



Meilleures pratiques de surveillance des pauses respiratoires conduisant à l'apnée dans la population pédiatrique âgée de 0 à 6 mois

Rapport d'évaluation

Francis Le Roy
Labante Outcha Dare

UETMIS - Août 2023
Direction Qualité Évaluation Performance et Éthique (DQEPE)

Mission de l'UETMIS

L'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du centre hospitalier universitaire 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).

Comité exécutif de l'UETMIS

Marc Girard, MD — Directeur des services professionnels

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

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

Francis Le Roy, BSc — Agent de planification, de programmation et de recherche, UETMIS

Labante Outcha Dare, PhD, MSc, MPH, Ing. — Agent de planification, de programmation et de recherche, UETMIS

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))

Demandeur(s)

Catherine Hogue, Directrice adjointe, volet opérations, Direction des soins infirmiers

Financier

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

Comité de pilotage

Le comité de pilotage sera composé de différents membres de la Direction des soins infirmiers et de deux professionnels de l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention du (UETMIS) du CHU Sainte-Justine.

Personnel du 6^e11 et 7^e11 :

- **Catherine Hogue**, directrice adjointe, volet opérations, direction des soins infirmiers (DSI)
- **Stéphanie Duval**, cadre-conseil en sciences infirmières (mandats transversaux) - Direction des soins infirmiers
- **Sylvie Aubin**, conseillère spécialiste en soins infirmiers - Volet opérationnel, DSI.
- **Bénédicte Grou**, cadre-conseil en sciences infirmières - Soins médico-chirurgicaux et douleur/analgésie/sédation, DSI.
- **Catherine Dallaire**, cadre-conseil en sciences infirmières en médecine pédiatrique, DSI.

Professionnels de l'UETMIS :

Francis Le Roy (FLR), BSc : Agent de planification, de programmation et de recherche, UETMIS du CHUSJ

Labante Outcha Dare (LOD), PhD, MSc, MPH, Ing. : Agent de planification, de programmation et de recherche, 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, notamment le service du génie biomédical.

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.

Conflit d'intérêts

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

Abréviations et acronymes

ADP	Apnée du prématuré
ANM	Académie nationale de médecine
CaPSNIG	Canadian Pediatric Surgical Nurses Interest Group (Réseau d'infirmières en chirurgie pédiatrique canadien)
CHUSJ	Centre hospitalier universitaire Sainte-Justine
CO ₂	Dioxyde de carbone
DQEPE	Direction qualité, évaluation, performance et éthique
DRISNGBM	Direction des ressources informationnelles, des stratégies numériques et du génie biomédical
ECG	Électrocardiogramme
FDA	Food & Drug Administration
GBM	Génie biomédical
HAS	Haute autorité de santé
INESSS	Institut national d'excellence en santé et services sociaux
MSN	Mort subite du nourrisson
MSSS	Ministère de la santé et des services sociaux
NICE	National Institute for Health and Care Excellence
O ₂	Oxygène
SNITEM	Syndicat National de l'Industrie des Technologies Médicales
SPR	Surveillance des pauses respiratoires
UETMIS	Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé

Table des matières

Mission de l’UETMIS	2
Comité exécutif de l’UETMIS	2
Demandeur(s)	2
Financeur	3
Comité de pilotage	3
Remerciements	3
Conflit d’intérêts	3
Abréviations et acronymes	4
Table des matières	5
Liste des figures	7
Liste des tableaux	7
Liste des annexes	7
Synthèse du rapport	8
Introduction	9
Question décisionnelle et questions d’évaluation	11
Méthodes	11
Recherche documentaire, mots clés et équation de recherche	11
Critères d’inclusion et d’exclusion	13
Extraction des données.....	14
Autres sources d’information.....	14
Résultats	15
Caractéristiques des études.....	15
Études descriptives	16
Études analytiques (observationnelles et essais randomisés)	20
Rapport de l’UETMIS du CHU de Québec-Université Laval.....	23
Définitions des concepts clés	23
Principaux résultats des études.....	26
Essais randomisés	26
Études observationnelles et descriptives	28
Rapport de l’UETMIS du CHU de Québec-Université Laval.....	30
Types de surveillance des pauses respiratoires, les enjeux et défis.....	31
Avantages et inconvénients des types de surveillance.....	33
Surveillance de la fréquence cardiaque	33

Surveillance de la fonction respiratoire	33
Surveillance de la gazométrie sanguine	35
Résultats au CHU Sainte-Justine et balisage externe	37
CHU Sainte-Justine	37
Balisage externe.....	46
Discussion	50
Recommandations.....	57
Conclusion.....	59
Références	60
Annexes	65

Liste des figures

Figure 1 Origine des épisodes d'apnée et conséquences physiologiques.....	9
Figure 2 Proportion de patients présentant des événements d'hypoventilation hypopnéique au fil du temps chez les patients ayant reçu (a) et n'ayant pas reçu (b) d'intervention dans les groupes de contrôle et d'intervention (jusqu'à 35 min).	27
Figure 3 Présentation du signal QRS.....	29
Figure 4 Schématisation du processus ROOT de Masimo (Source : Entrevue GBM)	39

Liste des tableaux

Tableau 1 Mots clés et synonymes pour la recherche documentaire	12
Tableau 2 Caractéristiques des études descriptives retrouvées	18
Tableau 3 Caractéristiques des études analytiques retrouvées (études observationnelles)	21
Tableau 4 Quelques définitions proposées par les articles inclus dans l'évaluation	25
Tableau 5 Synthèse des avantages et inconvénients des moyens de surveillances retrouvés dans de la revue de littérature scientifique	32
Tableau 6 Comparaison des différents types d'appareils (technologies) utilisés pour la surveillance des pauses respiratoires	43
Tableau 7 Présentation des répondants.....	46
Tableau 8 Populations d'intérêt de la surveillance des pauses respiratoires par établissement	47
Tableau 9 Prescripteurs de la surveillance des pauses respiratoire par établissement	47
Tableau 10 Conditions médicales nécessitant la SPR par établissement.....	48
Tableau 11 Méthodes de surveillance par institution hospitalière	49

Liste des annexes

Annexe 1 : Nombre d'articles retenus des ETMIS du Québec.....	65
Annexe 2 : Nombre d'articles retenus des institutions d'évaluation de santé.....	66
Annexe 3 : Questionnaire de balisage externe - Pratique de surveillance des pauses respiratoires.....	67

Synthèse du rapport

En raison de l'immaturation du système respiratoire chez les nouveau-nés et les bébés nés prématurés, il est essentiel de surveiller attentivement les pauses respiratoires pour assurer une prise en charge optimale en cas d'épisodes d'apnée. Actuellement, l'observation continue par un membre du personnel infirmier est envisageable, mais cette méthode est peu sensible et peu précise. L'analyse de la gazométrie d'un échantillon de sang artériel permet une mesure précise, mais seulement de manière intermittente, ne permettant d'évaluer le patient qu'à des moments spécifiques de sa surveillance. C'est pourquoi des méthodes de surveillance alternatives ont été développées pour assurer une surveillance précise et continue de ces patients : les moniteurs d'apnée et les moniteurs physiologiques.

Au CHU Sainte-Justine, les services de soins pédiatriques et de chirurgie utilisent actuellement le SmartMonitor de Circadiance, un moniteur d'apnée par impédance, pour surveiller les pauses respiratoires chez les patients pédiatriques âgés de 0 à 6 mois, notamment après la prise d'opioïdes, en cas d'infection respiratoire ou en cas d'apnée centrale connue. Bien que l'utilisation de ce moniteur soit très appréciée au sein des services de soins du CHU Sainte-Justine, il est devenu difficile de maintenir fonctionnel le parc de moniteurs en raison de problèmes d'approvisionnement en pièces de rechange et consommables. De plus, l'achat d'un nouvel appareil est une procédure lourde et fastidieuse, nécessitant une demande d'accès spécial, et l'appareil n'est plus homologué par Santé Canada.

Pour assurer une continuité des soins aux patients, un groupe de travail a été formé, composé de la directrice adjointe à la direction des soins infirmiers, de cadres conseil en sciences infirmières et d'une conseillère spécialiste en soins infirmiers. Ce groupe a pour objectif de choisir une nouvelle méthode de surveillance des pauses respiratoires pour cette population pédiatrique de 0 à 6 mois. Dans ce contexte, l'UETMIS a été mandaté pour évaluer les meilleures pratiques de surveillance afin de soutenir le groupe de travail dans sa prise de décision.

Pour mener à bien cette évaluation, l'UETMIS a procédé, en collaboration avec le groupe de travail, à un recensement des meilleures pratiques de surveillance dans la littérature scientifique et grise. De plus, des données expérientielles ont été collectées à l'aide d'un questionnaire de balisage externe envoyé à différentes institutions hospitalières sélectionnées, ainsi qu'à la suite d'un entretien avec une équipe de la Direction des ressources informationnelles, des stratégies numériques et du génie biomédical (DRISNGBM) du CHU Sainte-Justine.

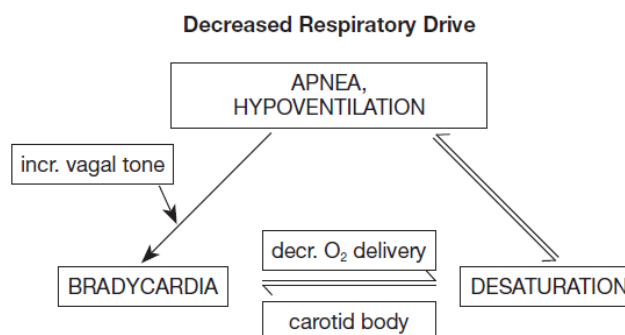
Les résultats de cette évaluation indiquent que la surveillance continue des pauses respiratoires à l'aide d'un moniteur est plus sensible et plus sécuritaire que l'observation intermittente ou l'analyse des gaz du sang. Ils ont également mis en évidence le fait que les épisodes d'apnée peuvent avoir différentes origines (centrale, obstructive ou mixte), et que les méthodes de surveillance ne sont capables de détecter qu'un seul type d'apnée (centrale ou obstructive). Par conséquent, l'une des recommandations est de choisir un moniteur capable de détecter à la fois les apnées centrales et obstructives, soit à l'aide d'un moniteur physiologique, soit en combinant plusieurs méthodes de détection.

Enfin, l'UETMIS souligne qu'une des préoccupations liées à l'utilisation de ces nouvelles technologies de surveillance est la multiplication des alarmes en raison du plus grand nombre de paramètres surveillés. Cette multiplication des alarmes peut s'associer à une fatigue des soignants qui ne répondent plus en cas de multiples fausses alarmes, ce qui est contre-productif en matière de surveillance.

Introduction

Au moment de la transition entre la vie fœtale et néonatale, des changements physiologiques importants se produisent dans la fonction pulmonaire, la circulation pulmonaire et le contrôle de la respiration ((Martini et *al.*, 2020; Sale, 2010). Ces changements sont nécessaires pour passer d'une dépendance maternelle (*via* le placenta) à une respiration autonome. Ceci est d'autant plus difficile pour les cas de grands prématurés où cette transition est bouleversée, ne leur permettant pas d'acquérir certains réflexes nécessaires à une respiration indépendante et où l'immaturation du contrôle respiratoire prédomine sur l'immaturation de l'organe (cette observation n'échappant pas aux enfants nés à terme) (Martini et *al.*, 2020; Sale, 2010)

L'immaturation du contrôle respiratoire constitue l'une des principales causes des épisodes d'apnée (Martini et *al.*, 2020). Ces pauses respiratoires peuvent mener à un arrêt respiratoire et, par conséquent, la mort du patient. Elles peuvent également s'accompagner de plusieurs événements comme une diminution du rythme cardiaque (bradycardie), une diminution de la saturation sanguine en oxygène (cyanose), une pâleur de la peau (**Figure 1**) et ainsi entraîner des effets à court et à long terme sur les capacités cognitives pendant l'enfance ((Adjei et *al.*, 2021; Janvier et *al.*, 2004) ; (Pillekamp et *al.*, 2007), Arcangela Lattari Balest, 2021).



Source: Martin, R. J. (2021). Review of diagnosis and treatment of neonatal cardiorespiratory events.

Figure 1 Origine des épisodes d'apnée et conséquences physiologiques

En outre, chez les nouveau-nés et les nourrissons, l'activité respiratoire peut être affectée par des conditions telles que la septicémie (Fairchild et *al.*, 2016)), des interventions pharmacologiques, (les opioïdes, agents dépresseurs respiratoires utilisés comme analgésique ou sédatif ; les agents d'anesthésiques; le magnésium; la prostaglandine) (Sale, 2010), ainsi que certaines procédures douloureuses cliniquement nécessaires comme le dépistage de la rétinopathie du prématuré (Martin & Abu-Shaweesh, 2005). De même, plusieurs autres facteurs pouvant prédisposer les enfants à l'apnée sont entre autres : des lésions du système nerveux central, des fluctuations de température, des anomalies cardiaques, des désordres métaboliques, l'anémie, des anomalies des voies aériennes supérieures ou encore des reflux gastro-oesophagiens (Sale, 2010).

Dans la pratique, une apnée peut être catégorisée en trois types : apnée centrale, apnée obstructive ou apnée mixte (apnée à la fois centrale et obstructive) (Bürgin et *al.*, 2022; Eichenwald & Committee on Fetus and Newborn, American Academy of Pediatrics, 2016; Finer et *al.*, 2006; Sale, 2010), ce qui permet ainsi d'ajuster l'intervention des soins par les prestataires (Di Fiore, 2004).

La première est définie par l'arrêt de la respiration pendant 20 secondes ou plus, ou par une pause respiratoire plus courte entraînant des symptômes tels que la cyanose, une pâleur évidente, une hypotonie ou une diminution marquée de la fréquence cardiaque sans reprise de la respiration (Al-Naji et al., 2017; Committee on Fetus and Newborn. American Academy of Pediatrics, 2003). Elle se caractérise par un dysfonctionnement du contrôle de la respiration pendant le sommeil, causé par une défaillance du cerveau à transmettre correctement les signaux aux muscles responsables de la respiration. Ce type d'apnée survient lorsque l'effort respiratoire (mouvement de la paroi thoracique) cesse, annulant le débit d'air (Aggarwal et al., 2001; Sale, 2010). L'apnée centrale représente 20 % (Sale, 2010) à 40 % ((Aggarwal et al., 2001) des épisodes d'apnée. Pour les deux autres formes d'apnée (obstructives et mixtes), bien qu'il y ait toujours un effort inspiratoire, elles se produisent sans un flux d'air efficace (Al-Naji et al., 2017). Dans les cas de l'apnée obstructive, il n'y a pas de débit d'air, mais le patient essaie de respirer (effort respiratoire), c'est-à-dire que les mouvements thoraciques et abdominaux persistent tout au long de l'épisode apnéique. Elles sont généralement associées à des causes anatomiques ou dues à la position de l'enfant et représenteraient 10 à 20 % des épisodes d'apnée (Aggarwal et al., 2001 ; Sale, 2010). Enfin, les apnées mixtes quant à elles commencent comme une apnée centrale (arrêt du flux d'air et de l'effort respiratoire) suivie d'une apnée obstructive (obstruction des voies aériennes supérieures). Elles représenteraient à elles seules plus de 50 % des épisodes d'apnée (Aggarwal et al., 2001 ; Sale, 2010).

Tous ces troubles respiratoires étant une des principales causes d'admission en unité de néonatalogie (Gallacher et al., 2016), la considération par les cliniciens d'un faux événement d'apnée comme étant réel est susceptible d'entraîner des évaluations et des thérapies inutiles et coûteuses, tandis que la non-identification des véritables événements d'apnée pourrait retarder l'évaluation rapide de la cause sous-jacente et/ou l'interruption précoce de la médication (Amin & Burnell, 2013). De plus, étant donné la prévalence élevée de l'apnée, une surveillance précise s'avère essentielle pour un retour à domicile plus rapide et sécurisé (Finer et al., 1992).

Ainsi, pour ce faire, au centre hospitalier universitaire Sainte-Justine (CHUSJ), les pauses respiratoires chez les patients souffrant de problèmes respiratoires (infection respiratoire, apnée centrale ou après la prise d'opioïde) sont surveillées en utilisant des moniteurs cardio-pulmonaires de type Smart Monitor 2 et 2 PS [Circadiance, 2019]. Ces appareils, utilisables à la fois pour une population pédiatrique et adulte, permettent, grâce à 3 électrodes placées sur le tronc du patient, de mesurer l'amplitude respiratoire, les fréquences respiratoires et cardiaques ainsi que pour certains modèles, la saturation en oxygène du sang (SmartMonitor 2 PS). Ensuite, en fonction des standards de détection préétablis, une chute de la fréquence cardiaque ou de la fréquence respiratoire ou encore de la saturation en oxygène du patient entraînera la survenue d'alarmes sonores et visuelles permettant aux personnels soignants d'intervenir auprès du patient dès le début (Pelchat, Fillion, Breton et Duval, CSI/CCSI, Direction des soins infirmiers, 2020).

Bien que cette technologie offre une sécurité aux personnels soignants et aux patients, elle est aujourd'hui vieillissante et il est difficile, voire même impossible, pour l'équipe du génie biomédical en charge de réparer les appareils de se procurer des consommables ou des pièces de remplacements pour maintenir fonctionnel le parc d'appareils en circulation. De ce fait, le nombre d'appareils utilisables diminue, entraînant plus de lourdeur dans la pratique des prestataires de soins et un stress accru pour les équipes de soins. Ainsi, dans ce cadre, l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du CHUSJ a été sollicitée par les gestionnaires de la Direction des soins infirmiers pour les accompagner dans le renouvellement du parc d'appareils de surveillance des pauses respiratoires et pour déterminer les meilleures pratiques de surveillance des pauses respiratoires dans les unités de pédiatrie et de chirurgie.

Il est à noter que ce travail d'évaluation se concentre uniquement sur la surveillance des pauses respiratoires conduisant à des épisodes d'apnée chez les enfants de moins de 6 mois et non à la documentation d'épisodes d'apnée du sommeil à tout âge.

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 :

Quelles sont les meilleures pratiques de surveillance (paramètres, technologies, analyses, etc.) pour détecter les pauses respiratoires au sein des services de pédiatrie et de chirurgie du CHU Sainte-Justine, pour une population pédiatrique âgée de 0 à 6 mois ?

Afin de répondre à la question décisionnelle, nous tenterons de répondre aux trois questions spécifiques ci-dessous :

- Quels sont les meilleurs moyens de surveillance des pauses respiratoires dans le cas de surveillance post-sédation (prise d'opioïde), d'infections respiratoires ou d'apnée centrale pour une population pédiatrique âgée de 0 à 6 mois ?
- Quels sont les enjeux, défis et impacts liés à l'implantation de ces pratiques pour les patients et les équipes de soins ?
- Quels sont les avantages et les inconvénients de ces pratiques dans la surveillance des pauses respiratoires menant à l'apnée ?

Méthodes

Pour cette évaluation, et en regard du temps imparti pour sa réalisation, nous allons procéder à une revue de portée de la littérature (*scoping review*) permettant de livrer un ensemble plus petit et restreint de données dans un temps plus court.

Recherche documentaire, mots clés et équation de recherche

La recherche documentaire a été effectuée sur les bases de données Medline (Pubmed), Ovid (Embase), Cochrane, *via* le site Internet du CHUSJ. Ces bases de données ont été utilisées afin d'identifier les études de synthèse avec ou sans méta-analyse, des études originales. En supplément, la base de données EBSCO a été explorée pour identifier des articles de périodiques scientifiques, des comptes rendus et critiques, des études, des livres, des revues systématiques, ou encore des thèses et des mémoires en lien avec le sujet d'évaluation.

En termes de littérature grise, le catalogue Santécom et la Littérature scientifique en langue française (LiSSa) *via* le site Internet du CHUSJ ont aussi été consultés ainsi que les sites Internet de cinq (5) ETMIS de la province du Québec (Annexe 1). De plus, nous avons interrogé les bases de données de différentes agences de santé gouvernementales (3) (Annexe 2) (à l'aide de combinaisons des mots clés préétablis) à savoir la Haute Autorité de Santé (HAS, France), l'Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (INESSS, Canada, Qc) et la *National Institute of health and care excellence* (NICE, Royaume-Uni) afin de rechercher des guides de pratique ou des lignes directrices en lien avec notre sujet d'évaluation.

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 qui pourraient être pertinents.

