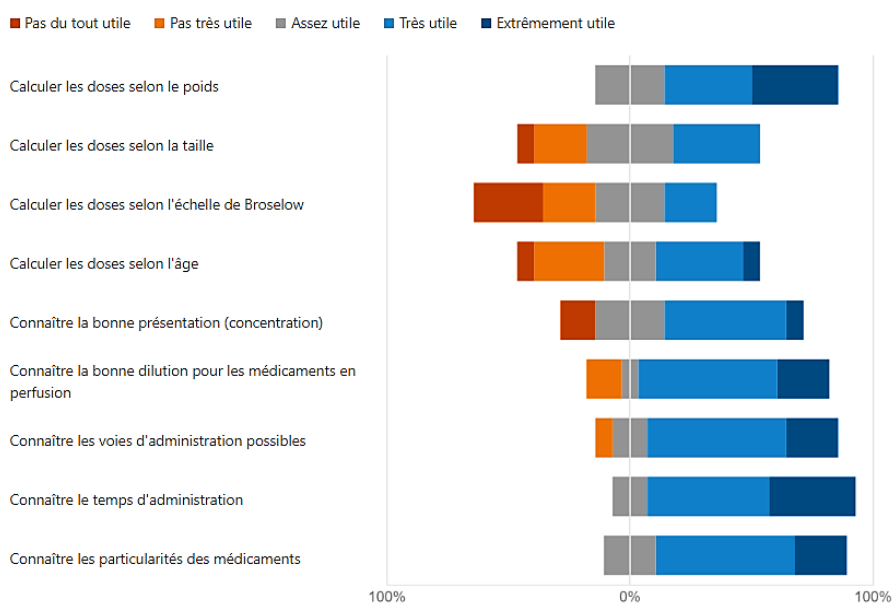


Figure 15 : Proportion d'utilité de l'application EZDrips pour les participants en soins intensifs

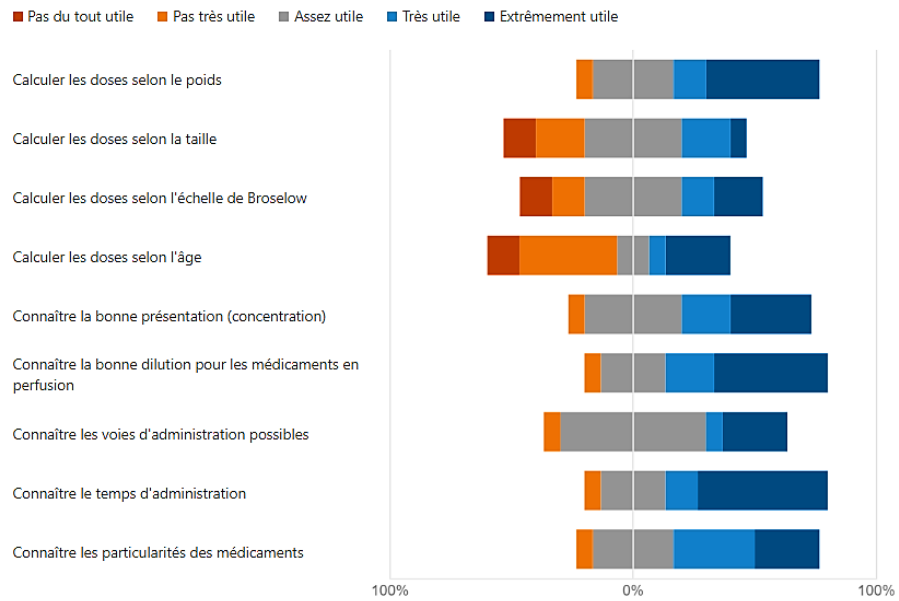


Figure 16 : Proportion d'utilité de l'application EZDrips pour les participants à l'urgence

Les professionnels des soins intensifs qui utilisaient peu ou pas l'application EZDrips ont mentionné plusieurs raisons comme la fourniture d'une grande quantité d'informations par le dossier clinique informatisé en soins intensifs (ICCA pour « *IntelliSpace Critical Care and Anesthesia* »), la présence d'autres outils déjà en place au CHUSJ, de légères différences dans la pratique de dilution des médicaments en sac, l'inexistence de besoins spécifiques dans leur pratique (par exemple, pour les inhalothérapeutes), l'habitude de l'utilisation de documents disponibles au chevet du patient pour les perfusions continues, l'inaccessibilité ou l'absence de l'application sur les ordinateurs de bureau et l'indisponibilité de l'application pour les téléphones intelligents autres que les iPhones. En revanche, les professionnels de santé du service des urgences au CHUSJ ont évoqué davantage les raisons suivantes : notamment la facilité d'utilisation sans nécessiter de mot de passe; la fréquence des erreurs informatiques et la lenteur de l'application; les difficultés de connexion avec le wifi ou en version LTE; la liste limitée des médicaments fréquemment utilisés, comme les antibiotiques et les analgésiques, dans l'application; la complexité de l'utilisation de l'application; l'absence de formation adéquate; et, la disponibilité de la plupart des informations sur les FOPR.

Les limites identifiées par les participants quant à l'utilisation de l'application EZDrips variaient selon les services. En soins intensifs, les limites mentionnées étaient l'incomplétude de la banque de médicaments pour certains médicaments couramment utilisés, tels que le « Lasix », le « Dilaudid » et le « KCl », l'absence d'informations telles que les interactions Rx(réactifs)-Rx, les incompatibilités Rx-Rx ou Rx-Soluté, l'impossibilité d'imprimer des documents directement depuis l'application, l'indisponibilité d'une version téléchargeable de l'application et son absence sur les téléphones intelligents autres que les iPhones, et le manque de lien avec Panda et ICCA du CHUSJ. De même, pour le service des urgences, les limites mentionnées étaient : l'incomplétude de la liste des médicaments pouvant être utilisés; l'absence d'informations telles que les compatibilités et les concentrations d'autres Rx que les doses de charge; l'absence de surveillances associées aux médicaments telles que celles présentes dans le cartable de la salle de réanimation; et, la différence entre certains médicaments en perfusion et ceux utilisés dans la pratique à l'urgence.

Le tableau suivant récapitule les principales raisons qui ont été avancées par les participants pour expliquer leur réticence à utiliser l'application EZDrips.

Tableau 3 : Obstacles à l'utilisation de l'application EZDrips au CHUSJ

	Application EZDrips
Raisons de l'inutilisation	<ul style="list-style-type: none"> • Existence d'outils déjà pertinents ou disponibilité de la plupart des informations sur les FOPR et ICCA • Existence d'une petite différence quant à la pratique de dilution de certains médicaments • Nombre limité de médicaments fréquemment utilisés • Application légèrement compliquée à utiliser • Erreurs informatiques fréquentes et lenteur de l'application • Inaccessibilité à l'application ou absence de l'application sur le bureau des ordinateurs • Difficulté de connexion avec le wifi ou en version LTE • Inexistence de l'application pour téléphones intelligents autres que les iPhones • Inhabitude • Manque de formation • Inexistence de besoin dans la pratique
Limites	<ul style="list-style-type: none"> • Incomplétude de la liste de médicaments proposés • Absence de certaines informations • Absence de version téléchargeable • Indisponibilité de l'application sur téléphones intelligents autres qu'un iPhone • Impossibilité d'impression de documents directement à partir de l'application • Différence de certains médicaments en perfusion de ceux dans la pratique à l'urgence • Inexistence d'un lien avec les outils disponibles au CHUSJ • Inexistence de surveillances associées avec les médicaments

Discussion

Bien que la recherche dans le domaine des applications d'aide à la médication soit encore limitée, il ressort de cette évaluation que les applications pour les téléphones intelligents sont des moyens conviviaux et sûrs pour simplifier le calcul de la posologie des médicaments et éviter les erreurs de médication, en particulier dans les unités de soins critiques. Ces applications semblent être plus faciles à utiliser que les méthodes de conversion disponibles, telles que les tables de débit de perfusion ou les nomogrammes (Sherry et al., 1993), qui peuvent encore être difficiles à utiliser et sujettes à des erreurs de médication.

La plupart des études retrouvées dans la littérature scientifique ont été menées en Suisse et sur des mannequins (simulation), avec la plus récente datant de 2021 et la plus ancienne de 2016, ce qui témoigne de l'actualité et de l'intérêt du sujet. Bien que l'évaluation se soit intéressée en particulier aux soins pédiatriques, il faut noter que dans notre stratégie de recherche documentaire, nous avons plutôt été très larges, en évitant de mettre la restriction d'âge et de langue, afin d'avoir une idée des applications mobiles d'aide à la médication qui pourraient concerner la population adulte, mais transférables aux soins pédiatriques. Malgré cela, la majorité des articles retrouvés ont concerné la population pédiatrique et nos résultats pourront également aider les prestataires dans les soins adultes qui aimeraient utiliser ce genre d'application.

Quatre articles analytiques (Lacour et al., 2021; Siebert et al., 2017, 2019, 2021) ainsi qu'un article descriptif (Ehrler & Siebert, 2020) ont étudié l'application PedAMINES, qui a été l'application la plus étudiée parmi les applications d'aide à la médication retrouvées dans ce travail. Les autres applications d'aide à la médication identifiées dans la littérature scientifique publiée furent le dispositif électronique « EIC » (Venkataraman et al., 2016), deux applications sans nom spécifique (Baumann et al., 2019; Hagberg et al., 2016) et une autre application appelée « *Nursing Calculator* » (Kurian et al., 2021). Selon les informations recueillies au cours des entrevues structurées également réalisées dans cette évaluation, il était ressorti que divers autres outils tels que Pedi STAT, MDCalc et UpToDate sont très utiles pour les professionnels de la santé dans leur pratique quotidienne, même si nous n'avons pas retrouvé d'articles scientifiques revus par des pairs publiés sur ces derniers. Tous ces outils fournissent des informations factuelles et pratiques pour faciliter la prise de décision des professionnels de santé en matière de médication, ce qui peut contribuer à améliorer les résultats cliniques pour leurs patients.

Dans les études expérimentales menées par Siebert et al. (2017, 2019, 2021) et Lacour et al. (2021), le choix du scénario basé sur une simulation de réanimation était la principale limite de leurs méthodes. Toutefois, cela pouvait s'expliquer par les contraintes éthiques et organisationnelles liées à la réalisation d'études avec des patients en situation critique. Ce choix permettait d'étudier, également, prospectivement la question (les dosages administrés sur la précision, la fréquence des erreurs de médication et l'influence des erreurs de calcul) malgré la sous-déclaration des erreurs de médication et leur non-documentation (Baumann et al., 2019; Beaudoin et al., 2015; Kaufmann et al., 2012). En outre, plusieurs études ont déjà montré que la simulation était une méthodologie de recherche efficace pour répondre à des questions de recherche qui ne pourraient autrement pas être résolues (Cheng et al., 2014). La simulation haute-fidélité utilisant un

simulateur de mannequin est effectivement devenue une méthode indispensable pour évaluer certaines questions de recherche et notamment la technologie médicale (Siebert et *al.*, 2017, 2019), car elle permet de surmonter les problèmes éthiques, l'hétérogénéité des patients et leurs maladies rendant souvent difficile la normalisation des études dans des situations critiques (Siebert et *al.*, 2021). D'ailleurs, les résultats obtenus à partir de ces études expérimentales renforcent les conclusions des quatre études descriptives que nous avons incluses dans notre évaluation (Ehrler & Siebert, 2020; Hagberg et *al.*, 2016; Kurian et *al.*, 2021; Venkataraman et *al.*, 2016). Certains auteurs (Hall et *al.*, 2020; Lacour et *al.*, 2021; Luten et *al.*, 2002) préconisent même de remplacer au maximum les tâches induisant du stress et de la charge cognitive lors de la réanimation par des actions automatisées pour optimiser la prise en charge des patients et diminuer les erreurs de médication.

