



## CHARTRE DE PROJET

# Regroupement en intelligence artificielle appliquée aux soins aigus de l'enfant

(Regroupement SADC)



Avec l'appui de



# Table des matières

<b>SECTION 1. SUIVIS DES VERSIONS ET AUTORISATIONS.....</b>	<b>3</b>
1.1 Versions et modifications.....	3
<b>SECTION 2. APERÇU DU PROJET.....</b>	<b>3</b>
2.1 Résumé .....	3
2.2 Rationnel du projet.....	3
2.3 Vision du regroupement .....	4
2.4 Buts du regroupement.....	4
2.5 Objectifs et résultats opérationnels anticipés.....	4
2.6 Portée du projet.....	5
2.7 Produits livrables.....	6
<b>SECTION 3. ORGANISATION DU PROJET.....</b>	<b>7</b>
3.1 Gouvernance.....	7
3.2 Installations et ressources.....	8

## Section 1. Suivis des versions et autorisations

### 1.1 Versions et modifications

No. de révision	Date de publication	Auteur(s)	Brève description du changement
1.0	1 <sup>er</sup> mars 2022	Manaf Bouchentouf	Création de la charte
2.0	24 octobre 2022	Philippe Jovet	Révision pour présentation aux membres
3.0	9 janvier 2023	Comité scientifique du Regroupement SADC	Approbation de la charte

## Section 2. Aperçu du projet

### 2.1 Résumé

La mission du regroupement en intelligence artificielle (IA) appliquée aux soins aigus de l'enfant est d'offrir une infrastructure québécoise qui permette de développer la recherche en IA, soutenir la relève, rendre plus compétitif les chercheurs et faciliter la collaboration, la synergie et les partenariats constructifs à l'échelle provinciale, nationale et internationale. Le rôle du regroupement est d'orienter les méthodologies IA, de développer, valider et implémenter (intégrer dans les processus de soins) des systèmes informatiques d'aide à la décision clinique (SIADC) en soins aigus de l'enfant afin ultimement, d'améliorer les soins en santé délivrés aux enfants.

### 2.2 Rationnel du projet

Le développement des réseaux de santé a résulté en une diminution de la mortalité, une durée d'hospitalisation plus courte et moins de complications du fait d'une surveillance continue par du personnel formé. Cependant, les connaissances médicales, le volume et la diversité des informations cliniques ont considérablement augmenté et les contraintes du système de santé s'accompagnent de ressources limitées en personnel. Ensemble, ces considérations entraînent deux principaux obstacles à surmonter qui peuvent s'aggraver en cas de stress plus important sur le système : (1) des délais dans la détection et la prise en charge en cas d'aggravation des fonctions vitales : peu de processus sont actuellement disponibles pour identifier précocement ceux qui sont à risque d'aggravation, à l'exception du jugement clinique des soignants, qui peut être retardé en raison de l'expertise requise, des effectifs disponibles et de leur charge de travail; (2) des délais dans la mise en œuvre des bonnes pratiques.

Les progrès rapides des systèmes de collecte de données cliniques et de l'intelligence artificielle (IA) ouvrent des perspectives de développement et de validation de SIADC pour améliorer la prise en charge des patients. Les SIADC sont des interfaces bâties sur un ensemble d'algorithmes intelligents dont le but est d'aider le soignant ou le gestionnaire en lui résumant les informations menant à une décision clinique (diagnostique, thérapeutique, organisation du système de soins). Ils possèdent une capacité d'analyse et de synthèse de l'information nettement supérieure à l'être humain. L'intégration des SIADC aux processus de soins est recommandée depuis longtemps, pour améliorer la sécurité des patients. Il a été observé dans une méta-analyse que c'est en pédiatrie que s'observent les meilleures améliorations incrémentielles absolues des soins souhaités par les SIADC [?]13,6% (95%IC 7,4 à 19,8%[?]) selon les caractéristiques de l'étude et du SIADC<sup>1</sup>. De plus, les SIADC sont une solution prometteuse pour améliorer le transfert et l'application des nouvelles connaissances qui prennent en moyenne 17 ans. Toutefois, la conception d'un SIADC est complexe, notamment au niveau de la construction du moteur de décision et au niveau de la pertinence des interactions avec les humains. Elle nécessite généralement l'accès à de multiples données issues

1 Kwan JL, Lo L, Ferguson J, et al. Computerized clinical decision support systems and absolute improvements in care: meta-analysis of controlled clinical trials. *BMJ* 2020;370:m3216.

de systèmes souvent différents dans les infrastructures des institutions de santé actuelles. Afin de pallier cette difficulté, nous proposons de créer un regroupement en IA.