Tableau 1 Mots clés et synonymes pour la recherche documentaire

	Mot clé	Synonyme(s)
Condition	Breathing pause	Breathing break Respiratory pause / break Apnea/Apnoe Obstructive airway
Intervention	Monitoring	Monitor Vital signs Alarm
Population	Enfant	Newborn Preterm Preterm infant baby
Pathologies associées	Central apnea Opioid Respiratory disorder	Opiate

Nous avons sollicité l'aide de la bibliothèque du CHU Sainte-Justine afin d'élaborer une stratégie de recherche en adéquation avec notre problématique. Cette stratégie a été élaborée pour une recherche d'articles sur Pubmed comme suit :

- # 1 *Apnea[mj:noexp] OR ((apne*[ti] OR apnoe*[ti] OR "pause breathing"[ti : ~2] OR "pauses breathing"[ti : ~2] OR "paused breathing"[ti : ~2] OR Respiratory pause*[ti] OR periodic breathing[ti]) NOT sleep*[ti]) OR ((apne*[OT] OR apnoe*[OT] OR "pause breathing"[ti : ~2] OR "pauses breathing"[ti : ~2] OR "paused breathing"[ti : ~2] OR Respiratory pause*[OT] OR periodic breathing[OT]) NOT sleep*[OT])*
- #2 *infant[mh] OR preterm[tiab] OR pre-term[tiab] OR premature*[tiab] OR infan*[tiab] OR newborn*[tiab] OR neonat*[tiab] OR baby[tiab] OR babies[tiab]*
- #3 *Monitoring, Physiologic [mh] OR monitor*[tiab]*
- # 4 *Oximetry[mh] OR respiration[mh] OR Hypoxia[mh] OR cardiorespiratory[tiab] OR oxymetr*[tiab] OR respirat*[tiab] OR Hypoxemia*[tiab] OR Hypoxia*[tiab] OR anoxia*[tiab]*
- #5 *(animals[mh] NOT humans[mh]) OR rat[tiab] OR rats[tiab] OR mouse[tiab] OR mice[tiab] OR rodent*[tiab] OR calve*[tiab] OR murine[tiab]*
- #6 *((#1 AND #2 AND #3 AND #4) NOT #5) AND (English [la] OR French [la])*

Ces recherches se sont limitées aux articles et parutions en langue anglaise et française à cause des limites de la langue. Nous avons privilégié les articles parus entre 2000 et 2023 afin de se concentrer sur des études, des technologies ou des interventions les plus récentes étant donné l'évolution rapide de la science dans ce domaine.

À la suite de la sélection documentaire, les références des articles finaux sélectionnés ont été analysées pour rechercher d'autres documents pertinents qui auraient pu nous échapper.

Critères d'inclusion et d'exclusion

Pour être retenu, le contenu des articles identifiés devait être en lien avec une ou plusieurs composantes de nos questions d'évaluation, c'est-à-dire :

- concerner une pratique permettant la détection, la surveillance ou le diagnostic des pauses respiratoires et non la classification/caractérisation des différents types d'apnée ;
- concerner une pratique de surveillance des pauses respiratoires due à des infections respiratoires, à la suite d'une prise d'opioïde ou encore en cas d'apnée centrale connue ;
- concerner une pratique de détection des pauses respiratoires *in situ* qui engendre une intervention en temps réel et non une analyse de la fonction respiratoire
- concerner une population pédiatrique (0 à 17 ans inclus)
- aborder les enjeux et/ou défis liés à leurs implantations à la fois pour les équipes de soins, mais aussi pour les patients ;
- présenter la valeur ajoutée et/ou la pertinence de la pratique de surveillance des pauses respiratoires ;
- porter sur des humains ;
- être des articles originaux.

Concernant l'âge de population cible, de par la spécificité du CHU Sainte-Justine, nous avons appliqué un filtre d'âge dans nos différentes équations de recherche pour nous concentrer sur une population pédiatrique (de 0 à 17 ans inclus) plus large que celle définie par la question décisionnelle du mandat (0 à 6 mois). Le but de faire une recherche plus étendue est d'une part nous permettre d'englober la population d'intérêt et aussi de catégoriser par tranche d'âge les études si les résultats de la stratégie de recherche le permettent.

A contrario ont été exclus de cette évaluation l'ensemble des articles répondants à un ou plusieurs des critères suivants :

- traiter de la surveillance l'apnée du sommeil qui n'est pas une condition respiratoire que souhaite explorer le comité de pilotage du projet ;
- concerner le développement local d'un algorithme ou d'un appareil « *maison* », car ces technologies seront difficilement accessibles sur le marché et applicables à notre contexte.

La sélection finale des articles a nécessité l'implication de deux (2) investigateurs (agents de l'UETMIS du CHUSJ). Une fois la recherche documentaire effectuée, et ce pour chacune des différentes bases de données sélectionnées, les deux (2) agents ont procédé à la sélection sur la base des titres, des résumés et enfin de la lecture intégrale des articles. À chaque étape de sélection, le travail des deux agents a été mis en commun et les divergences ont été discutées et argumentées pour ne garder que les articles en lien avec l'objet de l'évaluation de commun accord.

Extraction des données

Au vu de la sélection des articles retenus, nous avons décidé de présenter dans un premier temps les résultats des articles avec un devis descriptif puis dans un second temps les articles avec un devis plus analytique.

Concernant les études descriptives, les données suivantes ont été extraites pour chaque article : le ou les auteur(s), l'objectif de l'étude, le lieu de réalisation de l'étude, le type d'étude, les sujets et thématiques d'intérêt abordés au cours de l'étude et les principales informations pour chaque sujet ou thématique traité.

Enfin, concernant les articles expérimentaux, les données suivantes ont été extraites 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'information

Afin de collecter les données contextuelles, une enquête (**Annexe 3**) a été envoyée à différentes institutions hospitalières pédiatriques sélectionnées par les membres du comité de pilotage, mais aussi au sein du réseau d'infirmières en chirurgie pédiatrique canadien (CaPSNIG). Cette enquête a été diffusée via l'outil « *FORMS* » de Microsoft Office. Le but de cette enquête, composée d'une quinzaine de questions, était de récolter, à la fois, les expériences et les pratiques des pairs concernant la surveillance des pauses respiratoires, mais aussi de nous permettre de nuancer les données issues recueillies au cours de la revue de portée de la littérature. Plusieurs thématiques y sont abordées, telles que les conditions de prescription de la surveillance des pauses respiratoires, le type et les méthodes utilisés pour surveiller ces pauses, ainsi que leurs inconvénients et les défis liés à la mise en place de cette pratique de surveillance et à l'approvisionnement en fournitures. Enfin, une question est spécifiquement dédiée à la surveillance des pauses respiratoires au domicile du patient.

Au cours d'une réunion Teams, nous avons eu l'occasion de rencontrer l'équipe du génie biomédical (GBM) responsable des portions technologiques et réglementaires du projet de remplacement des moniteurs d'apnée au CHUSJ. L'objectif de cette rencontre était de recueillir diverses informations sur le processus de remplacement des moniteurs existants, la méthode de sélection des nouveaux appareils, ainsi que les caractéristiques, les avantages et les inconvénients de chaque technologie envisagée.

Enfin, les caractéristiques des différents moniteurs sélectionnés dans l'analyse financière du GBM ont été recensées grâce aux sites Internet et aux manuels d'opération ou d'utilisation des fabricants. Ces résultats seront présentés dans un tableau comparatif.

Après avoir élaboré notre méthodologie, nous allons présenter les résultats de notre recherche de données issues de la littérature scientifique et du terrain.

Résultats

Caractéristiques des études

Un total de 1321 articles a été retrouvé dans l'ensemble des bases de données, au sein des différentes instances gouvernementales et sur les différents sites Internet des ETMIS du Québec. À la suite du processus de sélection (voir **Figure 2**) comprenant l'élimination des doublons, la sélection selon le titre, selon le résumé et selon l'intégralité de l'article, et ce en respectant les critères d'inclusion et d'exclusion présentés plus haut (cf. Critères d'inclusion et d'exclusions), onze (11) articles scientifiques et 1 (un) rapport d'UETMIS ont été retenus pour être inclus dans l'évaluation. Ces articles étaient constitués de : sept (7) articles descriptifs et quatre (4) articles analytiques (dont 2 études observationnelles et 2 essais randomisés).

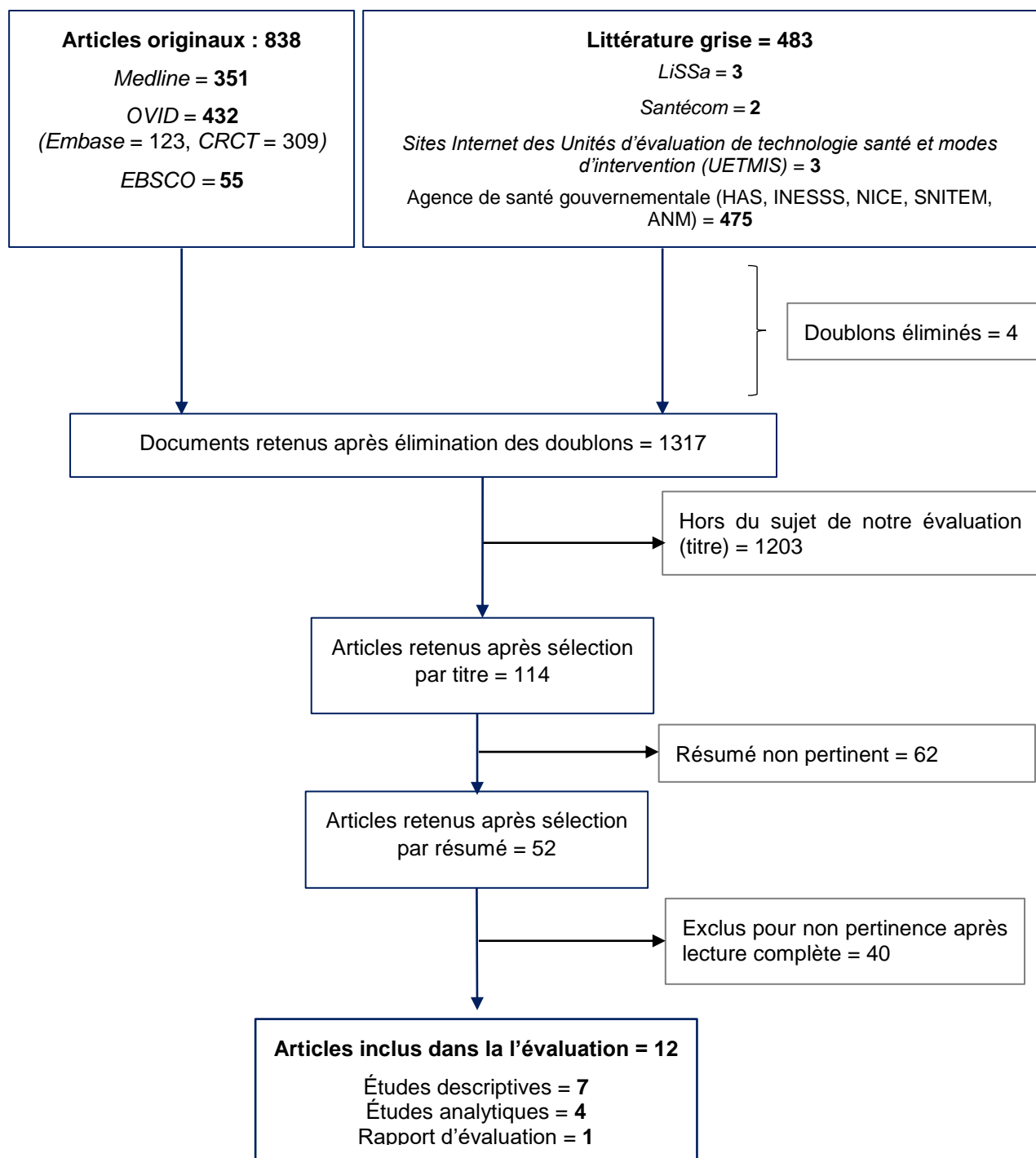


Figure 2 Diagramme de flux du processus de sélection des documents

Études descriptives

Les sept (7) articles descriptifs inclus dans l'évaluation sont tous des revues de synthèse, ils couvrent une plage de temps comprise entre les années 2001 et 2021 et ont tous été rédigés en anglais. Une grande majorité de ces articles (71 %, 5/7) ont été menés aux États-Unis d'Amérique (Di Fiore ; 2004,

Di Fiore et *al.* 2016, Freed et Martinez ; 2017, Halbower; 2008, Martin, 2021), une à New Delhi en Inde (1/7, 14 %) (Aggarwal et *al.*, 2001) et une au Royaume-Uni (1/7, 14 %) (Sale, 2010).

Les caractéristiques de l'ensemble des articles descriptifs comme le ou les nom(s) des auteur(s), l'année de la réalisation, l'objectif de l'étude, le lieu de réalisation de l'étude, le type d'étude, les sujets ou thématiques d'intérêt abordés au cours de l'étude et les principales informations pour chaque sujet ou thématique traité sont détaillées dans le tableau (**Tableau 2**) suivant :

Tableau 2 Caractéristiques des études descriptives retrouvées

Auteur(s)	Publication	Lieu de réalisation	Objectif(s)	Thématiques & principales informations
Aggarwal et al., 2001	Indian Journal of Pediatrics, Volume 68 –	Division de néonatalogie, Département de pédiatrie, <i>All India Institute of Medical Sciences</i> , Ansari Nagar, New Delhi, Inde	Décrire la prise en charge de l'apnée chez les nouveau-nés	<p>30 à 45 % des bébés nés prématurés présentent un schéma respiratoire périodique caractérisé par 3 pauses respiratoires ou plus d'une durée supérieure à 3 secondes avec moins de 20 secondes de respiration entre les pauses.</p> <p>2 causes de l'apnée : L'apnée du prématuré ou l'apnée consécutive d'une condition secondaire (problème : de température, neurologique, pulmonaire, cardiaque, gastro-intestinale, hématologique, infectieuse ou métabolique)</p> <p>Il existe 3 types d'appareil de surveillance des apnées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les capteurs de mouvement - Les appareils de mesure d'impédance thoracique - Les oxymètres de pouls
Di Fiore, 2004	Elsevier Seminars in Neonatology, 195 – 203	Département de pédiatrie, division de néonatalogie, <i>Rainbow Babies & Children's Hospital</i> , Cleveland, OH, É-U	Présenter les schémas respiratoires et les types d'événements cardiorespiratoires se produisant dans la population infantile et les modalités de surveillance cardiorespiratoire actuellement disponibles pour détecter ces événements.	<p>Descriptions des capteurs de débit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pneumotachographe - Thermistor et thermocouple - Anémomètre à fil chaud - Dioxyde de carbone en fin d'expiration <p>Descriptions des capteurs de mouvement de la paroi thoracique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Par impédance - Pléthysmographie par inductance respiratoire <p>Description de l'évaluation des gaz du sang</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oxymétrie de pouls - Surveillance transcutanée de l'oxygène et du dioxyde de carbone <p>Description de la surveillance du rythme cardiaque</p> <p>L'impédance transthoracique</p>
Di Fiore et al., 2016	Journal of Perinatology, 1 – 7	Département de pédiatrie, division de néonatalogie, <i>Rainbow Babies & Children's Hospital</i> , Cleveland, OH, É-U	Présenter le développement précoce des poumons et les méthodes de diagnostic pour la surveillance cardiorespiratoire	<p>La surveillance des fonctions cardiorespiratoires est un défi pour les unités de soins néonataux.</p> <p>Une méthode de diagnostic idéale serait une méthode de surveillance précise, continue et non invasive, capable de filtrer les fausses alarmes pour des respirations spontanées et des patients ayant besoin d'un support respiratoire</p> <p>Description des différentes pratiques de surveillance :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La fréquence cardiaque. - La surveillance respiratoire <p>3 technologies peuvent être utilisées pour la surveillance respiratoire à savoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Les capteurs de débit</u> - <u>Les capteurs de paroi thoracique</u> - <u>La pléthysmographie par inductance respiratoire</u> <ul style="list-style-type: none"> - La surveillance des gaz du sang <ul style="list-style-type: none"> - <u>Le gaz carbonique (CO₂)</u> - <u>L'oxygène (O₂)</u>

Tableau 2 (Suite) Caractéristiques des études descriptives retrouvées

Auteur(s)	Publication	Lieu de réalisation	Objectif(s)	Thématiques & principales informations
Freed et Martinez, 2017	PEDIATRIC ANNALS • Vol. 46, No. 8,	États-Unis d'Amérique	Présenter l'évolution des méthodes de surveillance cardiorespiratoire à domicile	<p>Description de l'évolution technologique des pratiques de surveillance des apnées à domicile passant d'un simple système d'alarme à des appareils capables de surveiller différentes caractéristiques des apnées et capables d'enregistrer de longue cession de sommeil pour analyse.</p> <p>Principe de la surveillance des apnées à domicile : prévenir et réduire le nombre d'événements de mort subite du nourrisson. (Aucun impact significatif sur la prévention et le nombre d'événements de MSN)</p> <p>Présentation du rôle des parents en cas d'occurrence</p>
Halbower, 2008	CHEST I (134 / 2)	<i>Department of Pediatrics and the Children's Hospital Sleep Center, The Children's Hospital and University of Colorado, Denver, Health Sciences Center, Aurora, CO., É-U</i>	Décrire la prise en charge d'enfant souffrant d'apnée du sommeil à domicile et leur moyen de surveillance	<p>Les appareils de surveillance des apnées à domicile pour une population pédiatrique à risque de MSN ont été utilisés pendant plus de 30 ans sans avoir de réel impact sur le nombre de MSN.</p> <p>Description d'une pratique de surveillance par impédance thoracique : signal détecté par une bande ou des électrodes pour contrôler les mouvements de la cage thoracique de l'enfant (une pause du mouvement pendant un certain laps de temps déclenche une alarme et le début de l'enregistrement de l'événement). Les anomalies du rythme cardiaque comme la bradycardie, ou la tachycardie sont détectées par ces appareils de surveillance.</p> <p>L'utilisation d'un oxymètre de pouls seul ou avec un appareil de surveillance de l'apnée (avec alarme) peut être indiquée pour les enfants à risque d'apnée obstructive ou d'hypoxémie.</p> <p>Les appareils de surveillance de la fonction cardiorespiratoire permettent d'alerter les parents (et plus tardivement le médecin) pour intervenir en cas de survenue d'événement d'apnée et/ou d'anomalie du rythme cardiaque.</p>
Martin, 2021	Pediatric Medicine1 ; 4 : 20	<i>Rainbow Babies & Children's Hospital, Case Western Reserve University School of Medicine, Cleveland, OH, É.-U.</i>	Examen du diagnostic et du traitement des événements cardiorespiratoires néonataux	<p>Surveillance respiratoire Description de la surveillance de la fonction respiratoire par impédance</p> <p>Surveillance de l'oxygénation Description de l'évolution de la surveillance de l'oxygénation sanguine ainsi que de l'oxymétrie de pouls qui est devenue la méthode de surveillance non invasive privilégiée par les services de soins.</p>
Sale, 2010	Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology 24 323–336	<i>Department of Paediatric Anaesthesia, Bristol Royal Hospital for Children, Upper Maudlin Street, Bristol, BS2 8BJ, R-U</i>	Décrire le phénomène d'apnée chez le nouveau-né : physiologie, classification, surveillance, traitement, conséquences	<p>Description du développement pulmonaire pour comprendre les causes des événements cardiorespiratoires</p> <p>Classification des apnées Les apnées sont définies en 3 sous-types : centrale (20 %), obstructives (20 %) ou mixtes (plus de 50 %) dépendamment de la présence ou de l'absence d'un effort respiratoire et d'une obstruction des voies aériennes supérieures.</p> <p>Physiologie du contrôle de la respiration Description du développement du contrôle de la respiration chez le prématuré et l'impact de l'utilisation de certains médicaments sur la respiration des nouveau-nés.</p> <p>Techniques de surveillance Description de plusieurs pratiques de surveillance comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La pneumographie d'impédance thoracique - L'oxymétrie de pouls - La mesure de la température de l'air. <p>Conséquences des apnées Présentation des conséquences à court et long terme d'épisodes d'apnées répétés sur le développement de l'enfant.</p>

Études analytiques (observationnelles et essais randomisés)

Les quatre (4) études analytiques sélectionnées sont deux (2) études observationnelles et deux (2) essais randomisés publiés entre 2000 et 2017. L'ensemble des études ont été rédigées en langue anglaise. Deux (2/4, 50 %) études ont été menées aux États-Unis d'Amérique (Amin & Burnell ; 2013, Keem et al. ; 2000), une (1/4, 25 %) en Israël (Tauman & Sivan, 2000). Pour la dernière étude (Langhan et al. ; 2017), aucun lieu n'était explicitement cité.