En revanche, l'hétérogénéité des études d'intervention pédiatriques actuelles sur ces applications empêche la large généralisabilité des résultats et donne des indications peu claires aux hôpitaux sur les applications mobiles d'aide à la médication qu'il est préférable d'adopter (Rinke et *al.*, 2014). Aussi, dans plusieurs études, dont une revue systématique et une méta-analyse axée sur l'efficacité des interventions pour réduire les erreurs d'administration des médicaments, les auteurs (Berdot et *al.*, 2016; Lauridsen et *al.*, 2019) n'ont trouvé aucune preuve que les interventions liées à la technologie peuvent réduire efficacement les erreurs de médication. En outre, d'autres auteurs (Baumann et *al.*, 2019; Rinke et *al.*, 2014; Segal et *al.*, 2015) n'ont pas été en mesure de trouver des preuves sans biais, solides et rigoureuses dans la littérature pédiatrique sur ces applications. Pour Strauß (2016)(2016)(2016), entre autres, les sources d'information sur papier (livres, cartes de poche) sont des outils fiables et faciles à utiliser dans la pratique clinique quotidienne comparativement aux applications basées sur les téléphones intelligents qui sont discutables. Les raisons justifiant cela sont (Alameddine et *al.*, 2019; Bonafide et *al.*, 2020; Strauß, 2016; Ustun & Cihangiroglu, 2012) : que les applications basées sur les téléphones intelligents ont été développées, des fois, sans la participation d'experts médicaux ; qu'elles nécessitent souvent un accès à Internet ; qu'elles peuvent être longues à utiliser en raison des nombreux clics nécessaires ; que les interruptions d'appels téléphoniques entrants sur les appareils où sont installées ces applications peuvent être temporairement associées à des erreurs d'administration de médicaments chez les praticiens en soins critiques ; que les aides techniques ne peuvent remplacer un manque de compétence des prestataires ; que les téléphones portables des professionnels de la santé peuvent être une cause potentielle de contamination microbienne croisée entre les hôpitaux et la communauté, pouvant provoquer des infections nosocomiales ; et, qu'une mauvaise utilisation des appareils mobiles pourrait facilement augmenter le risque de distraction des professionnels de santé et affecter également la sécurité des patients.(Alameddine et *al.*, 2019)

Toutefois, correctement utilisés, ces téléphones intelligents en association avec une application d'aide à la médication semblent avoir un énorme potentiel pour améliorer la pratique médicale en pédiatrie. Les avantages incluent (García-Sánchez et *al.*, 2022; Hagberg et *al.*, 2016; Hitti et *al.*, 2021; Luten et *al.*, 2002) : un accès rapide à des informations pertinentes et fondées sur des preuves, facilitant ainsi la prise de décision, la réduction des taux d'erreur et une meilleure coordination des soins entre les

fournisseurs au bénéfice des soins aux patients ; l'efficacité et la sécurité du processus d'administration des médicaments, en fournissant une vision claire sur le plan de médication en cours avec les instructions nécessaires ; et une réduction de l'anxiété et des conditions exogènes rencontrées lors des soins critiques, augmentant la charge de travail cognitif des professionnels de santé et le risque d'erreurs. Ces applications d'aide à la médication, comme PedAMINES comparable à l'application EZDrips que nous avons évaluée dans le contexte de soins spécialisés et surspécialisés du CHUSJ dans ce rapport, semblent aidant à la remédiation des défauts de médication, au bien-être des professionnels de santé et l'amélioration de la qualité des soins.

Cette évaluation a aussi montré que l'application EZDrips était utilisée un peu partout au Québec par les professionnels de santé selon les propos recueillis auprès des acteurs interrogés. Au-delà de l'utilisation individuelle, elle continue à être implantée dans d'autres établissements de santé comme l'Hôpital Pierre-Boucher du CISSS Montérégie-Est où elle a été adoptée depuis mars 2023. Les résultats de notre enquête de satisfaction des utilisateurs menée dans les services des soins intensifs et à l'urgence du CHUSJ sont comparables à ceux obtenus dans l'étude menée par Venkataraman et *al.* (2016). Les preuves scientifiques disponibles dans la littérature (Baumann et *al.*, 2019; Lacour et *al.*, 2021; Siebert et *al.*, 2017, 2019, 2021) ont montré que ces applications d'aide à la médication sont bénéfiques tant pour les professionnels de santé inexpérimentés que pour ceux qui ont de nombreuses années d'expérience clinique.

Recommandations

La littérature (Ehrler & Siebert, 2020; Hansen et *al.*, 2018) indique que les applications d'aide à la médication ne doivent être considérées comme fiables qu'après un examen approfondi de la littérature, une évaluation par des experts ou un examen par des pairs. Cette littérature spécifie qu'effectivement, il est essentiel de clairement indiquer l'affiliation de l'auteur et les références bibliographiques aux preuves scientifiques et cliniques, d'identifier clairement les professionnels de la santé participant à l'examen et aux mises à jour des applications, et de privilégier les développeurs ayant une expérience clinique dans la rédaction ou la synthèse de preuves médicales. Les informations fournies deviennent plus fiables lorsqu'elles sont vérifiées par des examinateurs indépendants ou approuvées par des organismes de santé reconnus.

Ainsi, étant donné que :

- l'application EZDrips est la deuxième application médicale de dosage médicamenteux adulte et pédiatrique bilingue au monde, dont la seule disponible en français et adaptée au contexte québécois ;
- l'application EZDrips a été développée par des concepteurs québécois en se basant sur des données locales et fait l'objet de mises à jour régulières, dont la version prochaine (EZResus) est en développement, pour prendre en compte certaines améliorations exprimées par les utilisateurs et offrir de nouvelles fonctionnalités ;

- l'application EZDrips, utilisée notamment au service des soins intensifs et à l'urgence du CHUSJ, gère la conversion de concentrations spécifiques de médicaments en mL/h, en un débit de perfusion, en $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ et fournit des instructions sur la préparation des solutions médicamenteuses, ce qui est une considération importante pour les patients pédiatriques ;
- l'application EZDrips inclut également des informations essentielles que l'on doit généralement retrouver dans les applications d'aide à la médication (García-Sánchez et *al.*, 2022), telles que les indications thérapeutiques, les doses courantes et les instructions sur la préparation et l'administration des médicaments.

Nous (UETMIS) recommandons l'application EZDrips puisqu'elle répond aux critères essentiels pour une application d'aide à la médication. Sa conception a été basée sur une revue minutieuse de la littérature, une évaluation par des experts et une validation par des pairs. Les références bibliographiques des preuves scientifiques et cliniques sont également clairement indiquées dans l'application.

De plus, considérant que :

- le calcul précis des dosages de médicaments, notamment en soins pédiatriques, est un élément essentiel, mais souvent complexe et stressant de la pratique pouvant entraîner des erreurs et des retards (McMullan, 2018; Zink et *al.*, 2004) ;
- dans les situations critiques où la vie d'un patient est en danger peuvent nécessiter une préparation et une administration rapides des médicaments, notamment pour des médicaments nécessitant des calculs de dosage complexes (Kaufmann et *al.*, 2012; Wright, 2010) ;
- en pratique clinique, l'apprentissage à travers une application mobile permet de développer de meilleures connaissances dans le calcul des posologies des médicaments tout en rendant les utilisateurs plus confiants et compétents dans l'exécution de cette tâche (McMullan, 2018) ;
- la compétence cognitive à acquérir pour les professionnels souvent difficiles en situation de soins d'urgence et une application mobile est très souvent conviviale, fournit des explications claires et aide à consolider les connaissances sur l'administration des médicaments (McMullan, 2018) ;
- chaque minute gagnée dans la préparation des médicaments d'urgence peut entraîner une augmentation de 9 % de la probabilité de survie (Hansen et *al.*, 2018).

Nous recommandons la poursuite de l'utilisation de l'application EZDrips au CHUSJ, notamment dans les services de soins intensifs et dans la salle de réanimation de l'urgence. En raison des caractéristiques anatomiques des enfants, des spécificités liées au calcul de la dose individuelle et aux procédures d'urgence, les soins critiques pédiatriques sont sujets à davantage d'erreurs, ce qui rend ce type d'application utile. En outre, même si le poids est connu, des erreurs de calcul surviennent souvent en situation de soins critiques en raison de la nervosité ou de l'agitation (Gordon et *al.*, 2011; Hoyle et *al.*, 2012). Ainsi, il est approprié d'utiliser l'application de soutien à la médication EZDrips au CHUSJ, un hôpital spécialisé et surspécialisé pour les enfants, et elle pourrait être

étendue à tous les services de l'hôpital tel qu'exprimé par plusieurs utilisateurs ayant répondu à l'enquête réalisée au CHUSJ.

Enfin, sachant que :

- la mise à disposition d'applications mobiles éprouvées pour les professionnels de santé pourrait contribuer à améliorer la sécurité du processus d'administration des médicaments dans les soins pédiatriques, tout en réduisant le stress et en renforçant la confiance des professionnels dans leurs pratiques ;
- plus de 85 % des professionnels de la santé sont propriétaires de téléphones intelligents (Franko & Tirrell, 2012), et ce chiffre est probablement encore plus élevé en 2023, et que la presque totalité d'entre eux utilise déjà des applications mobiles ;
- 72,6 % des ambulanciers paramédicaux ont considéré qu'une application pour appareil mobile spécifique aux services d'urgence médicale serait très utile pour réduire les erreurs de dosage de médicaments pédiatriques (Hoyle et al., 2012) ;
- d'après une récente revue systématique bien documentée sur les applications mobiles de santé fournissant des informations sur les médicaments pour les soins d'urgence aux adultes (García-Sánchez et al., 2022), il a été constaté que le coût des applications payantes variaient de 0,59 € (0,64 \$ US) à 179,99 € (196,10 \$ US) (médiane : 8,99 € [9,79 \$ US]) et avaient un coût moyen de 20,82 € (22,68 \$ US) (SD : 40,81 € [44,46 \$ US]) comparativement à un abonnement mensuel individuel à EZDrips qui est inférieur à ces coûts.

Nous recommandons l'application mobile EZDrips à fort potentiel, pour appareil mobile et ordinateurs, conçue pour aider à la préparation de médicaments pédiatriques pour contourner plusieurs des failles que nous avons susmentionnées. Cette recommandation est étayée par les données recueillies lors de nos évaluations internes au CHUSJ, ainsi que par les retours positifs de plusieurs professionnels de santé dans divers établissements de santé de différents CIUSSS du Québec et en dehors.

Toutefois, malgré les nombreux avantages potentiels des applications mobiles pour la pratique, notamment en soins critiques, l'éducation et la formation des professionnels de la santé restent essentielles pour garantir leur utilisation efficace et sûre. L'UETMIS recommande que les professionnels de la santé restent responsables de la validité des informations qu'ils utilisent et privilégient les stratégies les plus simples et les plus sûres possibles dans leur pratique clinique quotidienne. Dans ce contexte, en plus de prendre en compte, à la fois, des informations sur la posologie habituelle, des indications thérapeutiques, la sécurité et l'administration des médicaments, l'UETMIS suggère, aux concepteurs de l'application EZDrips, de tenter de considérer également les problèmes liés aux médicaments comme : le mécanisme d'action, les contre-indications et effets indésirables, soulevés par les participants à l'enquête interne réalisée aux services des soins intensifs et d'urgence du CHUSJ. L'UETMIS suggère également aux concepteurs de cette application d'utiliser des données factuelles basées sur des recherches expérimentales ou quasi expérimentales, telles que des essais cliniques randomisés, des études de simulation, des études de cas-témoins ou des études de cohortes pour mieux soutenir leur application. Selon l'UETMIS, les concepteurs de l'application devraient, à court terme, œuvrer à rendre leur application téléchargeable sur

Android et iOS comme l'ont suggéré la majorité des participants aux entrevues que nous avons menées auprès de médecins et d'infirmiers pour plus de convivialité et facilité d'utilisation.