## 2.3 Vision du regroupement

La vision du regroupement repose sur la volonté de consolider les collaborations entre les membres, de renforcer la structure de fonctionnement et de potentialiser les impacts auprès du système de santé et des patients en plus de soutenir les capacités de recherche.

La vision du regroupement est basée sur un modèle d'innovation ouverte pour les membres du groupe et partiellement ouverte ou contrôlé à l'extérieur du groupe. Ce modèle d'innovation ouverte serait basé sur : (1) une reconnaissance au groupe et des chercheurs-membres du regroupement; (2) la possibilité de mobiliser du financement ou même de générer de revenus de l'industrie qui seraient réinjectés au niveau du regroupement et dans les projets des chercheurs-membres du groupe (en appui au modèle de financement public); (3) une stratégie de propriété intellectuelle avec l'industrie qui mettrait en valeur l'expertise (service) en premier lieu (ex. recherche commanditée, services par des professionnels hautement qualifiés, stages dans l'industrie, accès à de l'infrastructure...).

## 2.4 Buts du regroupement

Les buts du regroupement sont de :

- 1) Renforcer la capacité de recherche des équipes de recherche membres du regroupement et des laboratoires respectifs;
- 2) Attirer, former des étudiants et retenir les professionnels ou ouvrir des possibilités d'intervention au sein de l'industrie;
- 3) Publier et reconnaître (mettre de l'avant) les expertises des membres du regroupement;
- 4) Partager les connaissances et créer des synergies entre les membres du groupe;
- 5) Assurer une cohérence dans la prise de décision (de façon concertée);
- 6) Élargir la portée, l'impact et faciliter l'adoption des solutions IA auprès des intervenants.

## 2.5 Objectifs et résultats opérationnels anticipés

N°	Objectifs	Résultats opérationnels	Indicateurs quantitatifs
1.	Offrir des infrastructures communes et complémentaires afin de favoriser l'essor de projets novateurs	Augmentation de la compétitivité des chercheurs québécois en IA appliquée aux soins aigus de l'enfant sur le plan national et international	Publications, facteurs d'impact, score de citation, h-index, mentions...
2.	Offrir des formations pour les étudiants et du mentorat aux jeunes chercheurs en IA	Pérennité d'une recherche en IA de haut calibre au Québec	Financement public et privé, demandes de bourses et de stages...
3.	Offrir un environnement stimulant, incluant un congrès annuel, des concours ciblés, la mise en place de collaborations et de partenariats ou d'échanges d'étudiants au niveau national et international	Rayonnement de la recherche en IA appliquée aux soins aigus de l'enfant réalisée au Québec et mise en place d'initiatives de recherche plus vaste avec des possibilités de collaborations au Québec, au Canada et à l'international	Attractions de talents, collaborations, services à l'industrie, services aux institutions hospitalières, participants aux congrès...
4.	Accentuer le transfert des connaissances vers les pratiques cliniques en participant à l'organisation de congrès ou de rencontres organisées par les professionnels de la santé impliqués dans les soins aigus de l'enfant	Accélération de l'adoption et de l'implantation des SIADC, optimisation des processus décisionnels et potentialisation des indicateurs de performance des unités de soins	Partenariats public-privé, indicateurs de performance des unités de soins, rayonnement, visibilité, présence dans les médias grand-public...