Concernant les études analytiques, le **Tableau 3** présente les principales caractéristiques des études à savoir 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.

Tableau 3 Caractéristiques des études analytiques retrouvées (études observationnelles)

Auteur	Titre de l'étude	Journal	Lieu	Type d'étude	Moniteurs et appareils utilisés	Participants et caractéristiques	Méthodes et analyses statistiques	Objectif	Principaux résultats
Études observationnelles									
Amin & Burnell, 2013	Surveillance de l'apnée du prématuré : validité de la documentation infirmière et du moniteur cardiorespiratoire de chevet.	Am J Perinatol	New York (É.-U.)	Étude observationnelle prospective.	À l'aide de la documentation infirmière, des moniteurs cardiorespiratoires de chevet, et de l'inspection visuelle et de l'analyse de la forme d'onde électronique continuent à l'aide de moniteurs centraux (GE Medical Systems).	30 nourrissons nés au centre médical de l'Université de Rochester initialement inclus, mais seulement 20 nourrissons âgés de 28 à 33 semaines de gestation évaluée. Moyenne un âge gestationnel des nourrissons de 30,5 semaines et poids moyen à la naissance de 1335 g, avec 12 d'entre eux étant de sexe masculin. 16 nourrissons (80 %) ont reçu un traitement à la méthylxanthine pour l'apnée du prématuré pendant période d'étude.	Événements d'apnée enregistrés sur moniteurs cardiorespiratoires et analysés visuellement par un enquêteur à l'aide des tracés de forme d'onde électronique. Inspection visuelle des formes d'onde électroniques sur moniteurs centraux pour examiner la documentation infirmière des événements d'apnée. Analyse de chi carré.	Évaluer la validité de la surveillance au chevet du patient et de la documentation infirmière des événements d'apnée en comparant les événements d'apnée enregistrés par le moniteur cardiorespiratoire au chevet et par la documentation infirmière avec ceux détectés par inspection visuelle de la forme d'onde électronique continue sur les moniteurs centraux sur une période de 2 semaines chez les prématurés-nourrissons.	La différence entre la proportion d'apnée identifiée comme une véritable apnée entre la documentation infirmière et les moniteurs cardiorespiratoires de chevet, de même, la différence a été utilisée pour comparer la proportion d'apnées réelles manquées par la documentation infirmière et les moniteurs cardiorespiratoires de chevet ont été jugés significatives.
Tauman & Sivan, 2000	Durée de la surveillance à domicile pour les nourrissons sortis avec apnée du prématuré.	Biology of the Neonate	Tel-Aviv, Israël	Suivi prospectif à domicile.	Moniteur cardiorespiratoire enregistrant à la fois la respiration par impédance et la fréquence cardiaque (Corometrics, Neonatal Monitor 500, Corometrics, Wallingford, Conn., USA).	64 prématurés consécutifs atteints de PAO et répondant aux critères d'inclusion. L'âge gestationnel moyen à la naissance était de 28,8 (26–34) semaines et le poids moyen à la naissance était de 1 180 (730–2 390) g.	Enregistrement, interventions et indications cliniques lors des alarmes du moniteur. Recueil : informations sur nourrissons, leur suivi jusqu'à l'âge de 52 semaines, occurrence d'apnées à domicile, et fin de surveillance si aucune alarme pendant 4 semaines consécutives.	Examine l'apparition et l'histoire naturelle de l'AOP après la sortie à l'aide de moniteurs cardiorespiratoires à domicile et tente d'établir des recommandations sur la durée requise pour l'HM chez des prématurés par ailleurs en bonne santé.	Les parents de 61/64 nourrissons (95 %) ont rapporté un total de 185 véritables apnées du prématuré avec une moyenne de 3 (1–12) événements/nourrisson. L'âge moyen postconceptionnel (ACP) à la dernière apnée était de 41,0 (37–44) semaines. Dans 80 % des cas, l'AOP s'est terminée entre 40 et 44 semaines d'ACP. Il n'y avait pas de corrélation entre le degré de prématurité et l'ACP de la dernière apnée. Nous concluons que chez les prématurés avec une apnée sortis d'un établissement de santé, une surveillance à domicile peut être interrompue à 45 semaines.

Tableau 3 (suite) Caractéristiques des études analytiques retrouvées (essais randomisés)

Auteur	Titre de l'étude	Journal	Lieu	Type d'étude	Moniteurs et appareils utilisés	Participants et caractéristiques	Méthodes et analyses statistiques	Objectif	Principaux résultats/Impacts/Conclusion
Essais randomisés									
Keene et al., 2000	La position couchée augmente-t-elle l'apnée, la bradycardie et la désaturation chez les prématurés ?	Journal of perinatology	États-Unis	Plan croisé randomisé pour surveiller l'apnée, la bradycardie et la désaturation en oxygène dans des positions alternées (ventrale ou couchée). Examen d'un enquêteur.	Moniteur d'événements (Edentec Assurance 2000 ; Edentec, Minneapolis, MN) Oxymètre de pouls (Nellcor 200 ; Nellcor, Hayward, CA).	22 nourrissons prématurés souffrant d'apnée symptomatique et de bradycardie (âge gestationnel de $26,9 \pm 1,8$ semaines et poids de naissance de 865 ± 235 g) randomisée. Âge postconceptionnel de 31,9 ans 63,0 semaines.	Test de Student appariée (t-test).	Déterminer les effets du positionnement sur la stabilité cardiorespiratoire des prématurés symptomatiques en documentant la survenue d'apnée, de bradycardie et de désaturation en oxygène en décubitus dorsal et en décubitus ventral.	Pas de différences significatives dans l'incidence d'apnées cliniquement significatives, de bradycardie ou de désaturation entre les positions couchée et ventrale observées chez ces nouveau-nés prématurés.
Langhan et al., 2017	L'impact de la surveillance par capnographie chez les enfants et les adolescents dans l'unité de soins post-anesthésie : un essai contrôlé randomisé.	Pediatric Anesthesia	n.d.	Essai contrôlé randomisé entre mai et septembre 2014. Randomisation de patients capables de tolérer la canule dans deux groupes (intervention et témoins) selon une répartition aléatoire 1:1, en utilisant des enveloppes opaques et scellées, avec des affectations de groupe attribuées de manière séquentielle dans des blocs de six.	Canule nasale orale de taille appropriée pour la surveillance par capnographie (Smart CapnoLine Plus O2 ; Covidien, Mansfield, MA, États-Unis) fixée à un moniteur de capnographie portable (CapnoStream 20 ; Covidien).	Enfants en bonne santé âgés de 1 à 20 ans subissant une anesthésie générale pour une chirurgie électorale et soignée en salle de réveil pédiatrique. 100 sujets dans chacun des bras randomisés pour puissance de 80 % avec un niveau alpha bilatéral à 0,05. Consentement de 307 enfants, dont 211 randomisés. Analyse des données de 201 enfants.	Mesure des paramètres à évaluer. Analyse stratifiée.	Évaluer l'impact de la visualisation du moniteur de capnographie par le personnel médical. Hypothèse que l'ajout de la capnographie à la surveillance standard dans la salle de réveil alerterait les membres du personnel sur des anomalies ventilatoires qui ne seraient pas détectées autrement et conduirait ainsi à des interventions plus fréquentes par les membres du personnel.	L'ajout de la capnographie à la surveillance de routine dans la salle de réveil pédiatrique a entraîné une baisse des taux d'hypoventilation hypopnée et d'apnée au fil du temps, ce qui peut être dû à des interventions plus efficaces du personnel infirmier. La bradypnée a augmenté au fil du temps chez les patients suivis par capnographie, et il n'y avait aucune différence dans les taux de désaturation en oxygène.

n. d. : non déterminé

Rapport de l'UETMIS du CHU de Québec-Université Laval

Dans la littérature grise, un seul rapport d'évaluation a été retrouvé portant sur notre sujet d'intérêt. Ce rapport a été produit en 2021 par l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du CHU de Québec-Université Laval, suite à une demande de la Direction des soins infirmiers du CHU de Québec. L'objectif de cette évaluation était d'identifier les meilleures pratiques de surveillance par saturométrie pour la prise en charge des enfants présentant une pathologie respiratoire aiguë à l'urgence ou en hospitalisation.

Les évaluateurs de ce rapport, après la recherche documentaire, ont identifié 2328 publications, mais seuls 20 documents ont finalement été retenus pour analyse après avoir appliqué les critères d'admissibilité prédéfinis dans leur rapport. Parmi ces 20 documents, il y avait 9 guides de pratique, 1 essai contrôlé randomisé, 5 études observationnelles, 4 sondages et 1 consensus d'experts. Ils abordaient principalement l'implantation d'un programme d'amélioration de la qualité des soins visant à encadrer des pratiques de surveillance par saturométrie chez les enfants atteints d'une bronchiolite aiguë ou d'un bronchospasme. Plus spécifiquement, sur la question de l'efficacité de la surveillance continue de la saturation pulsée en oxygène, l'essai contrôlé randomisé avait permis de comparer une surveillance intermittente à une surveillance continue de la saturation artérielle en oxygène chez des enfants hospitalisés pour une bronchiolite sans critères de gravité. Parmi les études observationnelles, deux études de type « *avant-après* » avaient été menées dans le cadre de projets d'amélioration continue de la qualité des soins visant à encadrer les pratiques de surveillance de la saturation artérielle en oxygène pour les enfants hospitalisés pour une bronchiolite ou un bronchospasme. Deux autres études observationnelles avaient été menées dans la perspective des parents d'enfants hospitalisés pour une bronchiolite à l'égard de la surveillance par saturométrie en vue de son évaluation. Aucune étude portant sur la surveillance de la saturation artérielle en oxygène pour des pathologies respiratoires aiguës chez des enfants n'a été trouvée dans un contexte d'unité d'urgence ou encore concernant la surveillance des enfants atteints d'une laryngite ou d'une pneumonie. De plus, une collecte de données a été réalisée, non seulement auprès d'informateurs clés du CHU de Québec, mais aussi dans les bases de données clinico-administratives du CHU de Québec et dans les dossiers patients électroniques au CHU de Québec. Ensuite, une estimation des coûts associés à la consommation des capteurs de saturométrie à usage unique a été produite grâce aux données relatives à la consommation et aux coûts d'achats de capteurs de saturométrie à usage unique issues du logiciel Espresso-GRM du CHU de Québec pour les années financières 2017-2018, 2018-2019 et 2019-2020. Enfin, une enquête dans trois autres centres hospitaliers du Québec : l'Hôpital de Montréal pour enfants du Centre universitaire de santé McGill (HME-CUSM), le CHU Sainte-Justine et le Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Estrie – Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke (CIUSSS de L'Estrie-CHUS) a été réalisé ainsi que des échanges avec un groupe de travail interdisciplinaire.

Définitions des concepts clés

Il existe diverses définitions de l'apnée, faisant généralement référence à un arrêt de la respiration d'au moins 15 à 20 secondes, potentiellement associé à une hypoxie (désaturation en oxygène) et/ou une bradycardie (Adjei et al., 2021 ; Bürgin et al., 2022 ; Eichenwald & Committee on Fetus and Newborn, American Academy of Pediatrics, 2016 ; Elder et al., 2013 ; Finer et al., 2006 ; Poets et al., 1993). Celle du prématuré, définie comme l'arrêt de la respiration pendant plus de 20 secondes, est extrêmement fréquente chez les prématurés nés à ≤ 34 semaines d'âge gestationnel (Eichenwald et al., 1997 ; Miller & Martin, 1992).

La définition de l'épisode apnéique reste encore incertaine et varie en fonction de la durée d'interruption du flux respiratoire. Pour l'académie pédiatrique américaine, une apnée se définit comme une pause respiratoire supérieure à 20 secondes, mais une définition plus générale définit l'apnée comme une pause respiratoire de plus de 15 secondes ou de moins de 15 secondes si elle est associée à une désaturation en oxygène ou à une bradycardie (Sale, 2010). Alors que pour Aggarwal et *al.* (2001), l'apnée est définie comme un arrêt de la respiration supérieur à 20 secondes ou un arrêt de la respiration, quelle qu'en soit la durée, accompagnée d'une bradycardie (qui se caractérise par une fréquence cardiaque inférieure à 100 battements par minute) et/ou cyanose (qui se distingue par une saturation en oxygène de l'hémoglobine par oxymétrie de pouls (SpO₂) basse).

Le tableau présenté ci-dessous (**Tableau 4**) présente quelques définitions sur les pauses respiratoires proposées dans la littérature par les articles inclus dans cette évaluation.

Tableau 4 Quelques définitions proposées par les articles inclus dans l'évaluation

Auteur	Définition proposée
<i>Apnée</i>	
(Aggarwal et al., 2001)	Interruption de la respiration supérieure à 20 secondes ou à un arrêt de la respiration, quel que soit sa durée, accompagnée d'une bradycardie et/ou une cyanose. Apnée du prématuré : apnée ayant pour origine une immaturité du contrôle respiratoire.
(Amin & Burnell, 2013)	Interruption de la respiration supérieure à 20 secondes, ou une interruption respiratoire d'au moins 15 secondes si elle était associée à une fréquence cardiaque inférieure à 80 battements par minute ou à une saturation en oxygène inférieure à 85 %.
(Di Fiore, 2004)	Se caractérise par une pause minimale de la respiration d'une durée minimale de 10 secondes.
(Sale, 2010)	Pause respiratoire supérieure à 20 secondes, mais une définition plus générale définit l'apnée comme une pause respiratoire de plus de 15 secondes ou de moins de 15 secondes si elle est associée à une désaturation en oxygène ou à une bradycardie (Académie pédiatrique américaine). Interruption du flux respiratoire responsable d'une désaturation en oxygène, d'une bradycardie, d'une pâleur de la peau et d'une hypotonie (à la période néonatale).
<i>Instabilité respiratoire</i>	
(Di Fiore et al., 2016)	Phénomène courant chez les enfants prématurés pouvant être attribué à la fois à l'immaturité du système nerveux central et aux comportements de la paroi thoracique au cours de la respiration.
<i>Bradycardie</i>	
(Aggarwal et al., 2001 ; Sale, 2010)	Fréquence cardiaque en dessous des 100 battements par minute.
(Di Fiore, 2004)	Identifié par un rythme cardiaque inférieur à 80 battements par minute pour une durée de 15 secondes ou par un rythme cardiaque de moins de 60 battements par minute pour une durée de 5 secondes (pour un enfant âgé de moins de 44 semaines).
(Halbower, 2008)	Caractérisée par un rythme cardiaque lent, ou par de la tachycardie, un rythme cardiaque élevé, est détectée par ces appareils de surveillance.
(Martini et al., 2020)	Rythme cardiaque en dessous des 80 battements par minute.
(Sale, 2010)	Pulsation cardiaque en dessous des 100 battements par minute.
<i>Anomalies du rythme cardiaque</i>	
(Di Fiore et al., 2016)	Phénomène courant chez les enfants prématurés pouvant être attribué à la fois à l'immaturité du système nerveux central et aux comportements de la paroi thoracique au cours de la respiration
<i>Désaturation en oxygène</i>	
(Di Fiore, 2004)	Taux d'oxygène sanguin inférieur à ou égale à 80 - 85 %.
(Martini et al., 2020)	Taux d'oxygène sanguin inférieur à 80 %.
(Sale, 2010)	Se caractérise par une saturation en oxygène de l'hémoglobine chutant en dessous de 90 %, 80 % ou si une diminution de plus de 20 % est observée par rapport à la valeur initiale.

La bradycardie quant à elle se définit comme une fréquence cardiaque en dessous des 100 battements par minute. (Sale, 2010) (Aggarwal et al. 2001).

Dans la revue de littérature menée par Di Fiore (2004), un épisode d'apnée se caractérise par une pause respiratoire d'une durée minimale de 10 secondes, mais cette durée varie au sein des différentes études publiées à ce sujet. De plus, certaines études considèrent des pauses respiratoires plus courtes pour identifier un épisode d'apnée lorsque celle-ci s'accompagne d'épisode de bradycardie et/ou de changement de couleur du patient. Au niveau des unités de soins, un épisode d'apnée se caractérise généralement par une pause respiratoire comprise entre 15 et 20 secondes. Comme les épisodes d'apnée, la définition des événements de bradycardie diffère d'une étude à une autre. Dans le cas des enfants nés prématurés, une bradycardie se définit comme un rythme cardiaque compris entre 80 et 100 battements par minute avec ou sans critère de durée. Aussi, les épisodes de désaturation en oxygène sont généralement associés aux épisodes d'apnée. Cependant, elles peuvent survenir au cours de courtes pauses respiratoires ou encore durant des épisodes de respiration périodique (Di Fiore, 2004). En revanche, au niveau de la désaturation, un consensus a été trouvé sur sa caractérisation, qui est la suivante : une saturation en oxygène de l'hémoglobine chutant en dessous de 90 %, 80 % ou lorsqu'une diminution de plus de 20 % est observée par rapport à la valeur initiale (Sale, 2010).

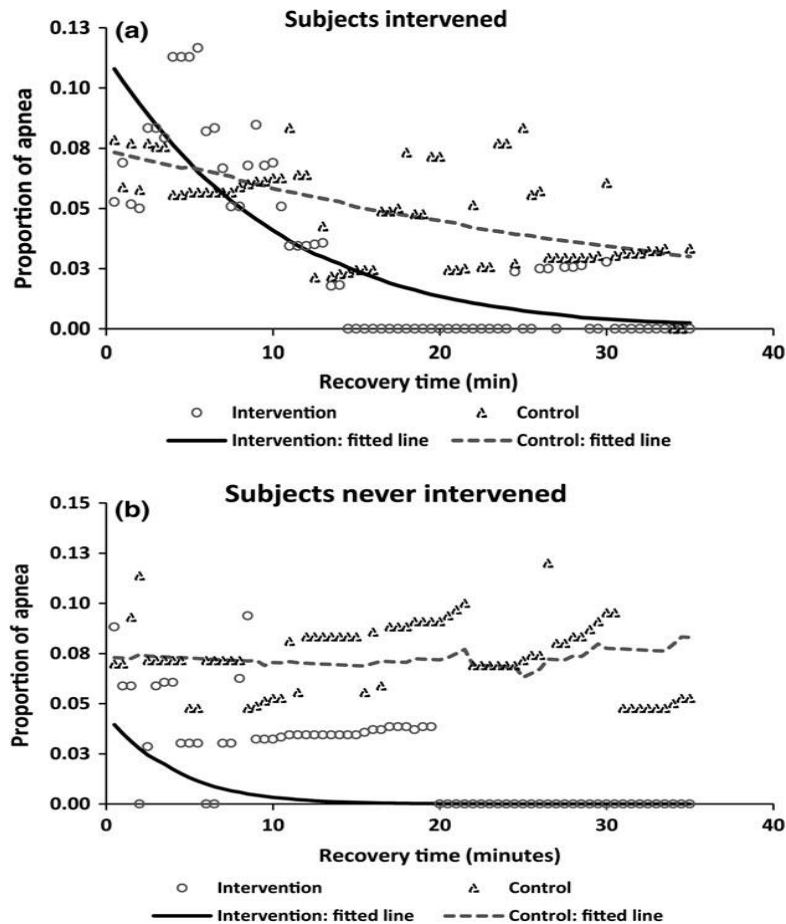
À la suite de ce travail, plusieurs pratiques ont été identifiées dans la littérature scientifique en matière de surveillance des pauses respiratoires comme le présentent les résultats ci-dessous.

Principaux résultats des études

Essais randomisés

Concernant la surveillance des pauses respiratoires, notre revue de littérature a permis de ressortir deux (2) essais randomisés : l'une, menée par Langhan et al. (2017) (M. Langhan et al., 2017), sur l'impact de l'utilisation d'un capnographe post-anesthésie et l'autre, menée par Keene et al. (2000) (Keene et al., 2000), concernant le positionnement de l'enfant au cours de la surveillance respiratoire et son incidence sur la survenue d'événements cardiorespiratoire (apnée, bradycardie ou désaturation).