Conclusion

Ce rapport d'évaluation avait pour objectif d'évaluer la pertinence et la valeur ajoutée de l'application mobile EZDrips en tant qu'aide à la médication pour la population pédiatrique dans les soins critiques (services d'urgence et de soins critiques) du CHUSJ. Il se compose d'une introduction, de questions d'évaluation et de décision, d'une présentation générale des erreurs et des supports de médication, des méthodes utilisées pour l'évaluation, des résultats obtenus, d'une brève discussion, ainsi que de recommandations et de constats liés à l'utilisation de l'application EZDrips au CHUSJ.

En utilisant une triangulation de données probantes provenant d'une revue systématique de la littérature, des données contextuelles du CHUSJ et de l'expérience d'autres établissements de santé au Québec et ailleurs, il ressort de cela que l'application EZDrips est pertinente et offre une valeur ajoutée aux professionnels de la santé dans leur pratique quotidienne. Cependant, malgré les nombreux avantages potentiels des applications mobiles dans la pratique, l'éducation et la formation des professionnels de la santé sont indispensables pour garantir des utilisations efficace et sécurisée. Enfin, cette évaluation suggère que des améliorations et des recherches plus approfondies soient effectuées pour l'application EZDrips afin d'augmenter son impact sur l'amélioration de la pratique des professionnels de santé.

Références

- Alameddine, M., Soueidan, H., Makki, M., Tamim, H., & Hitti, E. (2019). The Use of Smart Devices by Care Providers in Emergency Departments : Cross-Sectional Survey Design. *JMIR mHealth and uHealth*, 7(6), e13614. <https://doi.org/10.2196/13614>
- Alonso, S. G., Marques, G., Barrachina, I., Garcia-Zapirain, B., Arambarri, J., Salvador, J. C., & de la Torre Díez, I. (2021). Telemedicine and e-Health research solutions in literature for combatting COVID-19 : A systematic review. *Health and Technology*, 11(2), 257-266. <https://doi.org/10.1007/s12553-021-00529-7>
- American Academy of Pediatrics Committee on Drugs. (2003). Prevention of Medication Errors in the Pediatric Inpatient Setting. *Pediatrics*, 112(2), 431-436. <https://doi.org/10.1542/peds.112.2.431>
- Bates, D. W., Cullen, D. J., Laird, N., Petersen, L. A., Small, S. D., Servi, D., Laffel, G., Sweitzer, B. J., Shea, B. F., & Hallisey, R. (1995). Incidence of adverse drug events and potential adverse drug events : Implications for prevention. *Jama*, 274(1), 29-34.
- Baumann, D., Dibbern, N., Sehner, S., Zöllner, C., Reip, W., & Kubitz, J. C. (2019). Validation of a mobile app for reducing errors of administration of medications in an emergency. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 33(3), 531-539. <https://doi.org/10.1007/s10877-018-0187-3>
- Beaudoin, F. L., Merchant, R. C., Janicki, A., McKaig, D. M., & Babu, K. M. (2015). Preventing iatrogenic overdose : A review of in-emergency department opioid-related adverse drug events and medication errors. *Annals of Emergency Medicine*, 65(4), 423-431. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2014.11.016>
- Benjamin, D. M. (2003). Reducing medication errors and increasing patient safety : Case studies in clinical pharmacology. *The Journal of Clinical Pharmacology*, 43(7), 768-783.
- Berdot, S., Roudot, M., Schramm, C., Katsahian, S., Durieux, P., & Sabatier, B. (2016). Interventions to reduce nurses' medication administration errors in inpatient settings : A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*, 53, 342-350. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2015.08.012>
- Berner, E. S., Houston, T. K., Ray, M. N., Allison, J. J., Heudebert, G. R., Chatham, W. W., Kennedy Jr, J. I., Glandon, G. L., Norton, P. A., & Crawford, M. A. (2006). Improving ambulatory prescribing safety with a handheld decision support system : A randomized controlled trial. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 13(2), 171-179.
- Bernius, M., Thibodeau, B., Jones, A., Clothier, B., & Witting, M. (2008). Prevention of pediatric drug calculation errors by prehospital care providers. *Prehospital Emergency Care*, 12(4), 486-494.
- Bonafide, C. P., Miller, J. M., Localio, A. R., Khan, A., Dziorny, A. C., Mai, M., Stemler, S., Chen, W., Holmes, J. H., Nadkarni, V. M., & Keren, R. (2020). Association Between Mobile Telephone Interruptions and Medication Administration Errors in a Pediatric Intensive Care Unit. *JAMA Pediatrics*, 174(2), 162-169. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.5001>

- Calabrese, A. D., Erstad, B. L., Brandl, K., Barletta, J. F., Kane, S. L., & Sherman, D. S. (2001). Medication administration errors in adult patients in the ICU. *Intensive care medicine*, 27, 1592-1598.
- Cayot-Constantin, S., Constantin, J.-M., Perez, J.-P., Chevallier, P., Clapson, P., & Bazin, J.-E. (2010). Assessment of the usefulness to use a software supervising continuous infusion rates of drugs administered with pumps in ICU and estimation of the frequency of rate of administration errors. *Annales Francaises d'Anesthesie et de Reanimation*, 29(3), 204-208. <https://doi.org/10.1016/j.annfar.2009.10.025>
- Chan, A. L. F., Wang, H.-Y., & Leung, H. W. C. (2006). Incorporation of a gentamicin dosage calculator into a computerized prescriber-order-entry system. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 63(14), 1344-1345. <https://doi.org/10.2146/ajhp050474>
- Cheng, A., Auerbach, M., Hunt, E. A., Chang, T. P., Pusic, M., Nadkarni, V., & Kessler, D. (2014). Designing and Conducting Simulation-Based Research. *Pediatrics*, 133(6), 1091-1101. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3267>
- Clarke, J. R. (2006). How a system for reporting medical errors can and cannot improve patient safety. *The American Surgeon*, 72(11), 1088-1091.
- Cottrell, E. K., O'Brien, K., Curry, M., Meckler, G. D., Engle, P. P., Jui, J., Summers, C., Lambert, W., & Guise, J.-M. (2014). Understanding safety in prehospital emergency medical services for children. *Prehospital Emergency Care*, 18(3), 350-358.
- Cushman, J. T., Fairbanks, R. J., O'Gara, K. G., Crittenden, C. N., Pennington, E. C., Wilson, M. A., Chin, N. P., & Shah, M. N. (2010). Ambulance Personnel Perceptions of Near Misses and Adverse Events in Pediatric Patients. *Prehospital Emergency Care*, 14(4), 477-484. <https://doi.org/10.3109/10903127.2010.497901>
- de la Torre Díez, I., Alonso, S. G., Hamrioui, S., López-Coronado, M., & Cruz, E. M. (2018). Systematic Review about QoS and QoE in Telemedicine and eHealth Services and Applications. *Journal of Medical Systems*, 42(10), 182. <https://doi.org/10.1007/s10916-018-1040-4>
- Dean, B., Schachter, M., Vincent, C., & Barber, N. (2002). Causes of prescribing errors in hospital inpatients : A prospective study. *The Lancet*, 359(9315), 1373-1378.
- 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)
- Downs, S. H., & Black, N. (1998). The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 52(6), 377-384. <https://doi.org/10.1136/jech.52.6.377>
- Ehrler, F., & Siebert, J. N. (2020). PedAMINES : A disruptive mHealth app to tackle paediatric medication errors. *Swiss Medical Weekly*, 150(3536), Article 3536. <https://doi.org/10.4414/smw.2020.20335>
- Erker, C. G., Santamaria, M., & Möllmann, M. (2012). Hilfsmittel für die Dosierung von Notfallmedikamenten im Kindesalter. *Anaesthesist*, 61(11).

- Executive Board, 142. (2017). *mHealth : Use of appropriate digital technologies for public health: report by the Director-General (EB142/20)*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/274134>
- Flaatten, H., & Hevrøy, O. (1999). Errors in the intensive care unit (ICU) experiences with an anonymous registration. *Acta anaesthesiologica scandinavica*, 43(6), 614-617.
- Flannery, A. H., & Parli, S. E. (2016). Medication Errors in Cardiopulmonary Arrest and Code-Related Situations. *American Journal of Critical Care*, 25(1), 12-20. <https://doi.org/10.4037/ajcc2016190>
- Fox, B. I., Felkey, B. G., Berger, B. A., Krueger, K. P., & Rainer Jr, R. K. (2007). Use of personal digital assistants for documentation of pharmacists' interventions : A literature review. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 64(14), 1516-1525.
- Franko, O. I., & Tirrell, T. F. (2012). Smartphone app use among medical providers in ACGME training programs. *Journal of medical systems*, 36, 3135-3139.
- García-Sánchez, S., Somoza-Fernández, B., de Lorenzo-Pinto, A., Ortega-Navarro, C., Herranz-Alonso, A., & Sanjurjo, M. (2022). Mobile Health Apps Providing Information on Drugs for Adult Emergency Care : Systematic Search on App Stores and Content Analysis. *JMIR mHealth and uHealth*, 10(4), e29985. <https://doi.org/10.2196/29985>
- Gausche-Hill, M., Krug, S., & Wright, J. (2021). Emergency Medical Services (EMS) 2050 : A Vision for the Future of Pediatric Prehospital Care. *Prehospital Emergency Care*, 25(1), 91-94. <https://doi.org/10.1080/10903127.2020.1734123>
- Gauthier, J., & Bouchard, S. (1993). Adaptation canadienne-française de la forme révisée du State-Trait Anxiety Inventory de Spielberger. [A French-Canadian adaptation of the revised version of Spielberger's State-Trait Anxiety Inventory.]. *Canadian Journal of Behavioural Science / Revue canadienne des sciences du comportement*, 25, 559-578. <https://doi.org/10.1037/h0078881>
- Gaziel-Yablowitz, M., & Schwartz, D. G. (2018). A Review and Assessment Framework for Mobile-Based Emergency Intervention Apps. *ACM Computing Surveys*, 51(1), 15:1-15:32. <https://doi.org/10.1145/3145846>
- Ghaleb, M. A., Barber, N., Franklin, B. D., Yeung, V. W., Khaki, Z. F., & Wong, I. C. (2006). Systematic Review of Medication Errors in Pediatric Patients. *Annals of Pharmacotherapy*, 40(10), 1766-1776. <https://doi.org/10.1345/aph.1G717>
- Gonzales, K. (2010). Medication Administration Errors and the Pediatric Population : A Systematic Search of the Literature. *Journal of Pediatric Nursing: Nursing Care of Children and Families*, 25(6), 555-565. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2010.04.002>
- Gordon, M., Chandratilake, M., & Baker, P. (2011). Improved junior paediatric prescribing skills after a short e-learning intervention : A randomised controlled trial. *Archives of disease in childhood*, 96(12), 1191-1194.
- Haffey, F., Brady, R. R., & Maxwell, S. (2014). Smartphone apps to support hospital prescribing and pharmacology education : A review of current provision. *British journal of clinical pharmacology*, 77(1), 31-38.