N°	Objectifs	Résultats opérationnels	Indicateurs quantitatifs
5.	Augmenter l'impact sociétal du regroupement par la vulgarisation scientifique destinée d'abord au public concerné par les problématiques liées aux soins aigus de l'enfant, puis au public en général	Sensibilisation du public aux innovations numériques dans le milieu de la santé	Potentialisation des indicateurs d'impact sur la santé des patients

## 2.6 Portée du projet

### 2.6.1 Recherche et développement (excluant la recherche commanditée)

Beaucoup des projets ont été initiés grâce à la chaire double en intelligence artificielle obtenue par P. Juvet et R. Noumeir en 2021, en appliquant le principe du regroupement, i.e., collaboration avec de jeunes chercheurs et participation ouverte des étudiants. Les axes thématiques répondent aux principales problématiques en soins aigus incluant :

#### 📌 Le diagnostic précoce :

Les diagnostics manqués ou retardés peuvent entraîner des conséquences graves. C'est dans ce contexte que la médecine basée sur les preuves prend toute sa valeur en utilisant toute l'information disponible sous format électronique. Cela a été classé comme priorité numéro 1 par l'Emergency Care Research Institute (ECRI, organisation internationale qui se consacre à la sécurité des pratiques et produits médicaux afin qu'ils soient les plus sûrs et les plus rentables).

#### 📌 La surveillance clinique multimodale :

Cette recherche vise à soutenir les décisions des médecins et le travail des infirmières en développant des méthodes basées sur l'apprentissage machine, l'analyse vidéo et l'analyse multimodale pour surveiller la détresse vitale de l'enfant en évaluant l'altération des fonctions respiratoires, neurologiques et hémodynamiques des patients. Elle permet ainsi un suivi objectif, quantitatif et en temps réel.

#### 📌 La gestion des flux :

Les soignants étant en nombre limités, l'optimisation du temps des soignants est une priorité dans le système de santé. Plusieurs projets/algorithmes IA d'optimisation ont été initiés par le groupe tel que l'aide à la programmation du bloc opératoire, optimisation des transferts intra-service.

#### 📌 La prescription médicamenteuse :

La réponse des enfants aux médicaments, en particulier à la sédation analgésie, varie d'une personne à l'autre. Trop de sédation est source de complications immédiates (hypoventilation, hypotension artérielle) et différées (syndrome de sevrage, délirium), tout comme le défaut de sédation- analgésie est source de stress, douleur, anxiété. Cette prescription est actuellement adaptée au cas par cas par les soignants au chevet des patients. Dans le but de personnaliser pour chaque patient l'administration des médicaments, nous nous intéressons à l'aide informatisée au titrage personnalisé des médicaments.

### 2.6.2 Services offerts aux institutions hospitalières et à l'industrie

Le regroupement mettra à contribution les compétences et expertises pour les institutions hospitalières et de l'industrie dans un modèle de service mobilisant des étudiant(e)s, postdoctorant(e)s et chercheur(se)s. Les domaines d'expertises pouvant inclure sans se limiter aux documents éthiques, contractuels et les logiciels assurant la création de bases de données et l'analyse des données dont le regroupement est propriétaire

### 2.6.3 Transfert de connaissances et de compétences (formation)

Outre les cours en IA proposés par les différentes Universités (ETS, McGill et UdeM), les ateliers présentés aux étudiants de façon annuelle, avec enregistrement disponibles sur le site web durant l'année courante, seront les suivants :

▣ **La rédaction d'un protocole de recherche clinique en IA :**

En effet, une fois la formation éthique obligatoire qui se fait en ligne (Collaborative Institutional Training Initiative - CITI Program) via l'inscription institutionnelle, les étudiants doivent écrire un protocole expérimental (état de la question, objectif, hypothèse, critères d'inclusion/exclusion des patients, données utilisées, analyses statistiques, résultats attendus, perspectives) qui est soumis à un comité d'éthique de la recherche pour approbation. Ceci même pour les projets rétrospectifs utilisant les bases de données recherche pré-approuvées (par exemple MIIRCIC).

▣ **L'utilisation des données cliniques :**

Outre leur accessibilité, les données de santé présentent plusieurs défis d'utilisation: leur diversité de format, l'existence de données manquantes/erronées, leur précision (information contenue dans les notes par exemple), leur distribution souvent asymétrique (peu de données anormales, par exemple), leur adéquation avec l'information envisagée (contenu des notes médicales et diagnostic) qui nécessitent un prétraitement. De même, il est parfois nécessaire d'utiliser simultanément un ensemble d'approches méthodologiques pour créer l'information de santé nécessaire incluant le traitement de données numériques (examens de laboratoire), des signaux physiologiques (saturation transcutanée en oxygène, ...), des images (radiographies, vidéo), et l'analyse du langage naturel (notes médicales). L'ensemble de ces informations sont indispensables aux étudiants pour mener à bien leurs projets.