L'étude de Langhan et al. (2017) inclut 201 sujets (103 dans le groupe d'intervention et 98 dans le groupe contrôle), âgés de 1 à 20 ans, ayant subi une anesthésie générale et soignée en salle de réveil. Les résultats ont montré que les patients suivis par capnographie présentaient une réduction progressive de l'hypoventilation hypopnéique et de l'apnée au fil du temps. Cependant, les taux de bradypnée étaient plus élevés dans ce groupe. Dans cette étude, la capnographie a permis de détecter une apnée, définie comme tout événement d'une durée supérieure à 20 secondes, chez 29 % des patients. La figure suivante (Figure 2) présente l'évolution au cours du temps de la prévalence des épisodes d'hypoventilation hypopnéique parmi les patients ayant subi (a) ou non (b) une intervention, au sein des groupes témoin et expérimental, sur une période allant jusqu'à 35 minutes.



Source: Langan, M. L., Li, F-Y., Lichtor J. L. (2017). The impact of capnography monitoring among children and adolescents in the postanesthesia care unit: a randomized controlled trial. *Pediatric Anesthesia*, 27(4), 385-393.

Figure 2 Proportion de patients présentant des événements d'hypoventilation hypopnéique au fil du temps chez les patients ayant reçu (a) et n'ayant pas reçu (b) d'intervention dans les groupes de contrôle et d'intervention (jusqu'à 35 min).

L'étude menée par Keene *et al.* (2000) comprenait quant à elle vingt-deux (22) nourrissons souffrant d'apnée symptomatique et de bradycardie. Les résultats de l'étude n'ont révélé aucune différence significative entre la position ventrale et la position couchée en ce qui concerne l'apnée cliniquement significative, la bradycardie ou la désaturation en oxygène. Cependant, il a été observé que les nourrissons de l'étude présentaient davantage d'épisodes de désaturation légère en position couchée. Au total, 564 épisodes d'apnée, 470 épisodes de bradycardie et 1087 épisodes de désaturation en oxygène ont été considérés comme valides. L'incidence globale de l'apnée n'était pas différente entre la position ventrale et la position couchée ($p > 0,05$). Cependant, l'incidence des épisodes légers d'apnée était plus élevée en position ventrale ($p < 0,05$). Aucune différence significative n'a été observée dans l'incidence des épisodes d'apnée cliniquement significatifs entre les deux positions ($p > 0,05$). La durée de l'apnée la plus longue était similaire dans les deux positions. Plus précisément, lors de la comparaison des effets de la position ventrale et de la position couchée chez les nourrissons, des résultats similaires ont été observés. En position couchée, les épisodes apnéiques ont augmenté chez cinq nourrissons, diminué chez neuf nourrissons et sont restés inchangés chez huit nourrissons. Les épisodes de bradycardie ont augmenté chez six nourrissons, diminué chez six autres et sont restés inchangés chez dix nourrissons. Les épisodes de désaturation en oxygène ont augmenté en position couchée chez douze nourrissons, diminué chez cinq

nourrissons et sont restés inchangés chez cinq nourrissons. Cependant, aucune de ces différences n'était statistiquement significative ($p > 0,05$). Au total, 35 épisodes d'apnée et de bradycardie en position ventrale et 32 épisodes en position couchée ont été interrompus grâce à une stimulation tactile.

Études observationnelles et descriptives

L'étude observationnelle menée par Amin & Burnell (2013) visait à évaluer la précision de la documentation infirmière sur l'apnée chez les prématurés en comparaison avec l'utilisation d'un moniteur cardiorespiratoire par impédance. Vingt prématurés (12 garçons et 8 filles) âgés de 28 à 33 semaines, avec une moyenne d'âge gestationnelle de 30,5 semaines, ont été inclus dans l'étude. Les patients ont été observés pendant leur sommeil par une infirmière au chevet du patient, et en même temps, un moniteur cardiorespiratoire (impédance) a enregistré leurs signes vitaux. Les infirmières ont enregistré les épisodes d'apnée dans les dossiers médicaux après évaluation visuelle du nourrisson lorsqu'une alarme d'apnée se déclenchait. Les résultats ont montré que seulement 7,7 % des épisodes d'apnée documentés par les infirmières étaient confirmés comme étant de véritables apnées par l'inspection visuelle de la forme d'onde cardiorespiratoire. Les autres épisodes d'apnée documentés étaient associés à de courtes pauses respiratoires et à des bradycardies ou des désaturations enregistrées par les moniteurs. En revanche, 50,4 % des apnées enregistrées par les moniteurs étaient confirmées comme étant de véritables apnées par les moniteurs centraux. La comparaison entre la documentation infirmière et la surveillance directe du patient a montré que la surveillance directe était plus spécifique que la documentation infirmière. Les moniteurs de chevet présentaient une sensibilité élevée pour détecter les vraies apnées, tandis que la documentation infirmière avait une sensibilité faible. L'étude a révélé un écart important entre les enregistrements d'apnée effectués par le personnel infirmier et les informations fournies par les moniteurs centraux. La documentation infirmière était souvent imprécise, et la plupart des épisodes d'apnée enregistrés par le personnel infirmier ne se sont pas avérés être de véritables apnées lorsqu'ils ont été évalués par l'inspection visuelle de la forme d'onde électronique continue. En conclusion, cette étude a montré que la documentation infirmière sur l'apnée chez les prématurés était peu précise par rapport à l'évaluation objective réalisée par les moniteurs cardiorespiratoires. Les résultats soulignent l'importance d'une surveillance appropriée de l'apnée chez les prématurés et mettent en évidence la nécessité de développer des méthodes plus fiables pour documenter ces épisodes.

Dans leur article, Freed et Martinez (2017) retracent l'historique de la surveillance cardiorespiratoire à domicile. Ces appareils ont évolué au cours des années passant d'un simple système d'alarme à des équipements de surveillance, de la saturation en oxygène, d'effort respiratoire ou encore d'un électrocardiogramme. Les premières machines de surveillance étaient de simples interrupteurs à bascule et de voyant de respiration, d'un signal QRS correspondant à un signal électrique de l'électrocardiogramme traduisant à la dépolarisation des ventricules comme le montre la **Figure 3** ci-dessous (Freed & Martinez, 2017).

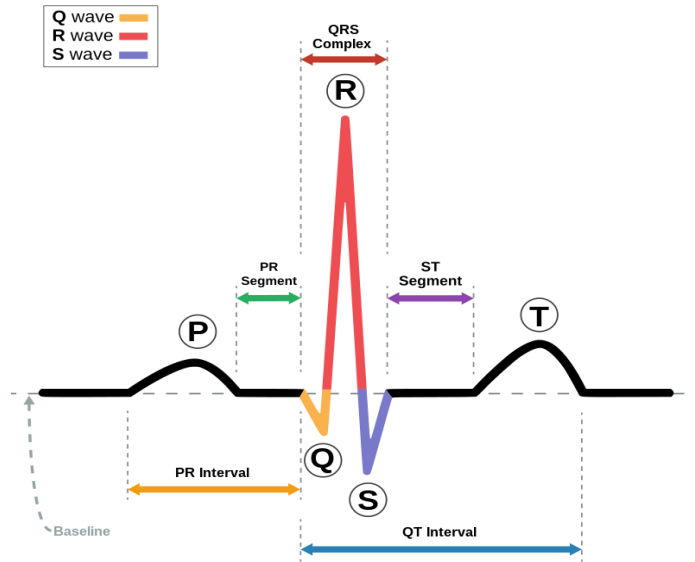


Figure 3 Présentation du signal QRS

Bien que ces équipements aient intégré au cours des années 1980 des enregistreurs d'événement permettant aux médecins d'apprécier, d'observer et d'analyser les différents événements survenant au cours du sommeil, cette option n'était pas exploitée par le corps médical qui n'utilisait ces équipements que pour leur capacité à déclencher une alarme (Freed & Martinez, 2017). Pour ces auteurs, cette surveillance en continu au domicile du patient devrait être restreinte à certaines catégories d'enfants : les enfants prématurés, les enfants expérimentant des événements mettant en jeu leur pronostic vital et lorsqu'un événement de mort subite du nourrisson est survenu au sein de la fratrie du patient.

Dans son article traitant de la prise en charge d'enfant souffrant d'apnée et des différents moyens de surveillance, Halbower (2008) décrit le moniteur d'apnée comme un appareil conçu pour détecter les anomalies des activités cardiaques et respiratoires (trop rapides, trop lentes ou absentes). Ces appareils de surveillance à domicile étaient conçus pour protéger les enfants de la mort en identifiant les épisodes d'apnée centrale ou de bradycardie et en signalant les parents pour intervention avant que la situation devienne terminale. Pour suivre l'effort respiratoire et le rythme cardiaque au cours du temps, ces appareils de surveillance à domicile sont, pour une grande majorité d'entre eux, dotés d'un signal à doubles canaux. Le signal affiché par ces appareils est un signal d'impédance détecté par une bande ou des électrodes pour contrôler les mouvements de la cage thoracique de l'enfant (une pause du mouvement pendant un certain laps de temps déclenche une alarme et le début de l'enregistrement de l'événement), mais aussi pour détecter les anomalies de la fréquence cardiaque comme la bradycardie, caractérisée par un rythme cardiaque lent, ou la tachycardie, un rythme cardiaque élevé. Utilisés au domicile du patient, ces appareils n'ont pas pour vocation de diagnostiquer un problème respiratoire au moment du sommeil, cette capacité est réservée au polysomnogramme ou au pneumogramme. Par contre, ces appareils sont capables de détecter l'absence d'effort respiratoire comme dans les épisodes d'apnée centrale, mais sont incapables, de par leur méthode de surveillance, de détecter des épisodes d'apnée obstructive ou des épisodes d'hypoxémie. Ils permettent d'alerter les parents (et plus tardivement le médecin) pour intervenir en cas de survenue d'événement d'apnée et/ou d'anomalie du rythme cardiaque. Pour l'auteur, il existe plusieurs situations pour lesquelles l'utilisation d'un moniteur d'apnée est justifiable : une reconnaissance rapide de

l'apnée, de l'obstruction des voies respiratoires, de l'insuffisance respiratoire, de l'interruption de l'apport en oxygène ou de l'échec de l'assistance respiratoire mécanique. Il existe aussi différents groupes d'enfants pour qui l'utilisation de moniteurs d'apnée est justifiable : des enfants avec des événements pouvant mettre en danger leur vie, des enfants avec une trachéostomie ou des anomalies anatomiques pouvant compromettre les voies respiratoires, les enfants avec des troubles neurologiques ou métaboliques affectant la fonction respiratoire et enfin les enfants atteints de maladie chronique du poumon. Enfin, l'auteur précise dans son article qu'il n'y a à ce jour aucune étude non randomisée ou contrôlée démontrant l'efficacité de ces équipements à sauver la vie des enfants avant leur mise en vente sur le marché.

L'étude de suivi prospective à domicile menée par Tauman & Sivan (2000) s'est intéressée à la durée de la surveillance à domicile pour les nourrissons sortis avec un diagnostic d'apnée du prématuré (ADP). Cette étude a inclus 64 enfants atteints d'ADP, l'âge gestationnel moyen de ces enfants était de 28,8 (26-34) semaines. Tous les nourrissons ont été suivis avec un moniteur cardiorespiratoire qui enregistrait à la fois la respiration par impédance et la fréquence cardiaque (Corometrics, Neonatal Monitor 500, Corometrics, Wallingford, Conn., USA). Les seuils d'alarme des moniteurs à domicile étaient configurés comme suit : une apnée centrale de 20 secondes et une bradycardie de moins de 80 battements par minute. Les parents de tous les nourrissons ont signalé au moins une alarme de moniteur causée par des fils. Parmi les 64 nourrissons, les parents de 52 d'entre eux (81 %) ont rapporté un total de 253 fausses alarmes, allant de 1 à 23 fausses alarmes par patient. De plus, les parents de 61 nourrissons sur 64 (95 %) ont signalé un total de 185 véritables alarmes de moniteur à domicile, avec une moyenne de 3 événements par nourrisson (allant de 1 à 12 événements). Parmi ces événements, 101 (55 %) chez 39 nourrissons (61 %) se sont résolus spontanément sans stimulation tactile, 77 (42 %) chez 17 nourrissons (26 %) ont répondu à une stimulation légère, et les parents de 5 nourrissons (8 %, avec 7 épisodes) ont rapporté que leur bébé ne répondait qu'à une stimulation sévère ou à une réanimation bouche à bouche (aucun d'entre eux n'a nécessité de massage cardiaque). Sur les 178 épisodes qui n'ont pas nécessité de stimulation sévère ou de bouche-à-bouche, 88 épisodes (49 %) ont déclenché l'alarme du moniteur en raison de l'arrêt de la respiration, 34 épisodes (19 %) en raison d'une fréquence cardiaque lente, et 56 épisodes (31 %) ont présenté une apnée et une bradycardie simultanées.

Rapport de l'UETMIS du CHU de Québec-Université Laval

Le rapport d'évaluation produit par l'UETMIS du CHU de Québec-Université Laval (Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du CHU de Québec-Université Laval., 2021) a révélé l'existence de peu d'études comparant l'utilisation de la saturométrie en continu à la surveillance intermittente dans la littérature. Néanmoins, les résultats des études examinées dans leur évaluation ont suggéré que restreindre l'utilisation de la surveillance par saturométrie en continu au profit d'un mode de surveillance intermittente, n'aurait aucune conséquence sur la santé des enfants hospitalisés pour une pathologie respiratoire aiguë sans critères de gravité. Néanmoins, selon les résultats de deux études observationnelles inclus dans ce rapport, la majorité des parents d'enfants hospitalisés pour une bronchiolite avaient rapporté que la surveillance en continu de la saturation pulsée en oxygène (SpO2) est utile et procure un sentiment de sécurité.

Toutefois, le rapport souligne qu'au total, sept organisations ont émis des recommandations au regard des pratiques à préconiser pour la surveillance de la SpO2 pour la prise en charge des enfants hospitalisés, dont six organisations pour une bronchiolite aiguë et une organisation pour un bronchospasme. Aussi, parmi ces organisations, deux ont également émis des recommandations relatives à la surveillance par saturométrie dans le cadre du programme américain *Choosing Wisely* (« Choisir avec soin »). Les guides de pratique de ces organisations recommandaient « le recours à la surveillance continue de la SpO2 seulement pour les cas de bronchiolite sévère ou en présence d'un risque élevé de

complications ainsi que chez les enfants sous oxygénothérapie. » Selon les enquêtes de pratique publiées dans la littérature et les données recueillies au CHU de Québec lors de leur évaluation, le recours à la surveillance continue par saturométrie demeurerait fréquent chez les enfants hospitalisés pour une pathologie respiratoire aiguë avec un risque possible de surutilisation. Pour y remédier, le CHU de Québec et d'autres centres hospitaliers au Québec ont récemment développé des outils cliniques tels que des ordonnances préformatées pour la prise en charge de la bronchiolite, de l'asthme ou de la laryngite, intégrant certains critères visant à limiter l'utilisation de la surveillance par saturométrie, et ce, en accord avec les recommandations des pratiques cliniques. L'analyse globale des informations issues de la recherche documentaire, du contexte du CHU de Québec, des enquêtes menées dans d'autres centres hospitaliers universitaires, ainsi que des échanges avec le groupe de travail interdisciplinaire a conduit aux conclusions suivantes : le recours systématique à la surveillance par saturométrie en continu n'apporte que peu de bénéfices pour la plupart des enfants souffrant de pathologies respiratoires aiguës ; les pratiques de surveillance des enfants atteints de telles pathologies présentent un risque de surutilisation de la saturométrie en continu ; il existe plusieurs stratégies envisageables pour modifier les pratiques de surveillance par saturométrie dans le cas des pathologies respiratoires aiguës chez l'enfant.

Types de surveillance des pauses respiratoires, les enjeux et défis

La revue de littérature a permis d'identifier trois (3) pratiques de surveillance des pauses respiratoires :

- Surveillance de la fréquence cardiaque : cette méthode est utilisée pour surveiller instantanément toutes altérations du rythme cardiaque pouvant être ou non une conséquence d'événements respiratoires (Di Fiore, 2004 ; Di Fiore et *al.*, 2016) ;
- Surveillance de la fonction respiratoire : le choix du moniteur pour la surveillance respiratoire est un équilibre à trouver entre le caractère invasif de la méthode de détection et sa capacité à mesurer précisément tout événement respiratoire (Aggarwal et *al.*, 2001)
- Évaluation de la gazométrie sanguine : l'estimation précise du niveau d'oxygène sanguin joue un rôle clé dans la prise en charge des nouveau-nés. Bien que l'analyse d'un échantillon de sang artériel soit la méthode de référence, celle-ci reste invasive et intermittente d'où la nécessité d'avoir une méthode de surveillance non invasive et continue à disposition (Di Fiore, 2004).

Tableau 5 Synthèse des avantages et inconvénients des moyens de surveillances retrouvés dans de la revue de littérature scientifique

Type de surveillance	Méthode de surveillance	Technologie de surveillance	Avantage(s)	Inconvénient(s)
Fréquence cardiaque ^{1, 2, 3}		Impédance transthoracique	Permet la détection des épisodes de bradycardie	Incapable de détecter les apnées obstructives Signal pouvant être perturbé par les mouvements du patient, les nuisances sonores, la faible amplitude de l'onde T (correspondant à la repolarisation des ventricules cardiaques) ou encore au placement des électrodes
	Capteurs de mouvements de la paroi thoracique	Pléthysmographie par inductance respiratoire	Permet d'interpréter les mouvements abdominaux et de la poitrine Permet la surveillance des apnées centrales	Incapable de détecter les apnées obstructives Difficulté à différencier un mouvement du corps du patient d'une respiration
Fonction respiratoire ^{1, 2, 3, 4, 5}		Impédance thoracique	Traduit tout changement d'impédance au niveau de la cage thoracique au cours de la respiration Permet la surveillance des apnées centrales	Incapable de détecter les apnées obstructives
	Capteurs de débit d'air	Pneumotachographe (ou Tachygraphe respiratoire)	Détecte la présence ou l'absence de débit d'air Permet la surveillance des apnées obstructives	Mesure sensible aux fuites d'air Réservé aux patients sous ventilation mécanique Masque nasal ou buccal peut causer des irritations Faible corrélation avec d'autres méthodes de mesure quantitative Méthodes réservées aux cliniques du sommeil
		Thermistor et thermocouple	Permet la surveillance des apnées obstructives	
		Anémomètre à fil chaud	Méthode comparable aux thermistors et thermocouples Permet la surveillance des apnées obstructives	
Taux de dioxyde de carbone (CO ₂) en fin d'expiration (peut servir à la surveillance de la gazométrie sanguine)	Détecte la présence ou l'absence de débit d'air Possède une grande corrélation avec l'analyse du sang artériel			
Gazométrie sanguine ^{2, 3, 4, 5}	Surveillance transcutanée	Oxymètres de pouls ou saturométrie	Détectent les changements de rythme cardiaque et/ou de saturation en oxygène au cours d'un épisode d'apnée Appareils les plus utiles pour la surveillance des épisodes d'apnée chez les prématurés grâce à leurs mesures de la fréquence cardiaque et de la saturation en oxygène	Incapable de détecter les mouvements de la paroi thoracique
		Oxygène (O ₂)	Méthode fiable à domicile ou dans les unités de soins	Nécessite le réchauffement de l'électrode pour assurer une mesure précise Mesure pouvant être influencée par l'épaisseur de la peau, la température du capteur, les perfusions périphériques ou encore l'utilisation de gel
		Dioxyde de carbone (CO ₂)	Alternative précise à l'analyse d'un échantillon de sang artériel Permet une surveillance en continu du taux de CO ₂ sanguin	Nécessite le réchauffement de l'électrode pour assurer une mesure précise
		Capnographe	Peut être utilisé à la fois chez les nourrissons intubés que pour les nourrissons avec une respiration spontanée. Permet une surveillance en continu du taux de CO ₂ sanguin	Dépendance à la température, une mauvaise calibration de l'appareil, une dérive ou les nuisances sonores

1 (Aggarwa et al., 2001), 2 (Di Fiore, 2004), 3 (Di Fiore, 2016), 4 (Martin, 2021), 5 (Sale, 2010)

Avantages et inconvénients des types de surveillance

Surveillance de la fréquence cardiaque

Elle est surveillée à l'aide d'électrodes d'impédance transthoraciques (3) disposées sur la surface de la peau du patient : sur les bras droit et gauche puis sur la jambe gauche ou sur l'abdomen du patient. Cette méthode est utilisée pour surveiller instantanément toutes altérations du rythme cardiaque pouvant être ou non une conséquence d'événements respiratoires (Di Fiore, 2004, Di Fiore et *al.*, 2016).