- Hagberg, H., Siebert, J., Gervais, A., Daehne, P., Lovis, C., Manzano, S., & Ehrler, F. (2016). Improving Drugs Administration Safety in Pediatric Resuscitation Using Mobile Technology. *Studies in Health Technology and Informatics*, 225, 656-657.
- Hall, C., Robertson, D., Rolfe, M., Pascoe, S., Passey, M. E., & Pit, S. W. (2020). Do cognitive aids reduce error rates in resuscitation team performance? Trial of emergency medicine protocols in simulation training (TEMPIST) in Australia. *Human Resources for Health*, 18(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s12960-019-0441-x>
- Hansen, M., Schmicker, R. H., Newgard, C. D., Grunau, B., Scheuermeyer, F., Cheskes, S., Vithalani, V., Alnaji, F., Rea, T., Idris, A. H., Herren, H., Hutchison, J., Austin, M., Egan, D., & Daya, M. (2018). Time to Epinephrine Administration and Survival From Nonshockable Out-of-Hospital Cardiac Arrest Among Children and Adults. *Circulation*, 137(19), 2032-2040. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.033067>
- Harder, N., Plouffe, J., Capanec, D., Mann, K., Lê, M.-L., Gregory, P., Griffith, P., & Doerksen, K. (2016). Use of mobile devices and medication errors in acute care : A systematic review protocol. *JBIR Database of Systematic Reviews and Implementation Reports*, 14(9), 47-56. <https://doi.org/10.11124/JBISRIR-2016-003074>
- Heimberg, E., Heinzl, O., & Hoffmann, F. (2015). Typische Probleme bei Kindernotfällen. *Medizinische Klinik-Intensivmedizin und Notfallmedizin*, 5(110), 354-359.
- Hitti, E., Hadid, D., Melki, J., Kaddoura, R., & Alameddine, M. (2021). Mobile device use among emergency department healthcare professionals : Prevalence, utilization and attitudes. *Scientific Reports*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81278-5>
- Hobgood, C., Bowen, J. B., Brice, J. H., Overby, B., & Tamayo-Sarver, J. H. (2006). Do EMS Personnel Identify, Report, and Disclose Medical Errors? *Prehospital Emergency Care*, 10(1), 21-27. <https://doi.org/10.1080/10903120500366011>
- Hoyle, J. D., Davis, A. T., Putman, K. K., Trytko, J. A., & Fales, W. D. (2012). Medication dosing errors in pediatric patients treated by emergency medical services. *Prehospital Emergency Care*, 16(1), 59-66.
- Institut canadien d'information sur la santé | ICIS. (2023a). <https://www.cihi.ca/fr>
- Institut canadien d'information sur la santé | ICIS. (2023b). *Les préjudices dans les hôpitaux canadiens... une réalité*. <https://www.cihi.ca/fr/les-prejudices-dans-les-hopitaux-canadiens-une-realite>
- Kaji, A. H., Gausche-Hill, M., Conrad, H., Young, K. D., Koenig, W. J., Dorsey, E., & Lewis, R. J. (2006). Emergency Medical Services System Changes Reduce Pediatric Epinephrine Dosing Errors in the Prehospital Setting. *Pediatrics*, 118(4), 1493-1500. <https://doi.org/10.1542/peds.2006-0854>
- Kämäräinen, A. (2010). Out-of-hospital cardiac arrests in children. *Journal of Emergencies, Trauma, and Shock*, 3(3), 273. <https://doi.org/10.4103/0974-2700.66531>
- Kaufmann, J., Laschat, M., & Wappler, F. (2012). Medication errors in pediatric emergencies : A systematic analysis. *Deutsches Ärzteblatt International*, 109(38), 609.

- 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.
- Kearns, G. L., Abdel-Rahman, S. M., Alander, S. W., Blowey, D. L., Leeder, J. S., & Kauffman, R. E. (2003). Developmental Pharmacology—Drug Disposition, Action, and Therapy in Infants and Children. *New England Journal of Medicine*, *349*(12), 1157-1167. <https://doi.org/10.1056/NEJMra035092>
- Keers, R. N., Williams, S. D., Cooke, J., & Ashcroft, D. M. (2015). Understanding the causes of intravenous medication administration errors in hospitals : A qualitative critical incident study. *BMJ Open*, *5*(3), e005948. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-005948>
- Kim, M. S., Park, J. H., & Park, K.-Y. (2012). Development and effectiveness of a drug dosage calculation training program using cognitive loading theory based on smartphone application. *Journal of Korean Academy of Nursing*, *42*(5), 689-698.
- Krähenbühl-Melcher, A., Schlienger, R., Lampert, M., Haschke, M., Drewe, J., & Krähenbühl, S. (2007). Drug-related problems in hospitals : A review of the recent literature. *Drug safety*, *30*, 379-407.
- Kurian, L., Das, S., Das, D., Dutta, N., George, J., & Das, P. (2021). Development of a Nursing Application to Minimize Drug Calculation Errors and Estimate Patient Assessment Scores. *Computers, Informatics, Nursing: CIN*, *39*(2), 57-60. <https://doi.org/10.1097/CIN.0000000000000717>
- Lacour, M., Bloudeau, L., Combescure, C., Haddad, K., Hugon, F., Suppan, L., Rodieux, F., Lovis, C., Gervais, A., Ehrler, F., Manzano, S., Siebert, J. N., & Group, P. P. (2021). Impact of a Mobile App on Paramedics' Perceived and Physiologic Stress Response During Simulated Prehospital Pediatric Cardiopulmonary Resuscitation : Study Nested Within a Multicenter Randomized Controlled Trial. *JMIR mHealth and uHealth*, *9*(10). <https://doi.org/10.2196/31748>
- Larose, G., Levy, A., Bailey, B., Cummins-McManus, B., Lebel, D., & Gravel, J. (2017). Decreasing prescribing errors during pediatric emergencies : A randomized simulation trial. *Pediatrics*, *139*(3).
- Lauridsen, K. G., Nadkarni, V. M., & Berg, R. A. (2019). Man and machine : Can apps resuscitate medical performance? *The Lancet Child & Adolescent Health*, *3*(5), 282-283. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30032-X](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30032-X)
- Lehmann, C. U., Kim, G. R., Gujral, R., Veltri, M. A., Clark, J. S., & Miller, M. R. (2006). Decreasing errors in pediatric continuous intravenous infusions. *Pediatric Critical Care Medicine*, *7*(3), 225-230.
- Lesage, F.-X., Berjot, S., & Deschamps, F. (2012). Clinical stress assessment using a visual analogue scale. *Occupational Medicine*, *62*(8), 600-605. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqs140>
- Lewis, P. J., Dornan, T., Taylor, D., Tully, M. P., Wass, V., & Ashcroft, D. M. (2009). Prevalence, incidence and nature of prescribing errors in hospital inpatients : A systematic review. *Drug safety*, *32*, 379-389.
- Luten, R., Wears, R. L., Broselow, J., Croskerry, P., Joseph, M. M., & Frush, K. (2002). Managing the Unique Size-related Issues of Pediatric Resuscitation : Reducing

- Cognitive Load with Resuscitation Aids. *Academic Emergency Medicine*, 9(8), 840-847. <https://doi.org/10.1197/aemj.9.8.840>
- Manrique-Rodríguez, S., Sánchez-Galindo, A., Fernández-Llamazares, C. M., López-Herce, J., Rodríguez-Gómez, M., Echarri-Martínez, L., Carrillo-Álvarez, Á., & Sanjurjo-Sáez, M. (2014). Preparation of Intravenous Drug Administration Guidelines for a Pediatric Intensive Care Unit. *Journal of Infusion Nursing*, 37(1), 35. <https://doi.org/10.1097/NAN.000000000000019>
- McDowell, S. E., Ferner, H. S., & Ferner, R. E. (2009). The pathophysiology of medication errors : How and where they arise. *British journal of clinical pharmacology*, 67(6), 605-613.
- McMullan, M. (2018). Evaluation of a medication calculation mobile app using a cognitive load instructional design. *International Journal of Medical Informatics*, 118, 72-77. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2018.07.005>
- 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. *Quality & Safety in Health Care*, 16(2), 116-126. <https://doi.org/10.1136/qshc.2006.019950>
- Mosley-Williams, A., & Williams, C. (2005). Computer applications in clinical practice. *Current opinion in rheumatology*, 17(2), 124-128.
- Moyen, E., Camiré, E., & Stelfox, H. T. (2008). Clinical review : Medication errors in critical care. *Critical care*, 12(2), 1-7.
- Paoletti, R. D., Suess, T. M., Lesko, M. G., Feroli, A. A., Kennel, J. A., Mahler, J. M., & Sauders, T. (2007). Using bar-code technology and medication observation methodology for safer medication administration. *American journal of health-system pharmacy*, 64(5), 536-543.
- Polischuk, E., Vetterly, C. G., Crowley, K. L., Thompson, A., Goff, J., Nguyen-Ha, P.-T., & Modery, C. (2012). Implementation of a standardized process for ordering and dispensing of high-alert emergency medication infusions. *The Journal of Pediatric Pharmacology and Therapeutics*, 17(2), 166-172.
- Porter, E., Barcega, B., & Kim, T. Y. (2014). Analysis of Medication Errors in Simulated Pediatric Resuscitation by Residents. *Western Journal of Emergency Medicine: Integrating Emergency Care with Population Health*, 15(4). <https://doi.org/10.5811/westjem.2014.2.17922>
- Ramadanov, N., Klein, R., Schumann, U., Aguilar, A. D. V., & Behringer, W. (2019). Factors, influencing medication errors in prehospital care: A retrospective observational study. *Medicine*, 98(49), e18200. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000018200>
- Rinke, M. L., Bundy, D. G., Velasquez, C. A., Rao, S., Zerhouni, Y., Lobner, K., Blanck, J. F., & Miller, M. R. (2014). Interventions to Reduce Pediatric Medication Errors : A Systematic Review. *Pediatrics*, 134(2), 338-360. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3531>
- Sanghera, I. S., Franklin, B. D., & Dhillon, S. (2007). The attitudes and beliefs of healthcare professionals on the causes and reporting of medication errors in a UK Intensive care unit. *Anaesthesia*, 62(1), 53-61.