**2.6.4 Un levier de développement pour les étudiants et les chercheurs en début de carrière**

Faciliter le mentorat en permettant l'intégration d'étudiants/étudiantes, de postdoctorants/postdoctorantes et chercheur/chercheuses en début de carrière dans des initiatives d'envergure. Soutenir les initiatives portées par les étudiants et chercheurs/chercheuses en début de carrière, les accompagner dans leur démarche pour développer des programmes de recherches novateurs et indépendants et créer un espace collaboratif dynamique et inclusif. Mettre à contribution les infrastructures et les connaissances de chaque membre du regroupement au profit des autres membres en respect aux cadres normatifs qui assurent la reconnaissance, la rétribution et le partage d'information entre les membres.

**2.6.5 Un épicerie IA en santé au niveau mondial et faciliter l'attraction de talents**

Créer une communauté IA et santé autour d'une expertise de pointe, mise de l'avant par des chercheurs de renommée mondiale. Mobiliser les réseaux des membres du regroupement et favoriser la connectivité entre les réseaux de membres (étudiants/étudiantes, postdoctorants/postdoctorantes, et chercheurs/chercheuses). De nombreuses opportunités de collaboration entre chercheurs et industrie.

**2.7 Produits livrables**

N°	Livrable du projet	Description	Échéance
1.	Projet et demande de financement	Opportunité en cours auprès des Fonds de recherche du Québec : <a href="https://frq.gouv.qc.ca/programme/regroupement-intelligence-artificielle-et-sante/">https://frq.gouv.qc.ca/programme/regroupement-intelligence-artificielle-et-sante/</a>	21 mars 2022
2.	Structure de coordination	Organiser le groupe, les rôles et responsabilités des membres et recrutement du/de la coordonnateurs/coordonnatrice qui aura pour rôle de gérer les demandes des membres, coordonner les activités, assurer les suivis auprès des membres, collaborateurs, hôpitaux et industrie. Animer les réseaux, les communications et agir à titre de personne ressource pour les besoins administratifs et opérationnels. S'assurer de la mise en place et du bon usage des différents cadres normatifs.	15 octobre 2022
3.	Cadres normatifs	Établir les cadres, les processus et les guides de procédures pour : (1) la reconnaissance; (2) la rétribution; (3) la communication; (4) le partage et l'utilisation de la connaissance; (5) le fonctionnement du groupe	15 novembre 2022

N°	Livrable du projet	Description	Échéance
4.	Site web dynamique	Site web permettant la mise à jour des contenus en direct permettant également de mobiliser la communauté sur des sujets, besoins particuliers en liens avec l'expertise du regroupement. Possibilité de limiter l'accès au site ou d'une partie par le biais de nom et mot de passe (ex : créer un espace réservé pour les membres). Création d'une base de données exploitable. Moteur de recherche interne pour mieux répondre aux demandes des internautes.	15 août 2022
5.	Initiatives structurantes conjointes	Projets équipes financés sur concours annuel par le regroupement	2022-2026
6.	Bourses étudiants pour chercheurs du regroupement	Complément de bourses sur concours annuel par le regroupement	2022-2026
7.	Ateliers méthodologiques	La rédaction d'un protocole de recherche clinique en IA L'utilisation des données cliniques	2022-2026
8.	Congrès annuel du regroupement	Montreal Child CDSS congress 2022, 2023 et 2024 Le premier congrès est prévu en mai 2023 en collaboration avec le Conseil de l'innovation du Québec. Il serait possiblement réalisé durant les Grands Rendez-vous de l'innovation Québécoise. Les congrès suivants seront internationaux et sont planifiés en novembre à partir de 2023. La majorité des chercheurs du regroupement sont les chefs de file dans le domaine de l'analyse des données cliniques et de gestion.	Mai 2023
9.	Webinaires scientifiques	Ces webinaires porteront sur des aspects méthodologiques, d'application en santé ou de valorisation. Ces webinaires scientifiques seront diffusées largement dans le réseau international.	2022 - 2026 aux 6 mois
10.	Podcasts	Podcasts de 5-10 min avec les éléments clés du webinaire scientifique qui précède (aux 6 mois, un par axe thématique aux 2 ans)	2022 - 2026 aux 6 mois
11.	Cafés scientifiques	Sur des thématiques d'intérêt grand public issus des travaux du regroupement afin d'échanger avec les usagers et apporter une dimension d'application.	2022 - 2026 aux 6 mois