La méthode de surveillance par impédance permet la détection des apnées centrales, mais elle est incapable de détecter les apnées obstructives (Aggarwal et *al.*, 2001, Di Fiore, 2004, Di Fiore et *al.*, 2016). De plus, le signal capté par ces électrodes peut être perturbé par différents paramètres comme : les mouvements du corps du patient, les nuisances sonores, la faible amplitude de l'onde T (correspondant à la repolarisation des ventricules cardiaques) ou encore au placement des électrodes sur le corps du patient (Di Fiore et *al.*, 2016).

Surveillance de la fonction respiratoire

Les capteurs de débit d'air :

- *Pneumotachographe (ou tachygraphe respiratoire)* : à l'aide d'un masque nasal ou buccal, cette méthode permet de détecter la présence ou l'absence de débit d'air. Il s'agit de la méthode de référence en matière de mesure quantitative du débit d'air. La structure de base de cette méthode est constituée d'un élément résistif inséré entre deux cylindres. Lorsque l'air traverse l'élément résistif, il crée une chute de pression. Cette chute de pression est mesurée par un capteur de pression différentielle fixé au tachygraphe respiratoire par des orifices de part et d'autre de l'élément résistif et calibré pour être affiché en unités de débit. Cette méthode nécessite l'installation d'un masque nasal et/ou buccal afin de capter le débit d'air du patient. Il est impératif de sélectionner un tachygraphe respiratoire de taille appropriée qui correspond à la plage de débit du patient et de s'assurer qu'aucune fuite d'air n'ait lieu au cours de la surveillance. Dans les unités de soins intensifs néonatales, le pneumotachomètre est réservé aux patients sous ventilation mécanique (Di Fiore, 2004, Di Fiore et *al.*, 2016).
- *Thermistor et thermocouple* : cette méthode qualitative permet de détecter la présence ou l'absence de débit d'air au cours des épisodes d'apnée en mesurant l'augmentation de la température de l'air expiré et permet la surveillance des apnées obstructives. Elle nécessite la pose d'un masque facial qui est généralement bien toléré et qui permet une surveillance à long terme du débit d'air du patient. Associé avec un moniteur de mouvement de la paroi thoracique, cette méthode permet aux cliniques du sommeil de différencier les apnées obstructives d'une respiration normale, mais aussi de distinguer un événement d'apnée centrale (Di Fiore, 2004).
- *Anémomètre à fil chaud* : cette méthode est comparable au pneumotachographe et elle permet de détecter l'impact de la température du débit d'air expiré sur la température d'un fil chauffé (Di Fiore, 2004).
- *Taux de dioxyde de carbone (CO₂) en fin d'expiration* : cette méthode est utilisée par les cliniques d'exploration du sommeil, permet de surveiller le débit d'air expiré. Comme les thermistors et thermocouples, cet appareil offre une surveillance qualitative du débit d'air (absence ou présence de débit) (Di Fiore, 2004).

Une autre solution serait de mesurer directement ou indirectement le flux respiratoire. Pour une mesure semi-quantitative, la mesure de la teneur en CO₂ en fin d'expiration ou l'utilisation de thermocouple ou de thermistor sont des options alternatives. Cependant, ces appareils sont à placer sur le visage du patient pouvant causer des irritations. Ces méthodes ont une pauvre corrélation avec les méthodes quantitatives et ne sont réservées qu'aux cliniques du sommeil, où ils sont associés à des capteurs de mouvement de la paroi respiratoire pour distinguer la présence ou l'absence de débit d'air dans les cas d'apnée centrale et obstructive. (Martin, 2021)

Une autre méthode serait de mesurer de la température de l'air expiré pour détecter le flux d'air au niveau nasal et oral. Les thermistors ou thermocouples nasaux sont des dispositifs qui détectent le changement de température entre l'air inspiré et l'air expiré. Selon l'auteur, les masques nasaux utilisés pour cette surveillance sont généralement bien tolérés. Cette méthode permettrait d'identifier à la fois les apnées centrales et obstructives (Sale, 2010).

Concernant les capteurs de débit d'air, ce sont des méthodes de surveillance sensibles aux fuites d'air et aux mouvements du patient (pneumotachographe). De plus, cette méthode est réservée aux cliniques du sommeil (évaluation du taux de dioxyde de carbone en fin d'expiration) et n'est pas adéquate pour la surveillance d'enfants capable de respiration spontanée. Enfin, le port du masque sur une longue période pourrait altérer le schéma respiratoire du patient (Di Fiore, 2004).

Les capteurs de mouvement de la paroi thoracique :

L'une des premières techniques utilisées pour la surveillance de la fonction respiratoire consistait en un moniteur muni d'un capteur de pression placé au niveau de la paroi abdominale, qui déclenche une alarme lorsque plus aucun mouvement n'est enregistré pendant une période de temps défini. Mais cette technique n'est capable de détecter que les apnées centrales où l'effort respiratoire cesse au moment de l'épisode d'apnée. (Sale, 2010)

- Impédance thoracique : il s'agit de la méthode de surveillance non invasive la plus couramment utilisée pour surveiller la fonction respiratoire et plus particulièrement dans les services de soins néonataux. Elle nécessite l'installation de deux électrodes placées de chaque côté de la poitrine, au-dessus et au-dessous de la base du diaphragme, pour mesurer les changements d'impédance électrique de la paroi thoracique qui se produisent pendant la respiration. Cette mesure est basée sur le principe que l'air a une impédance (résistance électrique) plus importante que les tissus humains. Il s'agit d'une méthode non invasive permettant grâce à des capteurs d'électrocardiogramme d'assurer une surveillance à long terme du patient. Cette méthode permet une surveillance au long terme du patient grâce à des électrodes d'électrocardiogramme (ECG) ainsi que la détection des apnées centrales, mais est limitée par son incapacité à détecter les apnées et efforts obstructifs d'une respiration normale. De plus, la grande majorité des épisodes apnéiques sont des épisodes mixtes (apnée centrale et obstructive) (Aggarwal et al., 2001, Di Fiore, 2004, Sale, 2010, Di Fiore et al., 2016, Martin, 2021). D'où la nécessité d'associer à ce moniteur une surveillance du rythme cardiaque pour la détection des épisodes de bradycardie et d'apnée obstructive (Sale, 2010, Martin, 2021).
- Pléthysmographie par inductance respiratoire : cette méthode de surveillance est limitée aux cliniques du sommeil et aux laboratoires de recherche. À l'aide de deux bandes contenant une série de capteurs (fil sinusoïdal élastique et flexible) placés autour de l'abdomen et de la poitrine, elle permet la surveillance des apnées centrales. Les ligaments se dilatent et se contractent en réponse à l'expansion de la paroi thoracique pendant l'inspiration pour s'adapter aux changements de l'abdomen ou de la poitrine, présentant des changements auto-induits. Dans ce cas, deux formes d'onde d'inductance sont

affichées : l'une représente le mouvement de la poitrine, l'autre le mouvement de l'abdomen. Couplée à un capteur de débit, cette méthode est réservée aux études de recherche et aux cliniques du sommeil permettant de surveiller les apnées centrales et obstructives. Cependant, grâce à diverses procédures d'étalonnage, il serait possible d'éliminer le besoin de capteurs de débit supplémentaires pour distinguer les différents types d'apnée (Di Fiore, 2004, Di Fiore et *al.*, 2016, Martin, 2021).

Les méthodes de surveillance de la fonction respiratoire par mouvement thoracique (impédance, pléthysmographe) sont quant à elles incapables de différencier une apnée obstructive d'une respiration centrale et de détecter les apnées obstructives (Aggarwal et *al.*, 2001, Di Fiore, 2004, Sale, 2010, Di Fiore et *al.* 2016). Bien qu'ayant des résultats prometteurs, la pléthysmographie par inductance est aussi réservée aux cliniques du sommeil et aux laboratoires de recherche (Martin, 2021). Afin d'assurer une surveillance optimale, l'ajout d'un appareil de surveillance de saturation en oxygène serait à privilégier (Sale, 2010, Martin, 2021).

Surveillance de la gazométrie sanguine

L'évaluation de la gazométrie sanguine joue un rôle prépondérant dans les soins néonataux. La méthode de référence reste l'analyse d'un sang artériel, mais cette méthode est invasive, intermittente et présente des risques d'infiltrations (si présence d'un cathéter à demeure), d'infections ou de saignements. Alors qu'il est admis que la saturation en oxygène est variable chez les enfants prématurés et spécifiquement au cours des pauses respiratoires, des méthodes de surveillance non invasives et continues ont été développées. (Di Fiore, 2004, Di Fiore et *al.*, 2016, Martin, 2021)

- Oxymétrie de pouls ou saturométrie : il s'agit de la méthode non invasive la plus utilisée dans les services de soins pour surveiller l'oxygénation des patients. Cette technique peut être utilisée pour surveiller les épisodes d'hypoxie (diminution de la quantité d'oxygène distribué), pouvant apparaître dans les épisodes d'apnée, et les épisodes d'hyperoxie (excès d'apport en oxygène). Ces appareils sont faciles d'utilisation et ne nécessitent aucune calibration ou aucun réchauffement de la peau. Ils fournissent une information instantanée sur l'état d'oxygénation du patient. La précision de la mesure peut être affectée par le positionnement de l'électrode, les mouvements du patient, les interférences lumineuses, la pigmentation de la peau, la présence de variant de l'hémoglobine ou d'hémoglobine fœtale ou encore la calibration des algorithmes de mesure bien que des avancées technologiques et le développement d'algorithmes ont permis de réduire la survenue de ces événements. Les algorithmes de surveillance, qui diffèrent d'une marque à une autre, auraient tendance à ne pas détecter certains événements comme des épisodes de bradycardie ou d'hypoxémie. Certaines fluctuations de mesure peuvent survenir en fonction de l'algorithme utilisé (différent d'un constructeur à un autre), du type d'hémoglobine du patient et de la méthode de calcul de la saturation de l'oxygène. De plus en plus d'oxymètres intègrent de nouvelles fonctionnalités comme l'enregistrement des tracés pour l'identification d'épisode spécifique de désaturation (Di Fiore, 2004, Di Fiore et *al.*, 2016, Martin, 2021). En milieu hospitalier, une utilisation prolongée de cette méthode permettrait de réduire le nombre de courtes désaturations et de fausses alarmes, mais augmente faussement le nombre d'événements prolongés supérieur à 20 secondes (Martin, 2021). Enfin, ces oxymètres ne peuvent être utilisés seuls de par le haut niveau de génération de fausses alarmes liées aux mouvements du patient (Sale, 2010).

Les oxymètres de pouls sont les appareils les plus utilisés en milieu hospitalier pour la surveillance des épisodes d'apnée chez les prématurés grâce à leurs mesures de la fréquence cardiaque et de la saturation en oxygène, mais ils sont incapables de détecter les mouvements de la paroi thoracique

(Aggarwal et al., 2001). Néanmoins, cette méthode est sensible au changement de position du patient, au positionnement de l'électrode de mesure, aux interférences lumineuses ou encore à la présence de variant de l'hémoglobine (ex. : hémoglobine fœtale) pouvant générer de fausses alarmes (Di Fiore, 2004, Sale 2010, Martin, 2021).

Au sein du rapport d'évaluation mené par l'UETMIS du CHU de Québec, l'examen de la base de données MAUDE a permis d'identifier plus de 840 rapports d'incidents concernant l'utilisation de saturomètre sur des enfants à l'urgence ou hospitalisés pour des problèmes respiratoires aigus. Parmi ces rapports, des cas de brûlures liées à la pression exercée par le capteur de saturométrie (10 %), des problèmes liés au fonctionnement de l'appareil (50 %), des inexactitudes dans la mesure de la SpO₂ (30 %) ou encore des problèmes d'alarme (10 %) sont répertoriés. De plus, l'analyse du registre local Gesrisk (Portail de gestion intégrée des risques) au sein du CHU de Québec a révélé la survenue de 16 événements indésirables associés à l'utilisation d'un capteur de saturométrie chez des enfants hospitalisés entre 2017 et 2020. Les événements rapportés étaient principalement des brûlures ou des blessures aux pieds (n = 13) et aux mains (n = 2). Les rapports d'incidents étaient peu informatifs quant aux conséquences pour le patient et au contexte d'utilisation de la saturométrie, notamment en ce qui concerne la mesure en continu ou intermittente, ainsi que la durée pendant laquelle le capteur était en place.

- La surveillance du gaz carbonique (CO₂) :

- La surveillance du taux de CO₂ par une méthode transcutanée se base sur la capacité du CO₂ à diffuser à travers la peau du patient et offre une alternative précise à l'analyse d'un échantillon de sang artériel. La mesure se fait grâce à une électrode de pH. Il s'agit là d'une méthode alternative et pratique à la prise de sang (résultats concordant entre les 2 méthodes) permettant une surveillance en continu. Mais elle nécessite une calibration à toutes les heures et un remplacement des électrodes pour éviter tout risque de brûlures (l'électrode nécessitant d'être réchauffé à 43C pour assurer la mesure). De plus, elle n'est pas adaptée pour détecter rapidement un changement rapide de la gazométrie impactant la réponse des équipes de soins (Di Fiore, 2004, Di Fiore et al., 2016).
- La surveillance du taux de CO₂ en fin d'expiration permet d'estimer le taux de CO₂ par absorption infrarouge. Comme la méthode transcutanée, cette méthode montre de grande corrélation avec la pression partielle de dioxyde de carbone (PaCO₂) par prélèvement de sang artériel (Di Fiore et al., 2016).
- Le Taux de CO₂ peut aussi être surveillé au moment de la fin de l'expiration à l'aide d'un capnographe. Les capteurs peuvent être utilisés de façon classique ou latérale. La position latérale peut être utilisée à la fois pour les respirations spontanées et mécaniques, mais il peut y avoir des imprécisions de mesure chez certains patients dont le volume courant est faible. La vapeur d'eau et les sécrétions peuvent avoir un impact sur la mesure, mais cela peut être corrigé en positionnant le patient en position verticale, avec l'utilisation de filtre ou un tube en Nafion. Utilisé de façon classique, la mesure se fait dans une chambre ou cuvette en ligne avec le circuit du patient où le taux de CO₂ est mesuré grâce à une lecture infrarouge. La vapeur d'eau peut influencer la mesure du taux de CO₂, mais cela peut être corrigé en chauffant la chambre de lecture. Il s'agit d'une méthode de surveillance rapide et instantanée ne pouvant être utilisée que chez les patients intubés ou nécessitant un masque nasal ou oral. Dans les deux cas, d'autres

facteurs peuvent conduire à une erreur de mesure : la dépendance à la température, une mauvaise calibration de l'appareil, une dérive ou les nuisances sonores (Di Fiore et *al.*, 2016).

- La surveillance de l'oxygénation (O₂) : développée dans les années 1970, la surveillance de la pression partielle en oxygène (pO₂) transcutanée était la première méthode non invasive disponible. Il s'agit d'une méthode fiable que ce soit à domicile ou dans les unités de soins. Mais cette mesure peut être influencée par l'épaisseur de la peau, la température du capteur, les perfusions périphériques ou encore l'utilisation de gel. De plus, cette méthode nécessite de fréquentes calibrations. Enfin, le temps de réponse de la mesure est relativement lent (16 secondes) rendant son utilisation compliquée dans les cas demandant une intervention rapide (comme à la salle d'accouchement), mais elle offre une meilleure mesure que l'oxymétrie de pouls. (Di Fiore et *al.*, 2016, Martin, 2021)

Quant à la surveillance transcutanée du CO₂ et de l'O₂, elle nécessite une calibration toutes les heures des capteurs pour assurer la précision de la surveillance ainsi qu'un déplacement des capteurs pour éviter tout risque de brûlures. Pour la surveillance transcutanée du taux d'oxygène, celle-ci peut être influencée par l'épaisseur de la peau, la température du capteur, les perfusions périphériques ou encore l'utilisation de gel. Enfin, la surveillance du taux en CO₂ à l'expiration présente une solution alternative, mais les masques nasaux utilisés pour effectuer cette surveillance peuvent causer des irritations et semblent dédiés aux cliniques du sommeil (Martin, 2021).

Résultats au CHU Sainte-Justine et balisage externe

CHU Sainte-Justine

Les informations, compilées et présentées ci-après, sont issues de l'entretien individuel avec des membres du service du génie biomédical (GBM) de la Direction des ressources informationnelles, des stratégies numériques et du génie biomédical (DRISNGBM) du CHU Sainte-Justine. Elles ont été regroupées en différentes parties suivantes : implication du GBM dans le processus de remplacement du parc de moniteurs d'apnée du CHUSJ, la description des différentes technologies, les risques et les enjeux à changer de technologie de surveillance et enfin le processus d'acquisition de nouveaux moniteurs.

Au sein du projet du remplacement du parc de moniteurs d'apnée, le travail du GBM a été d'assurer une veille technologique pour évaluer les disponibilités technologiques sur le marché. Cela implique de rester à jour sur les avancées et les nouveautés technologiques. En outre, pour les membres du GBM, il paraissait essentiel d'élargir les critères de recherche de nouveaux moniteurs afin d'inclure les besoins et les exigences des parties prenantes, telles que les services de soins. Ainsi, le CHUSJ a étendu sa recherche aux moniteurs physiologiques en plus des moniteurs d'apnée. Au sein de ce projet, l'objectif du GBM n'était pas de sélectionner un modèle spécifique, mais plutôt de trouver la technologie qui répondrait le mieux à l'ensemble des besoins identifiés au CHUSJ.

De cette veille technologique, le GBM a pu identifier différents moniteurs embarquant différentes technologies de surveillance : comme des moniteurs d'apnée par impédance, des moniteurs par oxymétrie de pouls ou encore des moniteurs physiologiques.

Descriptions des technologies

Moniteurs d'apnée par impédance

Selon le GBM, le moniteur d'apnée, le SmartMonitor de Circadiance, en place pour surveiller les pauses respiratoires au CHUSJ, offre plusieurs avantages significatifs. Tout d'abord, il utilise une technologie de surveillance respiratoire éprouvée basée sur l'impédance. Aussi, il est simple d'utilisation et est conçu spécifiquement pour la surveillance respiratoire, ce qui évite aux infirmières d'avoir à interpréter des tracés d'électrocardiogramme (ECG). Son alarme dispose d'un volume sonore capable de réveiller le bébé lors de ses épisodes de pauses respiratoires, permettant ainsi une localisation rapide par l'équipe de soins. De plus, le logiciel de traitement des données permet d'avoir une analyse avancée des rapports respiratoires, contrairement aux moniteurs physiologiques traditionnels. Enfin, ce moniteur permet une surveillance automatique, facilitant ainsi le suivi continu. Cependant, certains inconvénients doivent être pris en compte. Tout d'abord, la méthode de transmission des données du moniteur, comparable à celle des anciens modems analogiques, nécessite une ligne téléphonique. Il s'agit d'une méthode complexe qui est peu, voire jamais utilisée par les équipes de soins (qui préfèrent généralement télécharger les données sur place à l'hôpital) et nécessite le déplacement des familles à l'hôpital. De plus, il peut être difficile de trouver des pièces ou des câbles de rechange pour ce moniteur., ce qui peut poser des problèmes logistiques. Sa durée de vie estimée restante étant d'un an, le nombre de moniteurs disponibles se trouve être en diminution et l'obtention d'un nouvel appareil ou de pièces nécessite une demande au programme d'accès spécial auprès de Santé Canada devant être également signée par tous les médecins utilisant cette technologie. Un autre fait est que le SmartMonitor n'est plus homologué par Santé Canada, ce qui n'empêche pas son utilisation au sein du CHUSJ. Enfin, pour ce moniteur, il est nécessaire d'éliminer manuellement les artéfacts de mesure pour son logiciel, ce qui peut être chronophage.