- Schmucker, M., Igel, C., & Haag, M. (2019). Evaluation of Depth Cameras for Use as an Augmented Reality Emergency Ruler. *Studies in Health Technology & Informatics*, 260, 17-24. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-971-3-17>
- Segal, J. B., Arevalo, J. B., Franke, M. F., & Palazuelos, D. (2015). Reducing dosing errors and increasing clinical efficiency in Guatemala : First report of a novel mHealth medication dosing app in a developing country. *BMJ Innovations*, 1(3). <https://doi.org/10.1136/bmjinnov-2015-000051>
- Shah, A. N., Frush, K., Luo, X., & Wears, R. L. (2003). Effect of an intervention standardization system on pediatric dosing and equipment size determination : A crossover trial involving simulated resuscitation events. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 157(3), 229-236.
- Shah, M. N., Cushman, J. T., Davis, C. O., Bazarian, J. J., Auinger, P., & Friedman, B. (2008). The Epidemiology of Emergency Medical Services Use by Children : An Analysis of the National Hospital Ambulatory Medical Care Survey. *Prehospital Emergency Care*, 12(3), 269-276. <https://doi.org/10.1080/10903120802100167>
- Sherry, E., Burton, G. W., & Wilkins, D. G. (1993). Infusion nomograms. *Anaesthesia*, 48(5), 396-401. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.1993.tb07012.x>
- Siebert, J. N., Bloudeau, L., Combescure, C., Haddad, K., Hugon, F., Suppan, L., Rodieux, F., Lovis, C., Gervaix, A., Ehrler, F., Manzano, S., & Pediatric Accurate Medication in Emergency Situations (PedAMINES) Prehospital Group. (2021). Effect of a Mobile App on Prehospital Medication Errors During Simulated Pediatric Resuscitation : A Randomized Clinical Trial. *JAMA Network Open*, 4(8), e2123007. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.23007>
- Siebert, J. N., Ehrler, F., Combescure, C., Lacroix, L., Haddad, K., Sanchez, O., Gervaix, A., Lovis, C., & Manzano, S. (2017). A Mobile Device App to Reduce Time to Drug Delivery and Medication Errors During Simulated Pediatric Cardiopulmonary Resuscitation : A Randomized Controlled Trial. *Journal of Medical Internet Research*, 19(2), e31. <https://doi.org/10.2196/jmir.7005>
- Siebert, J. N., Ehrler, F., Combescure, C., Lovis, C., Haddad, K., Hugon, F., Luterbacher, F., Lacroix, L., Gervaix, A., Manzano, S., & PedAMINES Trial Group. (2019). A mobile device application to reduce medication errors and time to drug delivery during simulated paediatric cardiopulmonary resuscitation : A multicentre, randomised, controlled, crossover trial. *The Lancet. Child & Adolescent Health*, 3(5), 303-311. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30003-3](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30003-3)
- Spielberger, C. D. (2023). *State-Trait Anxiety Inventory for Adults (STAI-AD)* [Mind Garden, Inc]. Mind Garden, Inc. <https://www.mindgarden.com/145-state-trait-anxiety-inventory-for-adults>
- Strauß, J. M. (2016). New pediatric drug dosage aids : Improving patient safety. *Medizinische Klinik-Intensivmedizin und Notfallmedizin*, 111, 118-123.
- Su, E., Schmidt, T. A., Mann, N. C., & Zechnich, A. D. (2000). A Randomized Controlled Trial to Assess Decay in Acquired Knowledge among Paramedics Completing a Pediatric Resuscitation Course. *Academic Emergency Medicine*, 7(7), 779-786. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2000.tb02270.x>

- Tissot, E., Cornette, C., Demoly, P., Jacquet, M., Barale, F., & Capellier, G. (1999). Medication errors at the administration stage in an intensive care unit. *Intensive care medicine*, 25, 353-359.
- Truitt, E., Thompson, R., Blazey-Martin, D., Nisai, D., & Salem, D. (2016). Effect of the Implementation of Barcode Technology and an Electronic Medication Administration Record on Adverse Drug Events. *Hospital Pharmacy*, 51(6), 474-483. <https://doi.org/10.1310/hpj5106-474>
- Tully, M. P., Ashcroft, D. M., Dornan, T., Lewis, P. J., Taylor, D., & Wass, V. (2009). The causes of and factors associated with prescribing errors in hospital inpatients : A systematic review. *Drug safety*, 32, 819-836.
- Ustun, C., & Cihangiroglu, M. (2012). Health care workers' mobile phones : A potential cause of microbial cross-contamination between hospitals and community. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 9(9), 538-542. <https://doi.org/10.1080/15459624.2012.697419>
- Valentin, A., Capuzzo, M., Guidet, B., Moreno, R., Metnitz, B., Bauer, P., & Metnitz, P. (2009). Errors in administration of parenteral drugs in intensive care units : Multinational prospective study. *Bmj*, 338.
- Venkataraman, A., Siu, E., & Sadasivam, K. (2016). Paediatric electronic infusion calculator : An intervention to eliminate infusion errors in paediatric critical care. *Journal of the Intensive Care Society*, 17(4), 290-294. <https://doi.org/10.1177/1751143716644456>
- Walsh, E. K., Hansen, C. R., Sahm, L. J., Kearney, P. M., Doherty, E., & Bradley, C. P. (2017). Economic impact of medication error: A systematic review. *Pharmacoepidemiology and Drug Safety*, 26(5), 481-497. <https://doi.org/10.1002/pds.4188>
- Weant, K. A., Bailey, A. M., & Baker, S. N. (2014). Strategies for reducing medication errors in the emergency department. *Open Access Emergency Medicine*, 6, 45-55. <https://doi.org/10.2147/OAEM.S64174>
- Wolters Kluwer Health. (2014). *Wolters Kluwer Health Survey Finds Nurses and Healthcare Institutions Accepting Professional Use of Online Reference & Mobile Technology*. <https://www.prnewswire.com/news-releases/wolters-kluwer-health-survey-finds-nurses-and-healthcare-institutions-accepting-professional-use-of-online-reference--mobile-technology-274602791.html>
- Woo, Y., Kim, H. E., Chung, S., & Park, B. J. (2015). Pediatric Medication Error Reports in Korea Adverse Event Reporting System Database, 1989-2012 : Comparing with Adult Reports. *Journal of Korean Medical Science*, 30(4), 371-377. <https://doi.org/10.3346/jkms.2015.30.4.371>
- Yap, K. Y.-L., See, C. S., Kuo, E. Y., Chui, W. K., & Chan, A. (2012). Utilizing mobile networks for the detection of clinically relevant interactions between chemotherapy regimens and complementary and alternative medicines. *The journal of alternative and complementary medicine*, 18(2), 165-174.
- Zink, W., Bernhard, M., Keul, W., Martin, E., Völkl, A., & Gries, A. (2004). Invasive Techniken in der Notfallmedizin. *Der Anaesthetist*, 11(53), 1086-1092.

Annexes

Annexe 1 : Agence d'évaluation de technologies de santé considérées pour la recherche documentaire et résultats de la recherche

Agence	Nombre de documents retrouvés	Nombre de documents sélectionnés
Alberta Heritage Foundation for Medical Research (AHFMR) Health Technology Assessment	10	0
Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health (CADTH)	35	0
Centre for evidence based medicine	4	0
Centre for Health Economics and Policy Analysis (CHEPA)	0	0
Cochrane collaboration	0	0
European network for health technology assessment	0	0
Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (INESSS)	28	0
International network of agencies for health technology assessment	0	0
McMaster University, Programs for Assessment of Technology in Health (PATH)	0	0
National institute for health and clinical excellence	8	0
Social care institute for excellence	0	0
Toronto Health Economics and Technology Assessment (THETA)	0	0
UÉT MIS –CHUQ	195	0

Annexe 2 : Questionnaire de l'enquête interne au CHUSJ

Utilisation de l'application EZDrips aux soins intensifs (CHUSJ)



Utilisation de l'application EZDrips aux soins intensifs (CHUSJ)

Bonjour, nous aimerions avoir votre avis.

Merci de répondre à cette courte enquête.

* Obligatoire

1. Quelles est votre profession ? *

- Autre
- Inhalothérapeute
- Infirmière
- Médecin

https://forms.office.com/pages/designpagev2.aspx?analysis=false&subpage=design&id=KP7hBotfdUC_bK4kvhp5ku_1F-GovgpFtuY5T36xgFtUMVBI... 1/7

Utilisation de l'application EZDrips aux soins intensifs (CHUSJ)

2. De façon générale, quelle est votre niveau d'appréciation d'EZDrips comme outil pour la préparation des médicaments ?

*



3. À quelle fréquence utilisez-vous l'application EZDrips? *

- Jamais
- Une fois par mois
- 2 à 3 fois par semaine
- Une fois par quart de travail
- Une fois par semaine
- Plus d'une fois par quart de travail

4. Placez en ordre de préférences d'utilisation les outils d'aide à la préparation de médicaments (le premier sera le plus utilisé et le dernier moins utilisé). *

FOPR
ICCA
EZDrips
Guide des médicaments sur intranet pharmacie

https://forms.office.com/pages/designpagev2.aspx?analysis=false&subpage=design&id=KP7hBotfdUC_bK4kvhp5ku_1F-GovgpFtuY5T36xgFtUMVBI... 2/7

Utilisation de l'application EZDrips aux soins intensifs (CHUSJ)

5. Si vous utilisez EZDrips, quel est son impact dans votre pratique ? Cochez un ou plusieurs éléments de réponses. *

- Amélioration de la préparation des recettes pour la perfusion
- Mise en confiance
- Diminution des erreurs de prescription
- Diminution des erreurs de calcul de médicament
- Diminution du stress relié à la préparation des médicaments
- Diminution des erreurs d'administration de médicaments
- Amélioration de la prise en charge clinique
- Augmentation de la rapidité d'intervention
- Autre
- Aucun impact sur ma pratique
- Gain en efficacité
- Augmentation de la sécurité

https://forms.office.com/pages/designpagev2.aspx?analysis=false&subpage=design&id=KP7hBotfdUC_bK4kvhp5ku_1F-GovgpFtuY5T36xgFtUMVBI... 3/7

Utilisation de l'application EZDrips aux soins intensifs (CHUSJ)

6. Selon vous, est-ce que l'utilisation de l'application EZDrips a un impact sur la pratique dans votre service ? *

En très fort désaccord	En fort désaccord	En accord	En fort accord	En très fort accord
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. À la lumière de votre expérience d'utilisation de l'application EZDrips, considérez-vous que l'application pourrait avoir un impact ailleurs, c'est-à-dire sur la pratique dans les autres services cliniques du CHUSJ ? *

En très fort désaccord	En fort désaccord	En accord	En fort accord	En très fort accord
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

https://forms.office.com/pages/designpagev2.aspx?analysis=false&subpage=design&id=KP7hBotdUC_bK4kvhp5ku_1F-GovgpFtuY5T36xgFtUMVBI... 4/7

Utilisation de l'application EZDrips aux soins intensifs (CHUSJ)

8. Parmi les éléments suivants, dans quelle proportion trouvez-vous l'application EZDrips utile pour la préparation de vos médicaments ? *

	Pas du tout utile	Pas très utile	Assez utile	Très utile	Extrêmement utile
Calculer les doses selon le poids	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Calculer les doses selon la taille	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Calculer les doses selon l'échelle de Broselow	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Calculer les doses selon l'âge	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Connaître la bonne présentation (concentration)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Connaître la bonne dilution pour les médicaments en perfusion	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Connaître les voies d'administration possibles	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Connaître le temps d'administration	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Connaître les particularités des médicaments	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

https://forms.office.com/pages/designpagev2.aspx?analysis=false&subpage=design&id=KP7hBotfdUC_bK4kvhp5ku_1F-GovgpFtuY5T36xgFtUMVBI... 6/7

Utilisation de l'application EZDrips aux soins intensifs (CHUSJ)

9. Si vous utilisez peu ou pas l'application EZDrips : pour quelle(s) raison(s) vous ne l'utilisez pas ? *

10. Si vous utilisez l'application EZDrips : selon vous, quelles sont les limites de l'application EZDrip ? *

Ce contenu n'a pas été créé ni n'est approuvé par Microsoft. Les données que vous soumettez sont envoyées au propriétaire du formulaire.



https://forms.office.com/pages/designpagev2.aspx?analysis=false&subpage=design&id=KP7hBotdUC_bK4kvhp5ku_1F-GovgpFtuY5T36xgFtUMVBI... 7/7

Annexe 3 : Guide d'entrevue structurée hors CHUSJ

GUIDE D'ENTREVUE

Nous sommes très ravis de vous accueillir pour cet entretien dans le cadre du projet portant sur l'utilisation de l'application EZDrips au sein de votre institution par vos équipes dans votre établissement. Cette entrevue nous permettra d'en apprendre davantage sur l'utilisation de cette application.