## Section 3. Organisation du projet

### 3.1 Gouvernance

La gouvernance du regroupement repose essentiellement sur une prise de décision participative dans la détermination et la réalisation des activités ainsi que les politiques de gestion touchant les plateformes communes. Les mécanismes de gouvernance seront établis sur la base des axes et comités suivants :

#### **☐ Choix des thématiques :**

Les axes thématiques permettent de regrouper des membres intéressés par les mêmes sujets de recherche. La liberté d'opinion et/ou de proposition de projets novateurs y est essentielle et fortement encouragée. Lors de réunions, les chercheurs et étudiants feront le suivi des projets en cours, discuteront des barrières à l'avancée des recherches et décideront en concertation des priorités de recherche et des activités translationnelles (réunions scientifiques, cafés scientifiques avec le public) qui seront proposées au comité scientifique. La concertation dans les axes se fera par des rencontres en visio-conférence ou en présentiel au minimum de façon mensuelle. Ce type de réunion a déjà lieu 2 fois par mois avec l'ensemble des étudiants et chercheurs du regroupement présenté dans cette demande et ce depuis 3 ans. Le nombre de chercheurs présents à ces réunions est variable mais tous les étudiants y participent. Cette dernière année, l'augmentation importante du nombre de projets, des étudiants et des chercheurs concernés a entraîné une division des réunions en 2 périodes de 1,5 heure, i.e., réunion sur les projets incluant des vidéos patientes et les projets sans vidéo patients. Ces réunions sont indépendantes des réunions avec chaque étudiant ou groupe d'étudiants pour le suivi d'un

projet en particulier. Nous planifions de réorganiser ces réunions par thématique, en raison des méthodologies spécifiques qu'elles utilisent et de la forte croissance du nombre de projets (voir section axes thématiques).

#### ☐ **Un comité scientifique :**

Il est constitué par tous les chercheurs du regroupement (n=12), de six représentants étudiants (3 en sciences de la vie et 3 en sciences des données/IA) désignés par les étudiants MSc/résidents, PhD/fellows et Post-Doc, de membres du personnel responsable des outils communs de recherche (MIIRCIC, site web) et d'une patiente partenaire. Le comité évalue la qualité scientifique, l'aspect novateur et la cohérence des nouveaux projets et joue un rôle de consultation sur certaines questions scientifiques. Le comité propose de nouvelles orientations de recherche pour le regroupement et propose les critères de sélection pour les projets émergents et les études de faisabilité. Enfin, le comité approuve la nomination des membres du comité exécutif. Le comité scientifique tient au moins une réunion face-à face par année pour favoriser les interactions directes et une réunion en visio-conférence minimum par année.

#### ☐ **Le comité exécutif :**

Il est composé d'un chercheur en IA, d'un chercheur dans le domaine de la santé, du coordonnateur du regroupement, du patient partenaire et d'un étudiant en IA désigné par ses pairs. Ce comité assure et coordonne la réalisation des activités du regroupement. Il assure le suivi des dossiers au quotidien et se réunit au minimum tous les mois, voire plus souvent si nécessaire.