Le VitaGuard 3100 de Getemed, est à ce jour seul moniteur d'apnée homologué par Santé Canada et représente la seule alternative en termes de moniteur d'apnée au SmartMonitor selon le GBM. Il présente plusieurs avantages, tel que l'élimination automatique des artéfacts de mesure, ce qui garantit la fiabilité des données. Ce moniteur est aussi muni d'alarmes sonores dont le niveau est selon les principaux intéressés moins élevé que celles du SmartMonitor, poussant le GBM à réfléchir à une solution pour augmenter le niveau et les canaux d'alerte pour assurer une détection et une prise en charge efficace des pauses respiratoires. Selon leurs informations, dans les prochains jours, le VitaGuard 3100 pourra être soumis à des tests au sein du CHUSJ puisqu'il semble être de la seule technologie disponible, actuellement comparable au SmartMonitor déjà en utilisation au sein du CHUSJ. Ce test pourra permettre de déterminer l'efficacité et l'adéquation du VitaGuard 3100 en tant que solution de surveillance de l'apnée, en prenant en compte les besoins spécifiques du contexte du CHUSJ. L'analyse financière initiale prévoyait un budget de 1,4 M\$ pour le remplacement de 140 équipements. Après validation avec les utilisateurs, le nombre a été réduit à 90 moniteurs (60 appareils sans SpO₂ et 30 avec SpO₂) pour 635 000 \$ de budget. Ce budget est réservé et approuvé par le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS).

Oxymétrie de pouls

Selon les informations collectées, la technologie développée par Masimo pour des moniteurs physiologiques tels que le Radius 7 ou le Rad-97 est bien établie depuis environ 10 à 15 ans. Peu importe le modèle utilisé, ils sont équipés de la même technologie embarquée et captent les mêmes données physiologiques à l'aide d'un câble et d'un capteur Rainbow placé au doigt du patient. Ainsi, le patient peut être surveillé de la même manière, quel que soit le modèle de moniteur. Les seules différences observées entre ces modèles se situent principalement au niveau de l'interface utilisateur. Leur évolution est

principalement due aux avancées technologiques et à la miniaturisation des boîtiers, les rendant plus compacts et légers puis facilitant ainsi leur mobilité. De plus, ces moniteurs intègrent des fonctionnalités de communication *via* la station ou la plateforme ROOT. Ces plateformes peuvent prendre en charge plusieurs modèles de moniteurs de chez Masimo, assurer la recharge électrique des différents modules de mesure et permettre la communication et la transmission des données des patients *via* un réseau Wi-Fi au sein d'un service de soins. Cette évolution technologique améliore la convivialité et l'efficacité de la surveillance physiologique tout en offrant une connectivité et une intégration plus étendues avec les systèmes de santé. Le même budget réservé et approuvé par le MSSS pour les moniteurs d'apnée (635 000 \$) pourrait aussi être utilisé pour l'achat de Radius-7 et de station ROOT (115 unités soit 16 000 \$ par unité) selon les informations recueillies au cours de l'entretien. Ce budget y inclus l'achat de 4 consoles centrales, de licences pour surveiller la saturométrie de chaque patient à la console (115 unités), l'entretien et le service par Masimo pour une année pour l'ensemble du parc ainsi que de systèmes de notification sur appareil mobile (115 unités) et de 4 appareils mobiles.

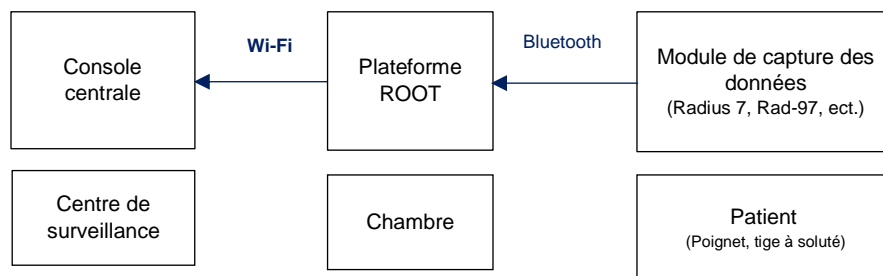


Figure 4 Schématisation du processus ROOT de Masimo (Documentation GBM)

La mesure de la saturation en oxygène présente plusieurs options technologiques selon les deux participants. Trois technologies sont disponibles : Nellcor, Masimo et celles propres à chaque fabricant. Ces technologies de mesure de la saturation peuvent être facilement enfichées sur n'importe quel moniteur en usine au moment de la commande selon ces deux informateurs. Ainsi, peu importe la société sélectionnée, le CHUSJ aura la possibilité de choisir le protocole de mesure de la saturation à incorporer dans les moniteurs. Cela pourra être du Nellcor, du Masimo ou de celui du fabricant respectif. Selon les informations recueillies au CHUSJ, il n'existe pas de consensus autour de la technologie de mesure de la saturation. Deux écoles de pensée sont présentes : certains privilégient la saturométrie par Nellcor, tandis que d'autres préfèrent Masimo. La première option se retrouve principalement au niveau des appareils avec pression non invasive et des moniteurs de signes vitaux, tandis que la seconde est utilisée davantage avec les moniteurs multiparamétriques. À ce jour, aucune preuve de supériorité n'a été établie entre ces deux technologies, car les deux fonctionnent très bien selon les deux informateurs clés interrogés. Cependant, certaines subtilités existent au sein du CHUSJ comme ils l'ont souligné, telles que l'utilisation de la technologie Masimo privilégiée chez les jeunes bébés en raison de sa meilleure lecture du signal, tandis que la technologie Nellcor est préférée dans les soins critiques pour une détection plus rapide des fluctuations des gaz sanguins et de la saturation. En ce qui concerne les appareils dédiés à la saturation, le CHUSJ utilise les deux technologies. Bien que le choix entre les deux technologies n'ait pas d'implications majeures, il convient de noter que, selon ces deux informateurs du GBM, avoir les deux technologies au sein du CHU peut avoir certains avantages comme certaines problématiques. En effet, en disposant des deux technologies, les services de soins ne se retrouveront pas en bris de service s'il venait à manquer de matériel (saturomètres, câbles, etc.). En revanche, avoir les deux technologies de saturométrie peut entraîner des défis en termes de stockage des capteurs, d'approvisionnement en matériel et d'achat de nouveaux capteurs, particulièrement dans un souci de standardisation au sein d'une même unité de soins. Une solution proposée par le GBM serait que l'ensemble des équipements d'un

même modèle ou d'un même type aient la même technologie de surveillance de la saturation, mais que d'une catégorie d'équipement à une autre, cela puisse changer. C'est-à-dire que la technologie de surveillance de la saturométrie pour les moniteurs d'apnée est la même, mais que celle-ci puisse être différente pour les oxymètres, les moniteurs physiologiques ou encore les moniteurs de pression.

Les moniteurs physiologiques

L'option de l'utilisation de moniteurs physiologiques pour la surveillance des pauses respiratoires a été retenue suite à une visite de professionnels du CHUSJ au Centre universitaire de santé McGill (CUSM). En effet, le CUSM utilise des moniteurs physiologiques, des Intellivue MX400 de la marque Philips, pour surveiller les apnées et les pauses respiratoires de ses patients. Cet appareil est apprécié pour sa mobilité, sa facilité de déplacement et sa résistance aux chocs selon les informations recueillies en entretien avec les deux membres de l'équipe du GBM. Il peut également être connecté à un moniteur plus important, fixe et attribué à une chambre, facilitant ainsi l'affichage des données grâce à des écrans plus grands que ceux du X3. Il faut noter que des alternatives au X3 existent telles que le MX400 ou le MX500. Bien que ces modèles offrent les mêmes fonctionnalités de surveillance comme le X3, ils sont moins conviviaux et plus imposants, avec des tailles d'écran d'environ 10 pouces. L'analyse financière pour le remplacement du parc de moniteurs d'apnée par des Intellivue X3 a prévu un budget de près de 2 400 000 \$ comprenant 115 moniteurs, 4 consoles centrales, des licences réseau ainsi qu'un contrat d'entretien et de maintenance pour une année pour ce type de moniteurs selon les informations collectées de la documentation fournie par l'équipe du GBM. Il est à préciser que, contrairement au budget réservé et approuvé pour l'achat de nouveaux moniteurs d'apnée ou d'une technologie Masimo, ce budget n'est ni réservé ni approuvé par le MSSS. Le GBM espère qu'une portion pourra être couverte par le 635 000 \$ des moniteurs d'apnée et par de l'argent d'autres projets tels que le remplacement des appareils de mesure de la pression non invasive (PNI).

L'idée de regrouper tous les appareils de mesure en un seul moniteur physiologique est attrayante, mais elle comporte des défis selon les deux participants à l'entretien. Selon eux, bien que cette technologie semble répondre à l'ensemble des besoins des différents services, ces appareils restent néanmoins dispendieux, et leur utilisation est souvent limitée à 50 % de leur capacité. L'observation qu'ils ont réalisée au CUSM a révélé que la plupart des moniteurs physiologiques restent éteints la plupart du temps et n'étaient utilisés que pour la surveillance des apnées, ce qui soulève des questions sur leur rentabilité (prix d'achat/utilisation) de leur point de vue. Cependant, les moniteurs physiologiques sembleraient répondre aux besoins de la plupart des secteurs, à l'exception de la surveillance à domicile pour eux et de l'équipe d'anesthésie qui souhaite conserver le moniteur d'apnée pour la surveillance des pauses respiratoires. Comme ils l'ont souligné, certaines équipes, tels que l'anesthésie, souhaitent une surveillance spécifique à l'aide de moniteurs d'apnée, à l'instar de la surveillance de l'apnée après une chirurgie et la prise d'opioïdes.

Ainsi, pour le GBM, il est important de prendre en compte les besoins spécifiques de chaque secteur et de déterminer les fonctionnalités essentielles nécessaires pour fournir une surveillance adaptée à chaque situation médicale. Cela permettrait d'optimiser l'utilisation des moniteurs physiologiques et de garantir une surveillance de qualité dans chaque contexte clinique.

Risques et enjeux liés au changement de technologie

Selon les participants rencontrés, plusieurs problèmes majeurs sont rencontrés avec l'utilisation des moniteurs physiologiques à savoir la surcharge et la désensibilisation aux alarmes, également connues sous le nom de « *alarm fatigue* ». La capacité de ces appareils à mesurer ou calculer un grand nombre de paramètres entraîne une multiplication des alarmes et donc une sur stimulation des équipes de

soins. Pour réduire ce phénomène, il est nécessaire de revoir et de reprogrammer les protocoles de déclenchement des alarmes à la fois au niveau des consoles individuelles et de la console centrale. Il est important de souligner que le problème n'est pas d'ordre technologique, mais plutôt lié aux protocoles d'alarme en place comme ils l'ont précisé.

Des enjeux technique et organisationnel liés à l'installation des moniteurs physiologiques ont été soulignés par les intervenants. En effet, pour faciliter la communication, ces appareils nécessitent une connectivité et une mise en réseau demandant souvent une infrastructure informatique spécifique. Cependant, il est essentiel de prendre en compte la solution clinique et de ne pas baser la décision sur la nécessité de réaliser d'importants travaux informatiques. L'objectif principal, selon eux, doit rester la mise en place d'un système efficace et sûr de surveillance des patients, en prenant en considération les aspects cliniques et opérationnels, tout en minimisant les problèmes de surcharge et de désensibilisation aux alarmes.

Les deux participants ont souligné que le maintien en fonctionnement des SmartMonitor pose des difficultés au GBM du CHU Sainte-Justine. En effet, ils ont constaté qu'il est souvent compliqué de trouver des pièces de rechange nécessaires à la réparation des appareils défectueux. Aussi pour pallier ce problème, le GBM est contraint de cannibaliser les appareils hors d'usage afin de réparer ceux en panne, ce qui représente un défi logistique et technique selon ce qu'ils ont exprimé.

Concernant les moniteurs physiologiques, le GBM ne voit pas d'enjeux ou d'impacts majeurs sur la maintenance. Ces technologies sont stables et éprouvées depuis plusieurs années, ce qui facilite leur entretien. De plus, lors de panne majeure, l'équipe du GBM recourt à l'assistance des fabricants. Les évolutions majeures de ces appareils se situent principalement au niveau de la communication et de l'intégration de l'informatique au sein des moniteurs, ce qui permet une meilleure interconnectivité et une utilisation plus efficace des données. Ainsi, si la maintenance des SmartMonitor pose des défis importants, les moniteurs physiologiques offrent une plus grande stabilité et une gestion plus aisée pour le GBM, grâce à leur fiabilité et à leur longue expérience d'utilisation dans le domaine médical.

Processus d'acquisition de nouveaux appareils au CHUSJ

Selon les deux participants du GBM reçu en entretien, la procédure d'acquisition du matériel d'appareil de mesure, de surveillance ou encore de procédure opératoire au CHUSJ suit un processus rigoureux qui est décrit ci-après.

Suite au travail de l'ensemble des parties prenantes au projet, une fois que la technologie appropriée aura été choisie, un appel d'offres public est lancé pour procéder à l'acquisition des équipements nécessaires. Cette approche permettra de garantir une sélection éclairée et transparente, en prenant en compte les intérêts et les attentes de toutes les parties concernées.

Chaque achat, qu'il s'agisse d'un thermomètre ou d'un moniteur physiologique, doit faire l'objet d'une demande d'approbation auprès du MSSS. Le GBM collabore étroitement avec cette institution pour s'assurer de suivre de la bonne marche à suivre et la meilleure manière de présenter chaque dossier. Chaque demande est accompagnée d'une lettre approuvée par la Présidente-directrice générale du CHUSJ détaillant l'ensemble du projet (description et justification du besoin, présentation des coûts initiaux et récurrents, etc.). Selon les deux personnes interrogées, le processus d'approbation par le MSSS peut prendre du temps, généralement entre deux à trois mois, en raison des procédures administratives en place.

Du point de vue du GBM, une solution hybride serait à envisager pour répondre aux besoins variés des patients en matière de surveillance médicale. Cette approche consiste à combiner plusieurs technologies en fonction des besoins spécifiques. Pour les patients qui ne nécessitent pas une surveillance intensive, l'option ROOT de Masimo a été identifiée comme une solution adéquate. Ce moniteur de surveillance par saturation offre une technologie stable, un prix raisonnable, une installation facile sur les deux étages du CHUSJ, et bénéficierait d'une approbation rapide de la part du MSSS. Pour les patients présentant des besoins de surveillance plus complexes ou spécialisés, il est envisagé d'intégrer des moniteurs multiparamétriques dans des chambres dédiées. Cette approche est cohérente avec l'organisation des services de soins, où les patients ayant des caractéristiques de soins similaires sont regroupés dans des chambres spécifiques. Cela permet d'optimiser la gestion des cas complexes en fournissant aux professionnels de santé des outils adaptés à leurs besoins spécifiques, tout en bénéficiant d'un personnel formé pour assurer la prise en charge de ces patients. Cette solution hybride permet ainsi de concilier les différents besoins de surveillance, en offrant des options adaptées aux patients nécessitant une surveillance plus légère tout en garantissant une prise en charge optimale pour ceux nécessitant une surveillance plus poussée.

Tableau 6 Comparaison des différents types d'appareils (technologies) utilisés pour la surveillance des pauses respiratoires

Constructeur	Masimo		Philips	Ge - TEMED	Circadiance	
Modèle	Radical-7	Radius-7	Intellivue X3	VitaGuard® VG3100	SmartMonitor 2 Professional Series (PS)	SmartMonitor 2 Professional Series Light (PSL)
Référence	radical-7	radius-7	intellivue-x3	Manuel d'utilisation VitaGuard® VG 3100	Manuel de présentation SmartMonitor 2	
Type d'appareil	Co-oxymétrie de pouls	Oxymétrie de pouls	Moniteur physiologique (impédance électrique)	Moniteur d'apnée (impédance électrique)	Moniteur d'apnée (impédance électrique)	
Paramètre de mesures						
Fréquence cardiaque/pouls	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Électrocardiogramme (ECG)	-	-	✓	✓	✓	✓
SpO2 (oxymétrie/saturométrie)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Respiration	-	-	✓	✓	✓	✓
Autre(s) paramètre(s) mesurés	Indice de perfusion (Pi) Indice de variabilité pléthysmographique (Pvi) Fréquence respiratoire à partir de la pléthysmographie Hémoglobine totale (SpHb) Indice de réserve en O ₂ (ORI) Carboxyhémoglobine (SpCO) Méthémoglobine (SpMet) Contenu en oxygène (SpOC) Fréquence respiratoire acoustique (RRa)	Indice de perfusion (Pi) Indice de variabilité pléthysmographique (Pvi) Hémoglobine totale (SpHb) Carboxyhémoglobine (SpCO) Méthémoglobine (SpMet) Contenu en oxygène (SpOC) Fréquence respiratoire acoustique (RRa)	Pression non invasive Pression invasive CO ₂ Pression invasive SpO ₂ Température (en option)	-	-	-

Tableau 6 (suite) Comparaison des différents types d'appareils (technologies) utilisés pour la surveillance des pauses respiratoires

Référence	radical-7	radius-7	intellivue-x3	Manuel d'utilisation VitaGuard® VG 3100	Manuel de présentation SmartMonitor 2
Avantages	<p>Appareil plus ancien et moins mobile que le radius-7 Station ROOT réhaussable : ajout température, PNI, Rra, Early warning score (Source : site internet du constructeur)</p> <p>Quel que soit le modèle, toujours le même capteur utilisé : le Rainbow Technologie robuste (même technologie depuis 10/15 ans) Technologie abordable Communication Wifi via la station ROOT De par ses caractéristiques techniques, il permettrait l'élimination des appareils de PNI et de mesure de la SpO₂ (Source : Documentation & Entrevue GBM)</p>	<p>Appareil plus mobile (le patient porte sur lui l'appareil) Fonction Bluetooth (facilité pour TI pour intégration)/sans fil 100 pied Bluetooth Peut fonctionner en Wifi à travers le ROOT Peut intégrer le capteur RD de saturométrie + capteur RRa Batterie de 12 h (Source : site internet du constructeur)</p> <p>Adaptable au terminal ROOT Communication Wifi via la station ROOT Appareil plus petit capable d'être attaché au bras du patient ou sur une tige à soluté offrant une plus grande mobilité Technologie abordable (Source : Documentation & Entrevue GBM)</p>	<p>Capable de combiner plusieurs appareils de surveillance en 1 Capable de mesurer ou de calculer de nombreux paramètres (Source : Documentation & Entrevue GBM)</p>	<p>Permet la détection des apnées centrales (source : Manuel d'utilisation VitaGuard 3100)</p> <p>Évaluation par le laboratoire de pneumologie : Capable de télécharger et de visualiser les tendances Navigation facile et conviviale Permet facilement l'analyse, l'acceptation ou la suppression d'événements Ajout de commentaire sur un événement (permet de renseigner le médecin lors de la lecture du rapport) Rapport généré plus complet que ce produit actuellement Capacité de stockage adéquate (400 événements de 2 minutes) Permet d'entrer les coordonnées du patient avant l'enregistrement garantissant la sécurité des données Appareil comparable voir supérieur aux appareils en place actuellement (Source : Mme Laporte, coordonnateur et inhalothérapeute au laboratoire des troubles du sommeil, CHUSJ)</p> <p>Seul moniteur d'apnée homologué Santé Canada Logiciel capable de mieux détecter les artéfacts (Source : Documentation & Entrevue GBM)</p>	<p>Volume sonore des alarmes capable d'alerter l'ensemble du personnel de soins n'importe où dans le service et de réveiller le patient</p> <p>Appareil simple d'utilisation (pas de tracé d'ECG à interpréter)</p> <p>Permet une analyse avancée et complète des rapports grâce au logiciel informatique et à la plateforme informatique fournis avec l'appareil</p> <p>Peut être utilisé au cours d'un transport en voiture</p>

Tableau 6 (suite) Comparaison des différents types d'appareils (technologies) utilisés pour la surveillance des pauses respiratoires

Référence	radical-7	radius-7	intellivue-x3	Manuel d'utilisation VitaGuard® VG 3100	Manuel de présentation SmartMonitor 2
Limites & Inconvénients	Appareil ne disposant pas de la même technologie que des moniteurs d'apnée donc la détection des épisodes d'apnée est moins fiable Appareils qui ne mesurent pas directement la respiration (Source : Documentation & Entrevue GBM)	Utilisation de l'appareil à 50 % des capacités si utilisé pour l'ensemble des patients À réserver aux cas complexes et graves Appareil dispendieux (16 0000 \$/unité) Risque de survenue de fausses alarmes (révision obligatoire des protocoles de mesure et d'alarme) (Source : Documentation & Entrevue GBM)	Ne détecte pas l'apnée obstructive (source : Manuel d'utilisation VitaGuard 3100) Manque de traçabilité lors de la suppression d'un événement Limite de l'évaluation : ne pas avoir pu observer la qualité des signaux réels pour un enfant sur une nuit complète (Source : Mme Laporte, Coordonnateur et inhalothérapeute au laboratoire des troubles du sommeil, CHUSJ) Non utilisable en voiture (Source : Manuel d'utilisation VitaGuard 3100, Documentation & Entrevue GBM)	Durée de vie du parc de moniteurs : 1 an Retrait manuel des artefacts lors de l'analyse des enregistrements Technologie et méthode de transferts des données anciennes et non optimales Difficulté à trouver des pièces de rechange, de remplacer les câbles brisés ou perdus Perte de l'homologation par Santé Canada (depuis 2018) L'achat d'un nouveau SmarMonitor ou de nouveaux câbles ou de nouvelles pièces nécessite une demande d'accès spéciale qui doit être signée par l'ensemble des médecins qui utilisent l'appareil (Source : Documentation & Entrevue GBM)	

Balisateur externe

Suite à la diffusion du questionnaire et après plusieurs relances, nous avons pu recueillir les réponses et les expériences de six institutions hospitalières avec un total de sept répondants. La grande majorité de ces institutions se situaient au Canada (5/6) dont trois au Québec, et une située en France. En matière de profession, nous avons observé une diversité au sein des répondants (deux médecins, un gestionnaire, une infirmière formatrice, une infirmière de pratique avancée et deux infirmières/infirmiers) permettant d'avoir différents points de vue. Le tableau suivant présente l'ensemble des répondants, leur institution hospitalière, leur localisation géographique ainsi que leur profession.