Au nom de l'Unité d'évaluation de technologies et de modes d'intervention en santé du CHU Sainte-Justine, nous vous remercions du temps que vous nous accordez dans le cadre de cet entretien et soyez assuré que cette entrevue restera confidentielle.

Cette entrevue durera environ 45 minutes et couvrira notamment vos perceptions par rapport à l'utilisation de l'application EZDrips dans votre établissement. Nous aborderons quatre thèmes : la nature et l'objectif de l'application, sa valeur ajoutée, sa pertinence et les enjeux et défis liés à son utilisation dans votre établissement.

À tout moment, au cours, de l'entrevue, vous pourrez nous interrompre pour poser une question, intervenir pour tout autre chose ou encore nous demander d'arrêter l'entrevue si vous vous sentez inconfortable.

Avez-vous des questions ou des éléments que vous aimeriez qu'on éclaircisse avant de commencer?

A. Informations sur le répondant

1. Pouvez-vous vous présenter brièvement? (*poste, # d'années dans ce poste, autres postes occupés*).
 - Quel est votre rôle et quelles sont vos responsabilités aujourd'hui?

B. Objectif et nature de l'application

2. Au cours des dernières années, votre établissement ou certains de vos services se sont engagés dans l'utilisation de l'application EZDrips, pouvez-vous nous expliquer, selon votre entendement, en quoi consiste cette application? Pouvez-vous décrire les changements proposés dans le cadre de l'utilisation de cette application?
3. Qui ont été les principaux acteurs impliqués dans l'implantation de cette application?

C. Valeur ajoutée et pertinence

4. Où en est-on actuellement dans l'implantation de l'application dans votre établissement?
 - Pouvez-vous décrire les différentes étapes qui ont été suivies dans sa mise en place?
5. Quel rôle jouez-vous ou avez-vous joué dans l'implantation de l'application EZDrips?
6. Depuis quelle année cette application a été implanté dans votre établissement.
7. De manière générale, à ce stade-ci, pensez-vous que la démarche d'implantation de cette application soit un succès?
 - Comment expliquez-vous ce succès (ou les difficultés)?
 - Qu'est-ce qui pourrait être amélioré dans la mise en place de cette application?

8. Quels facteurs / conditions jouent un rôle facilitant pour l'implantation d'EZDrips? (contexte, culture, type de gestion, leadership, habileté, etc.)?
9. Qu'est-ce que vous voyez comme principaux obstacles pour l'implantation d'EZDrips?
 - Quels moyens sont mis en œuvre pour surmonter ces obstacles?
10. À la lumière de votre expérience et de votre perception à ce jour, quelle est votre appréciation de la pertinence de cette application?
 - Pour vous? Pour votre établissement? Pour les services aux patients?
11. Est-ce que votre perception a évolué depuis le début de l'implantation de l'application?
 - Si oui, quand? Comment? Pourquoi?
12. Avez-vous observé des effets de cette application à ce jour? Lesquels?
 - Est-ce que ces effets correspondent à vos attentes?
13. D'après vous, quelle est la perception actuelle des travailleurs visés face à cette application dans votre établissement? Qu'observez-vous de manière générale autour de vous?

D. Enjeux et défis

14. Quels sont les outils ou stratégies utilisés pour soutenir le développement et l'implantation de cette application? (ex. formation, comités) / Qu'est-ce que l'établissement fait pour aider à l'implantation ou l'utilisation de EZDrips?
15. Pouvez-vous décrire quelles ressources ont été investies dans l'implantation de cette application?
 - Quelle est votre appréciation du niveau de ressources disponibles pour implanter cette application? (argent, temps, RH, etc.)
 - Quelles autres ressources auraient été nécessaires?
16. Quels mécanismes incitatifs ont été mis en place pour mobiliser les principaux acteurs ou personnes ciblées à utiliser l'application EZDrips?
17. Comment définiriez-vous l'implication des leaders, c'est-à-dire des personnes qui sont en situation de décision de votre établissement?
 - Sentez-vous qu'ils soutiennent cette application?
 - Comment se manifeste concrètement ce soutien?
18. Est-ce que des gens provenant de l'extérieur de votre établissement ont été impliqués dans l'implantation de l'application? Comment?

E. Conclusion

19. À la lumière de votre expérience et selon votre observation, qu'est-ce qui aurait gagné à être fait différemment dans tout le processus de l'implantation de l'application EZDrips dans votre établissement?
20. Quelles sont les étapes/activités envisagées au courant des prochains mois?
 - Si autres étapes, quels sont les défis pour continuer le processus?

21. Avez-vous des commentaires ou questionnements que vous aimeriez partager à propos d'éléments spécifiques qui n'ont pas été abordés lors de l'entrevue ?

Merci de votre collaboration

Annexe 4 : Caractéristiques des études incluses dans l'évaluation de l'application EZDrips au CHUSJ

Auteurs	Journal	Lieu	Période	Devis	Sujets d'intérêt	Informations sur participants	Méthodes et tests	Objectif	Principaux résultats
(Baumann et al., 2019)	Journal of Clinical Monitoring and Computing	Département d'anesthésiologie du Centre médical universitaire de Hambourg-Eppendorf (UKE), en Allemagne	15 nov. 2016 au 15 jan. 2017	Étude de simulation avec 4 scénarios	Mannequin	74 anesthésistes (34 hommes et 40 femmes) 296 scénarios simulés (148 témoins et 148 avec application) Âge médian participants = 31 à 35 Médiane de l'expérience professionnelle des participants = 3 à 5 ans	Test de normalité avec Kolmogorov–Smirnov–Lilliefors et Shapiro–Wilk ; Test de corrélation de Pearson	Examen de si une application mobile propriétaire réduit les erreurs de calcul et de gestion dans les situations d'urgence et si son utilisation est faisable.	Une application mobile peut être un outil approprié et réalisable pour réduire les erreurs simples de calcul et de manipulation dans l'administration des médicaments.
(Hagberg et al., 2016)	Nursing Informatics	Suisse	<i>n.d.</i>	Étude de simulation avec un scénario prédéfini	<i>n.d.</i>	Infirmières effectuant des simulations.	Interrogation pour découvrir la force et la faiblesse de la solution proposée	Présenter la création et l'évaluation d'une application soulageant les soignants de calculs fastidieux où les soignants ont été invités à utiliser l'outil pour effectuer la préparation et l'administration du médicament.	L'outil a démontré une réduction significative des erreurs associées à l'administration, une accélération du processus global et a été bien accueilli par les infirmières.
(Kurian et al., 2021)	Computers, Informatics, Nursing	Inde	<i>n.d.</i>	Étude de développement	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	Recueil de formules de calcul des médicaments couramment utilisés et des scores d'évaluation utilisés en soins intensifs. Discussion et observation de collègues	Développer une application infirmière mobile qui aiderait les infirmières à calculer avec précision la posologie des médicaments et les taux de perfusion en unité de soins intensifs sans avoir besoin d'équations fastidieuses écrites à la main.	Après sa publication sur Google Playstore, l'application a reçu des critiques très positives de la part des utilisateurs
(Lacour et al., 2021)	JMIR Mhealth Uhealth	14 services médicaux d'urgence couvrant une population de plus de 2,3 millions de personnes en Suisse	3 sep. 2019 au 21 jan. 2020	Essai contrôlé randomisé, multicentrique dans un environnement simulé	Mannequin (Laerdal New SimBaby, Tetherless, Laerdal Medical, Stavanger, Norvège)	150 ambulanciers paramédicaux avancés 74 participants affectés à l'application mobile (groupe d'intervention) et 76 n'ont pas utilisé l'application (groupe témoin). 600 doses de médicament ont été préparées.	Utilisation de questionnaires State-Trait Anxiety Inventory et Visual Analog Scale pour mesure du stress perçu.	Déterminer l'efficacité de l'application PedAMINES dans la réduction du stress aigu tout en préparant en toute sécurité des médicaments d'urgence pendant la réanimation cardiorespiratoire pour les patients pédiatriques avec un arrêt cardiaque hors hôpital par rapport aux méthodes de préparation conventionnelles.	Inventaire d'anxiété des traits d'état plus élevé - une augmentation du stress perçue par rapport à la ligne de base a été observée pendant le scénario utilisant les méthodes conventionnelles que lors de l'utilisation de l'application. Cela a révélé un changement relatif plus faible de la réponse au stress chez les participants qui ont utilisé l'application. Sur le questionnaire de l'échelle visuelle analogique, les participants du groupe témoin ont signalé une augmentation plus élevée du stress au pic du scénario.
(Siebert et al., 2019)	Lancet Child Adolesc Health	Six centres d'urgences pédiatriques en Suisse	1 ^{er} mars au 31 déc. 2017	Essai multicentrique, randomisé, contrôlé et croisé	Mannequin haute-fidélité	128 infirmières (n = 64 pour le scénario à l'aide de l'application PedAMINES) et (n = 64 pour le scénario tableau des taux de perfusion).	Comparaison groupée. Test de McNemar Analyses de sensibilité	Pour comparer l'application PedAMINES à un tableau de taux de perfusion de médicaments utilisé au niveau international pour la préparation de la perfusion continue de médicaments	Les erreurs de médication ont été réduites avec l'application par rapport à la table, tout comme le temps moyen de préparation des médicaments et le temps moyen d'administration des médicaments. La taille de l'hôpital et l'expérience des infirmières n'ont pas modifié l'effet de l'intervention. Nous n'avons détecté aucun effet de report.