### **3.2 Installations et ressources**

Les installations et ressources du projet incluent des infrastructures et des services :

#### **Bases de données cliniques des soins intensifs du CHUSJ :**

- Données des dossiers cliniques informatisés et de recherche à haute résolution temporelle depuis 2013 (environ 9000 enfants et 10 TeraOctets de données) : Ce système de collecte de données automatiques permet la capture et l'enregistrement de données de surveillance multimodale. L'architecture repose sur 1) des données de surveillance périodiques des fonctions vitales à haute résolution temporelle allant de 1 Hz (données numériques) à 500 Hz (signaux bruts) pour l'ensemble des patients admis dans le service et pour toute la durée de leur séjour ; 2) des données aperiodiques semi-structurées telles que les données démographiques, les évaluations cliniques, les notes, les diagnostics, les traitements et les résultats de laboratoire et 3) des données thérapeutiques périodiques et aperiodiques structurées comme celle des pompes à perfusion (0,05 Hz) contenant toutes les mesures (par exemple, nom et posologie du médicament), ainsi que les appareils de support des fonctions vitales (0.033 Hz). Cette base de données scientifique est approuvée par le comité d'éthique à la recherche du CHU Sainte-Justine (CER-CHUSJ n° 2016-4061).
- Données organisationnelles depuis 2017 à l'aide du tableau visuel des lits, les données incluant le nombre, la sévérité (score de PELOD 2<sup>27</sup>) et la répartition des patients, ainsi que la répartition et la charge de travail infirmière.
- Données vidéo avec images rouge-vert-bleu (RVB), de profondeur (3D) et infra-rouges recalées de patients admis en soins intensifs pour détresse vitale unique au monde (n= 200 patients actuellement). Les acquisitions sont synchronisées avec les données cliniques détaillées ci-dessus, ce qui permet de conduire des recherches utilisant l'ensemble des méthodes en sciences des données et IA (CER-CHUSJ n° 2016-1242).
- Données de tomographie par impédance électrique. Cette base de données est en construction suite à l'acquisition de l'appareil de tomographie par impédance électrique que nous avons pu nous procurer grâce à une subvention outils et instruments de la part du CRSNG.
- Développement d'outils permettant d'intégrer les SIADC dans le processus de soins comme par exemple un intégrateur de plusieurs SIADC permettant de les afficher de façon claire, au moment de la visite médicale quotidienne du patient (CER-CHUSJ n° 2022-4083).

Ces cinq sources de données, en augmentation constante, sont regroupées dans une infrastructure nommée 'Multimodal Intelligent Infrastructure for Research in Critically Ill Children – MIIRCIC'. Nos données de vidéos sont acquises grâce au déploiement de systèmes et logiciels développés par notre groupe. De plus, grâce à l'obtention d'un financement majeur de



la Fondation Canadienne pour l'Innovation (FCI), nous disposons d'une forte capacité de calcul et d'archivage dédiée, répartie physiquement entre le CHU Ste Justine (3 serveurs de calcul) et Calcul Québec (6 serveurs de calcul) selon un modèle de partage de responsabilité. Nos serveurs de calcul sont équipés de 4 GPU chacun et d'une couche de virtualisation. L'architecture adoptée délègue à Calcul Québec l'administration des couches physiques et virtuelles tout en permettant la mise en place d'une authentification sécurisée de l'utilisateur.

En complément à MIIRCIC, le lac de données UNIC du CHUSJ (Responsable Vincent Ferretti PhD) permet également d'accéder aux données des systèmes sources cliniques du CHUSJ, autres que ceux des soins intensifs. Nous avons harmonisé notre infrastructure pour faciliter les échanges de données avec UNIC selon les projets autorisés par le CER.

**Bases de données cliniques en accès libre pertinentes pour le regroupement sur le site web du regroupement :**

L'écosystème propose les données complètes de 65 794 admissions aux soins intensifs adultes de l'hôpital Beth Israel Deaconess Medical Center (Boston, MA, États Unis, 2008-2019), 448 972 séjours au département d'urgence (2011-2019), 227 835 images radiographiques (2011-2016), ainsi que 13 499 admissions pédiatriques de l'Université de Zhejiang (Hangzhou, Chine, 2010-2018). La base de données eICU Collaborative Research Database comprend les informations de 200 859 adultes de 335 soins intensifs aux US. Les bases de données pédiatriques Virtual PICU Systems et Paediatric Intensive Care Audit Network ne sont pas accessibles librement et ont peu de données continues, indispensables aux algorithmes d'analyse en temps réel.

**Réseau international de données cliniques en soins aigus pédiatriques.**