Tableau 7 Présentation des répondants

Nom de l'institution	Abréviation	Localisation (Ville, pays)	Profession du répondant
CHU Robert Debré	CRD	Paris, France	Médecin
CHU de Québec	CHUQ	Québec, Canada	Infirmière formatrice
Children's Hospital of Winnipeg	CHW	Winnipeg, Canada	Infirmière de pratique avancée
Centre universitaire de santé McGill	CUSM	Montréal, Canada	Infirmières/infirmiers
Alberta children's hospital	ACH	Calagary, Canada	Médecin
CIUSSS de l'Estrie-CHU Sherbrooke	CIUSSSE- CHUS	Sherbrooke, Canada	Gestionnaire
			Infirmières/infirmiers

CHU : Centre hospitalier universitaire, CIUSSS : Centre intégré de santé et de services sociaux

Au CIUSSS de l'Estrie-CHU Sherbrooke, le même questionnaire a été rempli à la fois par un gestionnaire et par un membre du personnel infirmier. Comme nous cherchons à recueillir les meilleures pratiques de surveillance des pauses respiratoires par institution, les réponses des deux répondants sont présentées en une seule réponse représentative des pratiques de SPR du CIUSSSE-CHUS.

Concernant les principales populations pour lesquels la SPR était prescrite, les enfants prématurés (37.5 %) et les enfants âgés de 0 à 6 mois (37.5 %) ont été les populations les plus souvent citées par les répondants. Ces populations ont été identifiées comme étant les plus à risque de connaître des épisodes de pauses respiratoires. Aussi, deux institutions (CRD et CHW) continuaient de prescrire cette surveillance pour des populations plus âgées (6 mois à 2 ans et 2 ans et plus). Le tableau 8 présente les réponses de chacun des répondants.

Tableau 8 Populations d'intérêt de la surveillance des pauses respiratoires par établissement

Institution	Prématurés	0 - 6 mois	6 mois – 2 ans	2 ans et plus
CRD	✓	✓	✓	✓
CHUQ	✓	✓	-	-
CHW	✓	✓	✓	✓
CUSM	✓	✓	-	-
ACH	✓	✓	-	-
CIUSSSE-CHUS	✓	✓	-	-
Total	6	6	2	2

À propos des principaux prescripteurs de la SPR, une large majorité des répondants (75 %) ont désigné le médecin comme étant le principal prescripteur de cette surveillance. Pour une institution (CHW), en plus des médecins, les résidents séniors et les assistants médicaux ont été aussi capables de prescrire cette surveillance. Enfin, le CIUSSSE-CHUS avait identifié l'infirmier praticien spécialisé (IPS) comme le prescripteur de cette surveillance. Le tableau 9 présente les prescripteurs de la SPR par institution hospitalière.

Tableau 9 Prescripteurs de la surveillance des pauses respiratoire par établissement

Institution	Médecin	Infirmier praticien spécialisé	Autres
CRD	✓	-	-
CHUQ	✓	-	-
CHW	✓	-	✓
CUSM	✓	-	-
ACH	✓	-	-
CIUSSSE-CHUS	✓	✓	-

Relativement aux conditions médicales qui conduisent à la prescription de la SPR, les personnes interrogées ont signalé que les patients souffrant d'apnée centrale ou en cours d'évaluation pour celle-ci représentaient 31 % des cas, suivis des patients ayant des problèmes respiratoires déjà diagnostiqués (31 %), et enfin l'utilisation d'opioïdes (25 %) a été fréquemment citée comme condition médicale justifiant la prescription de la SPR. D'autres conditions ont été aussi avancées par les répondants comme pour les bébés ayant subi une chirurgie ORL après 6 mois de vie (CIUSSSE-CHUS) ou encore pour des patients gravement malades dans les unités de soins intensifs, pour des patients sous respirateurs (y compris les patients avec trachéotomie), lors d'initiations d'une ventilation nasale à pression positive intermittente, procédures postopératoires/sédatives pour des patients spécifiques (c'est-à-dire âgés de moins d'un mois, souffrant de maladies chroniques, présentant un risque élevé de décompensation, etc.) (CHW). Le tableau suivant présente les conditions médicales nécessitant une SPR pour chacune des institutions.

Tableau 10 Conditions médicales nécessitant la SPR par établissement

Institution	Patient souffrant d'apnée centrale connue ou patient en investigation pour une apnée centrale	Suite à la prise d'opioïde	En cas de problème respiratoire connu (ex. : Bronchiolite)	Autres
CHUQ	✓	✓	✓	-
CHW	✓	✓	✓	✓
CUSM	✓	✓	✓	-
ACH	✓	-	✓	-
CIUSSSE-CHUS	✓	✓	✓	✓
Total	5	4	5	2

N.B. Le CRD ne s'est pas exprimé à ce sujet.

À la question des critères menant à la suspension de la SPR, les répondants ont mentionné différents critères selon l'établissement médical. Au CHW, la surveillance était interrompue lorsqu'aucune pause respiratoire n'est observée ou lorsque les pauses respiratoires persistent, mais qu'elles ne nécessitent pas d'intervention sur une longue période d'observation. Au CHUQ, la surveillance prenait fin en l'absence d'événements significatifs ou d'épisodes d'apnée pendant une période de 24 heures. Au CUSM, chaque cas de patient sous surveillance était réévalué quotidiennement en fonction des événements enregistrés, et la décision de mettre fin à la surveillance était prise en équipe. À l'ACH, les critères d'arrêt de la surveillance incluaient une période de stabilité avec des niveaux d'oxygène sanguin normaux et un schéma respiratoire habituel, ainsi qu'une amélioration des symptômes liés à une maladie virale (habituellement survenant après 24 à 48 heures). Enfin, au CIUSSSE-CHUS, la surveillance de la SPR cesse en l'absence d'épisode d'apnée.

Les institutions sollicitées ont ensuite partagé leurs pratiques concernant la fréquence de réévaluation de la pertinence de la SPR au sein de leur établissement hospitalier. Au CHW, la révision de la prescription se faisait lors des tournées quotidiennes avec le service des admissions ou en l'absence d'événements cardiorespiratoires dans un délai déterminé. Au CHUQ, l'équipe médicale réévaluait quotidiennement la nécessité de maintenir la surveillance par moniteur d'apnée. Au moment de la réalisation de ce rapport, les critères de surveillance sont en cours d'élaboration de manière générale. Au CUSM, cette révision était effectuée quotidiennement. À l'ACH, la surveillance était généralement réexaminée quotidiennement avec l'infirmière responsable. Enfin, au CIUSSSE-CHUS, la fréquence de réévaluation de la pertinence de la surveillance dépendait de la clientèle et de l'outil de surveillance utilisé (moniteur d'apnée ou moniteur cardiorespiratoire), mais que généralement la prescription est réévaluée tous les jours.

Concernant le type d'appareil utilisé pour surveiller les pauses respiratoires, les répondants ont été invités à renseigner le nom, le modèle ou encore la marque de l'appareil assurant la surveillance des patients susceptibles de connaître des épisodes d'apnée. Au CHW, différents équipements tels que des moniteurs cardiorespiratoires, des moniteurs de saturation en oxygène et des ventilateurs avaient été utilisés pour la surveillance des pauses respiratoires. De manière similaire, l'ACH avait utilisé des moniteurs d'oxymétrie de pouls et des moniteurs cardiorespiratoires pour effectuer cette surveillance. Le CHUQ, quant à lui, avait utilisé des moniteurs d'apnée (SmartMonitor) dans les unités régulières de pédiatrie, ainsi que des moniteurs Philips dans les unités de soins intensifs. Ces mêmes moniteurs d'apnée étaient également utilisés par le CIUSSSE-CHUS. Par ailleurs, le CUSM avait opté pour les moniteurs Philips Intellivue Mx400 pour la surveillance de ses patients.

Les établissements avaient ensuite été invités à décrire leurs méthodes de SPR (Surveillance des Pauses Respiratoires) utilisées au sein de leur institution hospitalière. L'oxymétrie de pouls était apparue comme la méthode la plus fréquemment mentionnée par cinq institutions, suivie de près par la surveillance du rythme cardiaque, les moniteurs hémodynamiques, les moniteurs de mouvement respiratoire, ainsi que l'observation, qui ont tous été cités par quatre institutions. Deux hôpitaux avaient évoqué l'utilisation de moniteurs de débit. Enfin, les moniteurs d'impédance thoracique et de surveillance du taux sanguin O₂/CO₂ ont été sélectionnés une fois chacun. Le tableau 11 présente les méthodes utilisées pour chacune des institutions hospitalières.

Tableau 11 Méthodes de surveillance par institution hospitalière

Institution	Moniteur de mouvement respiratoire	Moniteur d'impédance thoracique	Oxymètre de pouls	Moniteur de débit	Moniteur d'inductance respiratoire	Surveillance du taux sanguin en O ₂ /CO ₂	Surveillance du rythme cardiaque	Observation	Moniteur hémodynamique
CRD	-	-	✓	-	-	-	✓	✓	-
CHUQ	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓
CHW	-	-	✓	✓	-	-	✓	✓	✓
CUSM	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
ACH	✓	-	✓	-	-	-	✓	✓	-
CIUSSSE-CHUS	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓
Total	3	1	5	2	0	1	4	4	4

À propos de la surveillance à distance de la SPR, pour quatre (4) établissements, seul le médecin peut assurer cette tâche (CRD, CHUQ, CHW et CUSM). En revanche, au ACH, cette surveillance était aussi assurée par l'équipe soignante qui surveille les moniteurs de la télémétrie centrale située au poste de soins. Au CIUSSSE-CHUS, les tracés sont examinés par les pneumologues ainsi que par les inhalothérapeutes.

Le questionnaire a ensuite abordé les inconvénients auxquels les institutions sont confrontées lors de leur pratique de SPR. Le désavantage le plus fréquemment évoqué par les répondants (CIUSSSE-CHUS, CUSM et CHW) était la sur-surveillance, tandis que le risque de développer une « *alarm fatigue* » (mentionné par le CHW et de l'ACH) était également un autre inconvénient majeur. De plus, le CHW avait soulevé un autre point concernant les problèmes de ressources humaines manquantes, s'expliquant par un afflux plus important de patients et à un manque occasionnel d'assistants infirmiers appropriés (idéalement, un ratio de 2:1). Quant au CHUQ, plusieurs inconvénients ont été identifiés, notamment l'absence de lien du moniteur avec une console centrale, rendant ainsi son interprétation difficile sur le terrain. De plus, il n'était pas possible de lire en temps réel les événements survenus, sauf si une connexion directe avec l'appareil était établie. Un autre inconvénient a concerné l'impression du rapport de données. Le SmartMonitor, moniteur d'apnée utilisé pour la SPR, ne pouvait être utilisé seul, car un saturomètre devait également être connecté à l'enfant. Enfin, le CHUQ a rencontré des problèmes lorsque les événements étaient rapportés par les parents, mais que le personnel soignant ne pouvait pas corroborer.

À propos des enjeux liés à l'implantation de la SPR, plusieurs réponses ont été avancées. Pour le CHW, les défis quotidiens de leur pratique de surveillance concernaient l'espace de couchage et les problèmes de personnel. Le CHUQ quant à lui relevait notamment l'absence de consensus et de pratiques médicales standardisées, le coût élevé d'achat de nouveaux appareils, ainsi que l'interopérabilité des différents appareils et le système de gestion des données. Au CUSM, l'un des défis était le nombre élevé d'enfants nécessitant une SPR, ce qui réduisait l'espace disponible dans les services pour accueillir les

nouveaux patients. De plus, certains d'entre eux avaient besoin d'un appareil d'oxymétrie de pouls portable qui ne pouvait pas se connecter à la télémétrie centrale. Enfin, pour le CIUSSSE-CHUS, la disponibilité du matériel et des équipements, ainsi que la capacité à libérer le personnel soignant pour qu'il puisse suivre les formations nécessaires sont les défis rencontrés par cette institution.

À la question de la gestion du stock des consommables et autres fournitures, la plupart des institutions avaient mis en avant la fragilité des câbles de mesures ainsi que la complexité à maintenir un approvisionnement constant pour maintenir fonctionnel le parc d'instruments. Au CHW, les consommables se cassaient ou s'usaient très facilement (ou disparaissent), de sorte que l'équipe de soins était toujours à court de câbles ou qu'elle devait en emprunter de nouveaux ou demander aux responsables d'en commander d'autres. Pour le CHUQ et le CIUSSSE-CHUS, les électrodes du SmartMonitor étaient fréquemment perdues et coûtaient très cher à remplacer, aussi, le lot d'appareils disponibles pour assurer la SPR était en décroissance au sein de ces institutions. Enfin, la complexité du processus de remplacement des câbles défectueux, nécessitant une demande au Programme d'accès spécial (PAS), ainsi que la difficulté de renouveler le parc de moniteurs de surveillances était les enjeux rencontrés au CIUSSSE-CHUS.

Enfin, relativement à la SPR au domicile du patient, les institutions avaient partagé leur modèle d'appareil utilisé pour assurer cette tâche. Pour le CHUS et le CHUQ, le même appareil était utilisé, à savoir le SmartMonitor, qui était également utilisé au sein de leurs services de soins. Pour le CHW, il semblerait que le moniteur utilisé soit un moniteur de la gamme Masimo, bien que le répondant ayant noté ne pas être certain de sa réponse. L'ACH ne prescrivait généralement pas la SPR au domicile du patient. Le CUSM n'avait pas d'informations sur l'appareil utilisé ou si la SPR était prescrite pour le domicile du patient. Quant au CRD, il n'avait pas fourni de réponse à cette question.

Discussion

Le but de ce mandat d'évaluation des meilleures pratiques de surveillance des pauses respiratoires était d'aider le demandeur (Direction adjoint, volet opérations, Direction des soins infirmiers), à prendre une décision éclairée quant au choix de la pratique de surveillance en remplacement de leurs moniteurs de surveillance d'apnée (SmartMonitor 2) en place à l'unité des soins médico-chirurgicaux et de l'unité de médecine pédiatrique du CHUSJ. Pour mener à bien cette évaluation, nous (l'UETMIS) avons procédé à une revue de la littérature scientifique et grise, à une collecte de données externe ainsi qu'un entretien avec le génie biomédical du CHUSJ responsable de la partie appareillage du projet de remplacement des moniteurs SmartMonitor 2 (moniteur d'apnée).

L'implication de l'équipe du génie biomédical (GBM) du CHUSJ est de fournir aux différentes parties prenantes du projet une piste de réflexion sur les différentes technologies disponibles sur le marché ainsi qu'une évaluation financière pour le remplacement des moniteurs d'apnée (SmartMonitor 2) en place au CHUSJ. Dans le cadre de cette évaluation, nous (l'UETMIS) avons rencontré les membres du GBM responsables du projet de remplacement. Au cours de cet entretien, plusieurs thématiques ont été abordées comme la description de la technologie en place au CHUSJ ainsi que de différentes technologies, avec leurs avantages et leurs inconvénients, les risques et enjeux de chaque technologie ainsi que sur le processus d'acquisition. Plusieurs technologies ont été ciblées comme les oxymètres de pouls (Gamme Radical ou Radius de chez Masimo), les moniteurs physiologiques (Gamme Intellivue de chez Philips) et les moniteurs d'apnée (VitaGuard de chez Getemed). Chaque technologie ciblée présente ses propres avantages et inconvénients : les oxymètres de pouls sont fiables et bénéficient d'une technologie

éprouvée, mais ils ne détectent pas directement le mouvement de la respiration, ce qui rend leur détection des apnées moins fiable qu'un moniteur d'apnée. Quant au VitaGuard, il est le seul moniteur d'apnée homologué par Santé Canada actuellement disponible sur le marché et représente la seule alternative au SmartMonitor en tant que moniteur d'apnée, mais il ne peut pas détecter les apnées obstructives. Enfin, les moniteurs physiologiques ont la capacité de regrouper plusieurs technologies en un seul appareil, leur permettant ainsi de surveiller plusieurs paramètres simultanément. Cependant, cette technologie est beaucoup plus coûteuse que les autres et n'est généralement pas utilisée à son plein potentiel. L'un des critères de sélection importants soulignés par le GBM est la capacité de centraliser les alarmes. Les moniteurs de la gamme Masimo via la plateforme ROOT ainsi que les moniteurs de la gamme Intellivue de chez Philips peuvent être connectés au réseau Wi-Fi de l'hôpital, permettant ainsi de centraliser toutes les surveillances des patients sur une même station. Les experts du GBM mettent l'accent sur la nécessité de réexaminer le réglage des seuils de déclenchement des alarmes afin de prévenir une augmentation de celles-ci et, par conséquent, une sollicitation excessive de l'équipe soignante (*alarm fatigue*).

Selon l'étude menée par Amin et Burnell en 2013, l'observation des patients par le personnel infirmier est l'une des méthodes utilisées pour détecter les épisodes d'apnée. Cependant, cette approche présente plusieurs limites, telles qu'une sensibilité et une précision réduites, le besoin de compétences techniques spécifiques de la part des membres infirmiers et l'affectation d'un membre du personnel spécifiquement dédié à la surveillance d'un patient. En ce qui concerne l'évaluation de la gazométrie sanguine à partir d'un échantillon de sang artériel, bien que cela fournisse des informations précieuses sur l'état du patient à un moment donné, cette méthode ne permet pas une surveillance continue du patient. De plus, étant donné le caractère invasif de la pratique, elle peut nécessiter la pose d'un cathéter intra artériel, augmentant ainsi le risque d'infection pour le patient. En raison de la sensibilité et de la précision limitées de l'observation et du caractère intermittent de la surveillance par l'analyse des gaz du sang artériel, de nouvelles pratiques de surveillance ont été développées pour détecter avec précision les pauses respiratoires menant à l'apnée.

Ces nouvelles pratiques de surveillance sont d'ordre technologique capable d'apprécier ou de quantifier, de façon continue grâce à l'utilisation de capteurs placés à même la peau ou de masques nasaux ou oraux, la fréquence du rythme cardiaque, les mouvements de la paroi thoracique, le débit d'air expiré ou encore l'état de la gazométrie sanguine. Chacun de ces appareils possède leurs propres caractéristiques de mesure, d'analyse et d'utilisation pouvant avoir un impact sur le bien être du patient, mais aussi leur utilisation et sur les soins prodigués par les équipes de soins.