(Siebert et al., 2017)	J Med Internet Res	Pédiatrie d'un hôpital tertiaire avec environ 28 000 visites par an en Suisse	Juin 2015	Essai croisé prospectif, randomisé et contrôlé avec 2 groupes parallèles, basé sur une simulation standardisée	Mannequin haute-fidélité	20 infirmières d'urgence pédiatriques randomisées en 2 groupes	Méthode Clopper-Pearson. Test t pour les données appariées	au cours de scénarios pédiatriques standardisés.	Déterminer si l'utilisation de PedAMINES réduit le temps de préparation des médicaments et le temps de livraison ainsi que les erreurs de médication par rapport aux méthodes de préparation conventionnelles.	Au cours de la première période d'étude, le temps de préparation des médicaments moyen lors de l'utilisation de PedAMINES et des méthodes de préparation conventionnelles était respectivement de 128,1 s et de 308,1 (réduction de 180 s, $p = .002$). Le temps de livraison moyen était respectivement de 214 s et de 391 s (réduction de 177,3 s, $p = .002$). Les erreurs de médication ont été réduites de 70 % à 0 % ($p < .001$) en utilisant PedAMINES par rapport aux méthodes conventionnelles.
(Siebert et al., 2021)	JAMA Network Open	14 services médicaux d'urgence urbains couvrant une population de plus de 2,3 millions en Suisse	3 sep. 2019 au 21 jan. 2020	Essai clinique ouvert, basé sur la simulation, multicentrique et randomisé	Scénario de réanimation cardiopulmonaire pédiatrique hors hôpital, standardisé, entièrement enregistré sur vidéo, réaliste, d'un arrêt cardiaque pédiatrique de 20 minutes concernant un enfant de 18 mois.	150 ambulanciers paramédicaux. Randomisation (ratio 1:1) pour recevoir le support d'une application conçue afin d'aider à la préparation de médicaments pédiatriques (intervention; $n = 74$) ou pour suivre les méthodes conventionnelles (contrôle; $n = 76$)	Modèles de régression logistique (respectivement linéaires) à effets mixtes. Analyse de sous-groupes	Évaluer l'efficacité d'une application mobile fondée sur des données probantes pour réduire la fréquence des erreurs de médication par rapport aux méthodes de préparation conventionnelles lors de scénarios simulés d'arrêt cardiaque pédiatrique hors hôpital.	Une augmentation plus importante du stress perçu dans le cadre de l'inventaire d'anxiété a été observée au cours du scénario utilisant les méthodes conventionnelles (moyenne de 35 %). Sur le questionnaire de l'échelle visuelle analogique, les participants dans le groupe de contrôle ont signalé une augmentation plus importante du stress au plus fort du scénario. L'augmentation de la fréquence cardiaque pendant le scénario n'était pas différente entre les deux groupes.	
(Venkataraman et al., 2016)	Journal of the Intensive Care Society	Unité de soins intensifs pédiatriques de 6 lits au Royaume-Uni	Avr. 2015	Étude prospective, cinq mois avant et cinq mois après la mise en place du calculateur de perfusion électronique	132 ordonnances manuscrites ont été examinées avant la mise en œuvre du calculateur de perfusion électronique et 119 ordonnances du calculateur de perfusion électronique ont été examinées	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>	Comparer l'incidence des erreurs de prescription de perfusion continue pédiatrique avant et après la mise en place d'un calculateur de perfusion électronique conçu localement à l'hôpital Royal London, à Londres	Les ordonnances manuscrites avaient un taux d'erreur plus élevé (32,6 %) par rapport aux ordonnances des calculateurs de perfusion électroniques (< 1 %) avec un $p < 0,001$. Les ordonnances du calculateur de perfusion électronique ne comportaient aucune erreur dans le calcul de la dose, du volume et du débit par rapport aux ordonnances manuscrites.	
(Ehrler & Siebert, 2020)	Swiss Medical Weekly	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	Revue narrative - Description	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	Fournir un aperçu de certaines des principales interventions de santé en ligne utilisées à travers les différentes étapes du processus de médication et de mettre en évidence les domaines qui nécessitent une attention particulière afin de mettre en œuvre des technologies numériques réussies.	Les technologies mHealth peuvent jouer un rôle majeur dans ce processus. PedAMINES est la seule application mobile factuelle d'aide à la préparation de médicaments pour la réanimation pédiatrique hospitalière et extrahospitalière, avec la capacité de réduire les erreurs de médication ainsi que le temps de livraison des médicaments.	

n.a. : non applicable & *n.d.* : non disponible

Annexe 5 : Articles retenus après sélection selon le titre

	Article
1	Agboola, S. O., Bates, D. W., & Kvedar, J. C. (2016). Digital Health and Patient Safety. <i>JAMA</i> , 315(16), 1697-1698. https://doi.org/10.1001/jama.2016.2402
2	Alexander S., Bath L., Miles H., & Noyes K. (2016). « Think, test, telephone-but first we must get patients to attend ». <i>Scottish Medical Journal</i> , 61(2), NP37. https://doi.org/10.1177/0036933016639790
3	Bazin, J.-E. (2010). Assessment of the usefulness to use a software supervising continuous infusion rates of drugs administered with pumps in ICU and estimation of the frequency of rate of administration errors. <i>Annales Francaises d'Anesthesie et de Reanimation</i> , 29(3), 204-208. https://doi.org/10.1016/j.annfar.2009.10.025
4	Barteczko-Grajek B., Adamik B., Dragan B., & Kubler A. (2013). Computer supported glycemic control in the ICU: Preliminary results. <i>Infection, Supplement</i> , 41(1 SUPPL. 1), S55-S56. https://doi.org/10.1007/s15010-013-0513-0
5	Baumann, D., Dibbern, N., Sehner, S., Zöllner, C., Reip, W., & Kubitz, J. C. (2019). Validation of a mobile app for reducing errors of administration of medications in an emergency. <i>Journal of Clinical Monitoring and Computing</i> , 33(3), 531-539. https://doi.org/10.1007/s10877-018-0187-3
6	Benoit E. & Beney J. (2011). Can new technologies reduce the rate of medications errors in adult intensive care? <i>Farmaceutisch Tijdschrift voor België</i> , 88(3), 82-91.
7	Bollinger, M., Langner, M., Wellershaus, D., Kaisers, W., Jeschke, B., & Russo, S. (2019). Avoiding overinfusion in prehospital pediatric emergencies Comparison between actual and adjusted flow rates of infusion sets with precision flow regulators in emergency medical services and critical care transport. <i>Notfall & rettungsmedizin</i> , 22(6), 479-482. https://doi.org/10.1007/s10049-019-0582-4
8	Bonafide, C. P., Miller, J. M., Localio, A. R., Khan, A., Dziorny, A. C., Mai, M., Stemler, S., Chen, W., Holmes, J. H., Nadkarni, V. M., & Keren, R. (2020). Association Between Mobile Telephone Interruptions and Medication Administration Errors in a Pediatric Intensive Care Unit. <i>JAMA Pediatrics</i> , 174(2), 162-169. https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.5001
9	Boord J.B., Sharifi M., Greevy R.A., Griffin M.R., Lee V.K., Webb T.A., May M.E., Waitman L.R., May A.K., & Miller R.A. (2007). Computer-based Insulin Infusion Protocol Improves Glycemia Control over Manual Protocol. <i>Journal of the American Medical Informatics Association</i> , 14(3), 278-287. https://doi.org/10.1197/jamia.M2292 Brook W.C. (2005). Wireless-case history. <i>Monitoring med mobile. Health Management Technology</i> , 26(6), 26-28.
10	Buchanan J., Zabinsky J.A., Ferrara-Cook C., Adi S., & Wong J.C. (2020). Comparison of Insulin Pump Bolus Calculators Reveals Wide Variation in Dose Recommendations. <i>Journal of Diabetes Science and Technology</i> , 15(6), 1290-1296. https://doi.org/10.1177/1932296820951855
11	Calcagnini, G., Censi, F., Triventi, M., Mattei, E., Losterzo, R., Marchetta, E., & Bartolini, P. (2008). Electromagnetic interference to infusion pumps. Update2008 from GSM mobile phones. <i>Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual International Conference</i> , 2008, 4503-4506. https://doi.org/10.1109/IEMBS.2008.4650213
12	Chan, A. L. F., Wang, H.-Y., & Leung, H. W. C. (2006). Incorporation of a gentamicin dosage calculator into a computerized prescriber-order-entry system. <i>American Journal of Health-System Pharmacy</i> , 63(14), 1344-1345. https://doi.org/10.2146/ajhp050474
13	Chavez G.I.R., Arreola S.S.O., & Grajales R.A.Z. (2015). Medication-related errors occurred in critical care units and improvement proposal by the mobile application of educational games. <i>Revista Mexicana de Enfermeria Cardiologica</i> , 23(1), 12-21.

14	Collado-Borrell, R., Escudero-Vilaplana, V., Ribed, A., Jiménez, R. R., Peinado, I. I., Herranz-Alonso, A., & Sanjurjo-Sáez, M. (2020). Novel mobile application for direct communication between pharmacists and patients treated with oral antineoplastic agents. <i>American Journal of Health-System Pharmacy: AJHP: Official Journal of the American Society of Health-System Pharmacists</i> , 77(17), 1393-1402. https://doi.org/10.1093/ajhp/zxaa144
15	Cullen, J., Reed, M. J., Muir, A., Murphy, R., Pollard, V., Zangana, G., Krupej, S., Askham, S., Holdsworth, P., & Davies, L. (2021). Experience of a smartphone ambulatory ECG clinic for emergency department patients with palpitation : A single-centre cohort study. <i>European Journal of Emergency Medicine: Official Journal of the European Society for Emergency Medicine</i> , 28(6), 463-468. https://doi.org/10.1097/MEJ.0000000000000859
16	Fonzo-Christe C., Bochaton N., Kiener A., Rimensberger P.C., & Bonnabry P. (2020). Incidence and causes of infusion alarms in a neonatal and pediatric intensive care unit : A prospective pilot study. <i>Journal of Pediatric Pharmacology and Therapeutics</i> , 25(6), 500-506. https://doi.org/10.5863/1551-6776-25.6.500
17	García-Sánchez, S., Somoza-Fernández, B., de Lorenzo-Pinto, A., Ortega-Navarro, C., Herranz-Alonso, A., & Sanjurjo, M. (2022). Mobile Health Apps Providing Information on Drugs for Adult Emergency Care : Systematic Search on App Stores and Content Analysis. <i>JMIR MHealth and UHealth</i> , 10(4), e29985. https://doi.org/10.2196/29985
18	Gupta H. & Chaudhary N. (2021). The practice of automated drug dispensing technology on the reduction of medication errors in the medication process. <i>International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research</i> , 70(2), 6-12. https://doi.org/10.47583/ijpsrr.2021.v70i02.002
19	Hagberg, H., Siebert, J., Gervais, A., Daehne, P., Lovis, C., Manzano, S., & Ehrler, F. (2016). Improving Drugs Administration Safety in Pediatric Resuscitation Using Mobile Technology. <i>Studies in Health Technology and Informatics</i> , 225, 656-657.
20	Harder, N., Plouffe, J., Cepanec, D., Mann, K., Lê, M.-L., Gregory, P., Griffith, P., & Doerksen, K. (2016). Use of mobile devices and medication errors in acute care : A systematic review protocol. <i>JBIR Database of Systematic Reviews and Implementation Reports</i> , 14(9), 47-56. https://doi.org/10.11124/JBISRIR-2016-003074
21	Hsiao, J.-L., & Chen, R.-F. (2019). Understanding Determinants of Health Care Professionals' Perspectives on Mobile Health Continuance and Performance. <i>JMIR Medical Informatics</i> , 7(1), e12350. https://doi.org/10.2196/12350
22	Karippacheril, J. G., Mathai, R. T., & Abraham, S. S. (2015). Insulin IP Calc : A smartphone application for insulin infusion protocol in Intensive Care Units. <i>Indian Journal of Anaesthesia</i> , 59(12), 829-830. https://doi.org/10.4103/0019-5049.171607
23	Kenyon, C. C., Gruschow, S. M., Quarshie, W. O., Griffis, H., Leach, M. C., Zorc, J. J., Bryant-Stephens, T. C., Miller, V. A., & Feudtner, C. (2019). Controller adherence following hospital discharge in high risk children : A pilot randomized trial of text message reminders. <i>The Journal of Asthma: Official Journal of the Association for the Care of Asthma</i> , 56(1), 95-103. https://doi.org/10.1080/02770903.2018.1424195
24	Khalemsky, M., Schwartz, D. G., Silberg, T., Khalemsky, A., Jaffe, E., & Herbst, R. (2019). Childrens' and Parents' Willingness to Join a Smartphone-Based Emergency Response Community for Anaphylaxis : Survey. <i>JMIR MHealth and UHealth</i> , 7(8), e13892. https://doi.org/10.2196/13892
25	Kim, C., Choi, H. J., Moon, H., Kim, G., Lee, C., Cho, J. S., Kim, S., Lee, K., Choi, H., & Jeong, W. (2019). Prehospital advanced cardiac life support by EMT with a smartphone-based direct medical control for nursing home cardiac arrest. <i>The American Journal of Emergency Medicine</i> , 37(4), 585-589. https://doi.org/10.1016/j.ajem.2018.06.031
26	Kreyenbuhl, J., Record, E. J., Himelhoch, S., Charlotte, M., Palmer-Bacon, J., Dixon, L. B., Medoff, D. R., & Li, L. (2019). Development and Feasibility Testing of a Smartphone Intervention to Improve Adherence to Antipsychotic Medications. <i>Clinical Schizophrenia & Related Psychoses</i> , 12(4), 152-167. https://doi.org/10.3371/CSRP.KRRE.070816

27	Kripalani, S., Hart, K., Schaninger, C., Bracken, S., Lindsell, C., & Boyington, D. R. (2019). Use of a tablet computer application to engage patients in updating their medication list. <i>American Journal of Health-System Pharmacy: AJHP: Official Journal of the American Society of Health-System Pharmacists</i> , 76(5), 293-300. https://doi.org/10.1093/ajhp/zxy047
28	Kuo I.T., Chiang C.Y., Chang K.Y., Tsou M.Y., Hsu S.J., & Chan C.T. (2010). Design and implementation of PCA dosage information generator. <i>Journal of Clinical Monitoring and Computing</i> , 24(1), 20-22. https://doi.org/10.1007/s10877-009-9211-y
29	Lacour, M., Bloudeau, L., Combescure, C., Haddad, K., Hugon, F., Suppan, L., Rodieux, F., Lovis, C., Gervaix, A., Ehrler, F., Manzano, S., Siebert, J. N., & Group, P. P. (2021). Impact of a Mobile App on Paramedics' Perceived and Physiologic Stress Response During Simulated Prehospital Pediatric Cardiopulmonary Resuscitation : Study Nested Within a Multicenter Randomized Controlled Trial. <i>JMIR MHealth and UHealth</i> , 9(10). https://doi.org/10.2196/31748
30	Liu, Z., Wang, C., Yang, D., Luo, S., Ding, Y., Xu, W., Zheng, X., Weng, J., & Yan, J. (2022). High engagement in mobile peer support is associated with better glycemic control in type 1 diabetes : A real-world study. <i>Journal of Diabetes Investigation</i> , 13(11), 1914-1924. https://doi.org/10.1111/jdi.13870
31	Ludwig-Beymer P., Williams P., & Stimac E. (2012). Comparing portable computers with bedside computers when administering medications using bedside medication verification. <i>Journal of Nursing Care Quality</i> , 27(4), 288-298. https://doi.org/10.1097/NCQ.0b013e31825a8db3
32	Martins, S. C. O., Weiss, G., Almeida, A. G., Brondani, R., Carbonera, L. A., de Souza, A. C., Martins, M. C. O., Nasi, G., Nasi, L. A., Batista, C., Sousa, F. B., Rockenbach, M. A. B. C., Gonçalves, F. M., Vedolin, L. M., & Nogueira, R. G. (2020). Validation of a Smartphone Application in the Evaluation and Treatment of Acute Stroke in a Comprehensive Stroke Center. <i>Stroke</i> , 51(1), 240-246. https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.119.026727
33	McMullan, M. (2018). Evaluation of a medication calculation mobile app using a cognitive load instructional design. <i>International Journal of Medical Informatics</i> , 118, 72-77. https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2018.07.005
34	Mraz M., Kopecky P., Hovorka R., & Haluzik M. (2008). Intensive insulin therapy in the ICU: The use of computer algorithms. <i>British Journal of Intensive Care</i> , 18(4), 129-134.
35	Nakajima, I. (2011). Japanese telemedical concept of ambulatory application. <i>Journal of Medical Systems</i> , 35(2), 215-220. https://doi.org/10.1007/s10916-009-9358-6
36	Neu J., Mahoney C., Wilson A.D., & Rice T.B. (1982). Calculator assisted determination of dilutions for continuous infusion ICU medications. <i>Critical Care Medicine</i> , 10(9), 610-612. https://doi.org/10.1097/00003246-198209000-00012
37	Panda S.N., Kumar G.A., Judice A., & Verma S. (2022). IOT based Smart-Portable Intensive Care Unit for Patient in Medical Emergency/Critical Conditions. <i>NeuroQuantology</i> , 20(8), 4904-4912. https://doi.org/10.14704/nq.2022.20.8.NQ44515
38	Sampaio C.R., Franco D.R., Goldberg D.J., Baptista J., & Eliaschewitz F.G. (2012). Glucose control in acute myocardial infarction : A pilot randomized study controlled by continuous glucose monitoring system comparing the use of insulin glargine with standard of care. <i>Diabetes Technology and Therapeutics</i> , 14(2), 117-124. https://doi.org/10.1089/dia.2011.0157
39	Schmucker, M., Igel, C., & Haag, M. (2019). Evaluation of Depth Cameras for Use as an Augmented Reality Emergency Ruler. <i>Studies in Health Technology & Informatics</i> , 260, 17-24. https://doi.org/10.3233/978-1-61499-971-3-17
40	Siebert, J. N., Bloudeau, L., Combescure, C., Haddad, K., Hugon, F., Suppan, L., Rodieux, F., Lovis, C., Gervaix, A., Ehrler, F., Manzano, S., & Pediatric Accurate Medication in Emergency Situations (PedAMINES) Prehospital Group. (2021). Effect of a Mobile App on Prehospital Medication Errors During Simulated Pediatric Resuscitation : A Randomized Clinical Trial. <i>JAMA Network Open</i> , 4(8), e2123007. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.23007

41	Siebert, J. N., Bloudeau, L., Ehrler, F., Combescure, C., Haddad, K., Hugon, F., Suppan, L., Rodieux, F., Lovis, C., Gervais, A., & Manzano, S. (2019). A mobile device app to reduce prehospital medication errors and time to drug preparation and delivery by emergency medical services during simulated pediatric cardiopulmonary resuscitation : Study protocol of a multicenter, prospective, randomized controlled trial. <i>Trials</i> , 20(1), 634. https://doi.org/10.1186/s13063-019-3726-4
42	Siebert, J. N., Ehrler, F., Combescure, C., Lacroix, L., Haddad, K., Sanchez, O., Gervais, A., Lovis, C., & Manzano, S. (2017). A Mobile Device App to Reduce Time to Drug Delivery and Medication Errors During Simulated Pediatric Cardiopulmonary Resuscitation : A Randomized Controlled Trial. <i>Journal of Medical Internet Research</i> , 19(2), e31. https://doi.org/10.2196/jmir.7005
43	Siebert, J. N., Ehrler, F., Combescure, C., Lovis, C., Haddad, K., Hugon, F., Luterbacher, F., Lacroix, L., Gervais, A., Manzano, S., & PedAMINES Trial Group. (2019). A mobile device application to reduce medication errors and time to drug delivery during simulated paediatric cardiopulmonary resuscitation : A multicentre, randomised, controlled, crossover trial. <i>The Lancet. Child & Adolescent Health</i> , 3(5), 303-311. https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30003-3
44	Siebert, J. N., Gosetto, L., Sauvage, M., Bloudeau, L., Suppan, L., Rodieux, F., Haddad, K., Hugon, F., Gervais, A., Lovis, C., Combescure, C., Manzano, S., Ehrler, F., PedAMINES Trial Group, & PedAMINES Prehospital Group. (2022). Usability Testing and Technology Acceptance of an mHealth App at the Point of Care During Simulated Pediatric In- and Out-of-Hospital Cardiopulmonary Resuscitations : Study Nested Within 2 Multicenter Randomized Controlled Trials. <i>JMIR Human Factors</i> , 9(1), e35399. https://doi.org/10.2196/35399
45	Siebert, J. N., Lacroix, L., Cantais, A., Manzano, S., & Ehrler, F. (2020). The Impact of a Tablet App on Adherence to American Heart Association Guidelines During Simulated Pediatric Cardiopulmonary Resuscitation : Randomized Controlled Trial. <i>Journal of Medical Internet Research</i> , 22(5), e17792. https://doi.org/10.2196/17792
46	Tiozzo E., Rosati P., Brancaccio M., Biagioli V., Ricci R., d'Inzeo V., Scarselletta G., Piga S., MSc S., Vanzì V., Dall'Oglio I., Gawronski O., Offidani C., Pulimeno M.A., & Raponi M. (2022). A Cell-Phone Medication Error eHealth App for Managing Safety in Chronically Ill Young Patients at Home : A Prospective Study. <i>Telemedicine Journal and E-Health : The Official Journal of the American Telemedicine Association</i> , (Tiozzo, Brancaccio, Biagioli, Ricci, d'Inzeo, Dall'Oglio, Gawronski) Professional Development, Continuing Education and Research, Bambino Gesù Children's Hospital, IRCCS, Rome, Italy. https://doi.org/10.1089/tmj.2022.0042
47	Ustun, C., & Cihangiroglu, M. (2012). Health care workers' mobile phones : A potential cause of microbial cross-contamination between hospitals and community. <i>Journal of Occupational and Environmental Hygiene</i> , 9(9), 538-542. https://doi.org/10.1080/15459624.2012.697419
48	Venkataraman, A., Siu, E., & Sadasivam, K. (2016). Paediatric electronic infusion calculator : An intervention to eliminate infusion errors in paediatric critical care. <i>Journal of the Intensive Care Society</i> , 17(4), 290-294. https://doi.org/10.1177/1751143716644456
49	Villanueva-Bueno, C., Collado-Borrell, R., Escudero-Vilaplana, V., Revuelta-Herrero, J. L., Marzal-Alfaro, M. B., González-Haba, E., Arranz-Arija, J. Á., Osorio, S., Herranz-Alonso, A., & Sanjurjo-Saez, M. (2022). A smartphone app to improve the safety of patients undergoing treatment with oral antineoplastic agents : 4 years of experience in a university hospital. <i>Frontiers in Public Health</i> , 10, 978783. https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.978783
50	Wang M., Singh L.G., & Spanakis E.K. (2019). Advancing the Use of CGM Devices in a Non-ICU Setting. <i>Journal of Diabetes Science and Technology</i> , 13(4), 674-681. https://doi.org/10.1177/1932296818821094
51	You, J. S., Park, S., Chung, S. P., & Park, J. W. (2009). Usefulness of a mobile phone with video telephony in identifying the correct landmark for performing needle thoracocentesis. <i>Emergency Medicine Journal: EMJ</i> , 26(3), 177-179. https://doi.org/10.1136/emj.2008.060541
53	Zhuo, Y., Pan, Y., Lin, K., Yin, G., Wu, Y., Xu, J., Cai, D., & Xu, L. (2022). Effectiveness of clinical pharmacist-led smartphone application on medication adherence, insulin injection technique and glycemic control for women with gestational diabetes receiving multiple daily insulin injection : A

	randomized clinical trial. Primary Care Diabetes, 16(2), 264-270. https://doi.org/10.1016/j.pcd.2022.02.003
54	Song, Sook-Hee, Baek, Ju-Won, Han, Seon, Eun-Hye, Byun, Yeon, Im, Cho, Eun-Mi, Ahn, Tae-Sa, & Hong, Hee-Jung. (2021). Adoption d'un système de médication mobile et caractéristiques associées aux avertissements d'erreurs de médication. Journal of Korean Academy of Fundamentals of Nursing, 28(2), 149-155. https://doi.org/10.7739/jkafn.2021.28.2.149

Annexe 6 : Livre de codes des entrevues structurées

Caractéristique participants et leurs établissements

- Type d'emploi
- Expérience
- Établissement

Application EZDrips

- Définition et/ou Description
- Relation avec concepteurs
- Obstacles, défis ou améliorations suggérées
- Stade de l'implantation dans les établissements
- Utilisation des participants et de leurs établissements
- Solutions proposées face aux obstacles
- Avantages et/ou Valeur ajoutée et Témoignages
- Perception du participant et de ses collègues
- Effets perçus
- Ressources nécessaires à l'implantation
- Approche institutionnelle à l'implantation
- Implication des concepteurs dans l'implantation
- Facteurs facilitants l'implantation et l'utilisation de l'application

Autres application

- Applications autres que EZDrips utilisées par les participants et/ou leurs établissements