La présente revue de littérature met en évidence l'importance de la surveillance cardiorespiratoire chez les enfants prématurés. En raison de l'immaturation des poumons et du contrôle de la respiration, les enfants prématurés sont sujets à des épisodes d'apnée, d'hypoxémie intermittente et de bradycardie, nécessitant une surveillance continue et des soins appropriés (Di Fiore et *al.*, 2016). Les enfants prématurés (< 37 semaines de gestation) et les enfants prématurés à faible poids de naissance sont les populations cibles de la surveillance des pauses respiratoires. Environ 15 millions d'enfants naissent prématurément chaque année, et en raison de l'immaturation de leurs poumons et du contrôle respiratoire, ils nécessitent une surveillance prolongée et des soins spécifiques (Di Fiore et *al.*, 2016). Pour ces enfants, après leur naissance, l'un des principaux enjeux de soins est la stabilisation de la respiration et de l'oxygénation. La surveillance des fonctions cardiorespiratoires est donc un défi pour les unités de soins néonataux, car les cas d'apnée, de désaturation en oxygène ou de bradycardie sont omniprésents au sein de cette population (Di Fiore et *al.*, 2016 ; Martin, 2021 ; Sale, 2010). Dans son étude, Di Fiore (2004) avance aussi que les enfants prématurés courent un plus grand risque d'apnée prolongée comparativement aux enfants nés à terme.

Bien que l'immaturation du contrôle respiratoire soit la principale cause sous-jacente de l'apnée, appelée apnée du prématuré, plusieurs conditions concomitantes comme le diagnostic d'apnée centrale, des problèmes respiratoires (bronchiolite, asthme, etc.) ou des reflux gastriques connus, des anomalies structurales des voies aériennes supérieures ou encore la prise d'opioïde comme analgésique au cours d'une chirurgie ou en période post-opératoire, peuvent entraîner ou aggraver l'apnée ou dans certains cas provoquer certaines perturbations physiologiques ou encore voir leur fréquence ou leur durée augmentée (Sale, 2010).

Les épisodes d'apnée chez les enfants prématurés peuvent entraîner des manifestations cardiorespiratoires telles que l'hypoxémie, l'hypercapnie, la bradycardie et des variations de la pression sanguine. Bien que les épisodes d'apnée à court terme ne représentent généralement pas de menace grave pour le nouveau-né, ils peuvent avoir des effets préjudiciables, notamment chez les prématurés. Les conséquences à long terme des épisodes d'apnée récurrents sont encore sujettes à controverse, mais des études suggèrent une corrélation entre l'apnée et des problèmes de développement neurologique et psychomoteur (Sale, 2010).

Il existe certains éléments attestant de complications à court et long terme d'épisodes d'apnée répétés survenant lors de la période néonatale. Les causes relationnelles de ces épisodes d'apnée sont difficiles à établir comme l'a souligné Sale (2010). À court terme, les épisodes d'apnée ne représentent pas de réelles menaces pour le nouveau-né. Cependant, les manifestations cardiorespiratoires (hypoxémie, hypercapnie, bradycardie ou modification dans la pression sanguine) associées peuvent avoir des effets préjudiciables surtout pour les prématurés. Au long terme, les conséquences d'épisodes d'apnée récurrents restent sujettes à controverse, car le problème de la plupart des études sur le nouveau-né est d'établir une relation de cause à effet chez des patients souffrant de graves problèmes médicaux coexistants. Une étude menée sur 175 prématurés avec un très faible poids de naissance voyait leur nombre d'apnées augmenté s'accompagnant de déficience du développement neurologique, du développement psychomoteur ou encore de paralysie cérébrale. Mais cette étude était incapable d'identifier la cause de ces déficiences (apnée ou cause sous-jacente) (Sale, 2010).

Concernant les médicaments, certains sont connus pour entraîner des apnées chez l'enfant : les agents d'anesthésie générale, le magnésium, la prostaglandine ou encore les opioïdes (utilisé comme analgésique ou sédatif pour les enfants ventilés). De même, le recours à l'anesthésie peut renforcer les réflexes primitifs entraînant une plus grande disposition à l'apnée. Quant aux opioïdes, ils provoquent une dépression respiratoire (dose dépendante) avec une diminution de la réactivité au gaz carbonique (CO₂). Ils interfèrent également avec la périodicité de la respiration et peuvent provoquer des pauses respiratoires, des respirations périodiques et des apnées (Sale, 2010).

Malgré la prévalence élevée des problèmes de contrôle respiratoire chez les nourrissons (Finer et *al.*, 1992 ; Gallacher et *al.*, 2016), la mesure clinique de la respiration reste insuffisante (Lee et *al.*, 2012 ; Vergales et *al.*, 2014). Bien que les cliniciens puissent se baser sur d'autres mesures physiologiques pour initier le traitement des épisodes d'apnée, telles que des baisses de saturation en oxygène et de fréquence cardiaque observées pendant les pauses respiratoires prolongées, cela peut entraîner des épisodes d'apnée autorésolutifs qui passent inaperçus (Vergales et *al.*, 2014), et les changements plus subtils de l'activité respiratoire peuvent ne pas être détectés. Une évaluation précise de la respiration est donc essentielle pour guider la pratique clinique et améliorer notre compréhension du développement respiratoire dans les états de santé et de maladie (Adjei et *al.*, 2021).

Plusieurs méthodes de surveillance cardiorespiratoire sont à disposition des services de soins, notamment la surveillance de la fréquence cardiaque, la surveillance de la fonction respiratoire et la

surveillance de la gazométrie sanguine. Cependant, chaque méthode présente des limitations et ne peut détecter qu'un seul type d'apnée ou d'événement associé. Par conséquent, il est recommandé de combiner plusieurs méthodes de surveillance pour couvrir l'ensemble des événements cardiorespiratoires pouvant survenir lors d'un épisode d'apnée (Lim et *al.*, 2021).

La revue de la littérature réalisée au cours de ce mandat précise que, du fait que les apnées ont des origines et des causes différentes, ces moniteurs doivent être dans la capacité de détecter l'ensemble des apnées qu'elles soient centrales, obstructives ou mixtes afin d'assurer une surveillance optimale d'une population pédiatrique susceptible d'expérimenter des épisodes d'apnée. Au sein de cette population, la surveillance des pauses respiratoires est indiquée pour des enfants présentant des problèmes respiratoires (bronchiolite) ou des épisodes d'apnée centrale connus, mais aussi pour les enfants prématurés et particulièrement les enfants prématurés à faible poids de naissance. Cette revue a permis de recenser différentes manières de surveiller les pauses respiratoires. Ainsi cette surveillance peut se faire à travers la surveillance de la fréquence cardiaque, de la fonction respiratoire ou encore à l'aide de l'évaluation de la gazométrie sanguine à laquelle se rattachent différentes technologies (Aggarwal et *al.*, 2001 ; Di Fiore, 2004 ; Di Fiore et *al.*, 2016 ; Martin, 2021 ; Sale, 2010) :

- La surveillance de la fréquence cardiaque se fait généralement par impédance grâce à des électrodes placées sur la cage thoracique du patient. Cette méthode permet de détecter les apnées centrales.
- La surveillance de la fonction respiratoire peut se faire soit par des capteurs de débit d'air soit à l'aide de capteurs de mouvement de la paroi thoracique :
 - o Les capteurs de débit d'air (pneumotachographe, thermistor, anémomètre à fil chaud, détection du taux de CO₂ en fin d'expiration) permettent une surveillance des apnées obstructives.
 - o Les capteurs de mouvement de la paroi thoracique par impédance thoracique ou par pléthysmographe permettent une détection des apnées centrales.
- Pour l'évaluation de la gazométrie sanguine, la procédure de surveillance de référence est l'analyse de la gazométrie d'un sang artériel. Or celle-ci ne permet pas une surveillance en continu du patient. Pour remédier à ce problème d'intermittence, différentes méthodes de surveillance ont été développées comme l'oxymétrie de pouls (saturation), la surveillance du CO₂ ou encore la surveillance de l'oxygénation en O₂ du sang. Ces appareils sont incapables de mesurer et surveiller les mouvements de la paroi thoracique du patient.

Par conséquent, plusieurs études suggèrent de jumeler au moins deux méthodes de surveillance distinctes afin de couvrir l'ensemble des événements cardiorespiratoires pouvant survenir au cours d'un épisode d'apnée (Sale, 2010, Martin, 2021). Ceci est renforcé par le fait que 50 % des épisodes d'apnée sont des apnées mixtes (centrale et obstructive) (Aggarwal et *al.*, 2001, Sale 2010). De plus, le choix de l'appareil de surveillance, qui se doit d'être un compromis entre la précision de la détection et le caractère invasif de la méthode est primordial, car il permet à la fois d'orienter le diagnostic, mais aussi de conditionner l'intervention des équipes de soins (Aggarwal et *al.*, 2001, Di Fiore 2004). D'autres contraintes sont spécifiques à chaque technologie : les appareils de surveillance de la fréquence cardiaque, tout comme les oxymètres de pouls, sont sensibles aux mouvements et aux conditions environnementales d'utilisation (entre autres) pouvant générer de fausses alarmes et une sursollicitation des équipes de soins, les capteurs de débit d'air utilisés pour la surveillance respiratoire nécessitent l'utilisation d'un masque nasal et/ou buccal pouvant entraîner une altération du rythme respiratoire et des irritations, enfin, pour l'évaluation de la gazométrie, certaines technologies nécessitent le réchauffement des capteurs pouvant

entraîner des brûlures chez le patient (méthode de surveillance transcutanée du CO₂) alors que les capteurs de surveillance de l'oxygénation du sang sont sensibles à la lumière extérieure ou encore à l'épaisseur de la peau pouvant en altérer la mesure. De plus, il est à noter que plusieurs technologies de surveillance retrouvées au sein de cette revue de littérature sont uniquement destinées à une utilisation en clinique d'exploration du sommeil (capnographe, pléthysmographe) et n'ont pas encore trouvé leur utilité au sein des services de soins. En termes de pratique de surveillance, le rapport du CHU de Québec (Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du CHU de Québec-Université Laval., 2021) visant à déterminer les meilleures pratiques de surveillance de l'oxymétrie de pouls pour la prise en charge des enfants atteints d'une maladie respiratoire aiguë a mis en évidence que la surveillance intermittente de l'oxymétrie de pouls n'affectait pas la santé de l'enfant, mais cette pratique de surveillance constante ou continue est sécuritaire et rassurante pour les parents de ces enfants. Par ailleurs, ce rapport met en lumière les recommandations de plusieurs établissements, notamment concernant la prise en charge avec oxymétrie de pouls en continu pour les enfants atteints de bronchiolite sévère, à risque de complications, ou sous traitement par oxygène. En revanche, la surveillance continue de l'oxymétrie reste une pratique courante en milieu hospitalier à risque de surutilisation en cas de bronchiolite, d'asthme ou de laryngite. En résumé, comme la surveillance continue apporte peu de bénéfices pour la majorité des enfants atteints de maladies respiratoires aiguës, cette pratique de surveillance sera sujette au risque de surutilisation et fera appliquer différentes stratégies utilisées pour limiter l'utilisation d'oxymètres de pouls surveillés en continu.

L'étude menée par Langhan et *al.* (2017), première étude randomisée à explorer l'impact de la surveillance par capnographie post-anesthésie pour une population pédiatrique (enfants et adolescents), avance que le capnographe, moniteur de surveillance au chevet du patient, serait capable de détecter plus précisément les événements d'hypoventilation et d'apnée en comparaison des pratiques de surveillance par observations ou par oxymétrie de pouls. Enfin, les positions couchées ou ventrales, étudiées dans l'étude de Keene et *al.* (2000) n'auraient pas d'incidence significative en ce qui concerne la survenue d'épisodes d'apnée, de bradycardie ou de désaturation chez les prématurés. La surveillance cardiorespiratoire joue un rôle crucial dans l'évaluation et le bien-être des enfants prématurés hospitalisés. Une évaluation précise de la respiration est essentielle pour guider la pratique clinique et améliorer la compréhension du développement respiratoire chez ces enfants. Cependant, il est important de choisir le bon appareil de surveillance, en tenant compte de la précision de la détection, du caractère non invasif et de la capacité à filtrer les fausses alarmes. C'est pourquoi la précision de détection des événements cardiorespiratoires dépend de la méthode de surveillance utilisée. Beaucoup d'études se sont appuyées sur une surveillance par impédance, qui est la méthode la plus utilisée au sein des services de soins, et sur une documentation précise des événements au sein des dossiers médicaux de chaque patient (Amin et Burnell, 2013, Martin, 2020). Or, la surveillance par impédance est incapable de détecter les événements d'apnée obstructive et la documentation de l'occurrence des événements est sous-estimée renforçant le besoin d'une recherche d'un consensus autour de la surveillance des événements cardiorespiratoires pour une population de nouveau-nés (Di Fiore, 2004). De plus, certaines pratiques de surveillance peuvent générer des artefacts de mesure liés au mouvement du patient, pouvant engendrer un nombre important d'alarmes et désensibiliser le personnel des équipes de soins (*alarm fatigue*) (Di Fiore et *al.*, 2016).

De la revue de littérature, il a été permis de sélectionner deux (2) études observationnelles : l'une s'intéressant à comparer deux modes de surveillance de l'apnée du prématuré (documentation par infirmières vs moniteur cardiorespiratoire) (Amin & Burnell, 2013), l'autre sur la durée de la surveillance à domicile pour des nourrissons libérés avec un diagnostic d'apnée du prématuré (Tauman & Sivan, 2000). Ces deux études mettent l'accent sur l'importance d'une pratique de surveillance, en l'occurrence d'une combinaison d'un moniteur respiratoire et d'un moniteur cardiaque, dans la détection des épisodes d'apnée

permettant à l'équipe de soins ou aux parents de répondre adéquatement aux différentes alarmes du moniteur. Au sein de ces deux études, l'utilisation d'une combinaison d'un moniteur cardiaque et respiratoire pour la surveillance des patients contribue au fait d'utiliser plusieurs méthodes de détection des événements liés à l'apnée pour assurer une surveillance optimale du patient.

La surveillance des épisodes d'apnée chez les nourrissons prématurés est essentielle pour assurer leur sécurité et leur bien-être. Différentes méthodes de surveillance sont utilisées, mais il est recommandé de combiner plusieurs méthodes pour une détection précise. Cependant, certaines de ces méthodes ne sont pas largement utilisées dans les services de soins hospitaliers et sont encore limitées aux cliniques du sommeil ou aux études de recherches. Il est également important de trouver un équilibre entre la précision de la détection et le caractère invasif de la méthode de surveillance.

L'un des impacts majeurs pour les équipes de soins est la survenue de fausses alarmes pouvant entraîner au long terme une désensibilisation à la survenue d'alarme (*alarm fatigue*) pouvant mener les équipes de soins à manquer des interventions pour des épisodes d'apnée (centrale, obstructive ou mixte) ou des événements liés à l'apnée (bradycardie, désaturation). C'est pourquoi le choix du moniteur de surveillance des événements cardiorespiratoires doit se faire sur des critères tels que la précision de la mesure, sa capacité à renseigner de façon continue sur l'état du patient, son critère non invasif et sa capacité à filtrer les fausses alarmes (Di Fiore et *al.*, 2016).

Concernant la surveillance des enfants à domicile, les appareils de surveillance étaient à l'origine utilisés dans le but de réduire l'incidence de la mort subite du nourrisson. Mais plusieurs études ont montré que l'utilisation de ces appareils n'avait aucune incidence sur la mort subite du nourrisson, conduisant l'académie pédiatrique américaine à déclarer que ces équipements n'étaient pas des méthodes efficaces pour prévenir cet événement. Ce même constat est partagé par l'étude menée par Di Fiore (2004), qui avance que les études épidémiologiques ont échoué à démontrer l'impact de l'utilisation d'appareils de surveillance des apnées sur l'incidence de la mort subite du nouveau-né et certaines études montrent qu'il n'existe aucune corrélation entre les deux.

Ce travail a permis de mettre en évidence l'importance de la surveillance des pauses respiratoires chez les enfants prématurés. Les appareils ou moniteurs de mesure physiologique sont considérés comme les meilleures pratiques de surveillance, car ils peuvent quantifier et surveiller en continu plusieurs paramètres tels que la fréquence cardiaque, les mouvements de la paroi thoracique, le débit d'air expiré et la gazométrie sanguine. Cependant, chaque appareil a ses propres caractéristiques de mesure et d'utilisation, ce qui peut avoir un impact sur le bien-être du patient et les soins prodigués par les équipes médicales. Les enfants prématurés sont particulièrement sujets aux épisodes d'apnée, d'hypoxémie intermittente et de bradycardie en raison de l'immaturation de leurs poumons et de leur contrôle respiratoire. La surveillance cardiorespiratoire est donc essentielle pour leur fournir des soins appropriés. Les complications associées aux épisodes d'apnée peuvent inclure l'hypoxémie, l'hypercapnie, la bradycardie et des variations de la pression sanguine, pouvant potentiellement affecter le développement neurologique et psychomoteur à long terme. Différentes méthodes de surveillance sont disponibles, telles que la surveillance de la fréquence cardiaque, la fonction respiratoire et la gazométrie sanguine, mais chacune présente des limitations. Il est recommandé de combiner plusieurs méthodes pour détecter tous les événements cardiorespiratoires liés à un épisode d'apnée. Le choix de l'appareil de surveillance est important pour orienter le diagnostic et guider les soins. Cependant, certaines méthodes de surveillance ne sont pas encore largement utilisées dans les services de soins hospitaliers. En conclusion, une évaluation précise de la respiration est essentielle pour améliorer la pratique clinique et la compréhension du développement respiratoire chez les enfants prématurés, et il est important de choisir des appareils de surveillance appropriés pour assurer une détection précise des événements cardiorespiratoires.

Le questionnaire de balisage externe, qui visait à collecter les différentes pratiques de surveillance des pauses respiratoires, a permis de recueillir les expériences de six institutions différentes, dont cinq au Canada et une en France. À partir de ces retours d'expérience, il est constaté que la population cible, les conditions médicales justifiant la prescription des SPR, ainsi que les inconvénients et les défis liés à la surveillance et au maintien du parc d'appareils rejoignent les préoccupations et les interrogations du comité de pilotage du projet d'évaluation quant à la meilleure pratique (qu'elle soit technologique ou non) de surveillance des pauses respiratoires pour leur population pédiatrique, âgée de 0 à 6 mois, faisant suite à une prise d'opioïdes, en cas d'apnée centrale connue ou en cours d'investigation ou faisant suite à une infection respiratoire (ex: bronchiolite). De plus, plusieurs institutions hospitalières comme le CHUQ et le CIUSSS-CHUS sont dans la même situation que le CHUSJ à savoir qu'ils utilisent aussi un le moniteur d'apnée SmartMonitor pour la SPR et qu'ils partagent les mêmes enjeux d'approvisionnement de nouveaux consommables et de pièces de rechange pour maintenir le parc de moniteurs en état de fonctionnement. Une institution (CUSM) a fait le choix du moniteur physiologique pour assurer la SPR alors que le CHW et le ACH ont fait le choix de plusieurs moniteurs différents pour assurer une surveillance optimale de l'ensemble des pauses respiratoires qu'elles soient d'origine centrale, obstructive ou mixte. Les critères de maintien et la fréquence de réévaluation diffèrent d'une institution à l'autre, cependant, la tendance observée chez les répondants est une réévaluation quotidienne lors des tournées des chambres ou au cas par cas. La SPR est globalement suspendue pour les patients chez qui les pauses respiratoires ont cessé, les épisodes d'apnée sont absents, ou lorsque le schéma respiratoire s'est normalisé. Malgré les différentes méthodes de surveillance d'un répondant à l'autre, les répondants partagent les mêmes craintes concernant la surveillance des pauses respiratoires, notamment la sur-surveillance et la surstimulation des équipes de soins, pouvant conduire à une insensibilité aux alarmes et donc induire un risque pour la santé du patient.

Recommandations

Cette collecte de données (scientifiques, expérientielles et contextuelles) effectuée dans le cadre de l'évaluation des meilleures pratiques de surveillance des pauses respiratoires pour une population pédiatrique, nous (l'UETMIS) permet de répondre aux différentes questions d'évaluation du mandat.

Aux questions « **quels sont les meilleurs moyens de surveillance des pauses respiratoires dans le cas de surveillance post-sédation (prise d'opioïde), de problèmes respiratoires ou d'apnée centrale pour une population pédiatrique âgée de 0 à 6 mois ?** » et « **quels sont les enjeux, défis et impacts liés à l'implantation de ces pratiques pour les patients et les équipes de soins ?** » sachant que :

- L'observation du patient par un membre du personnel infirmier est peu sensible et peu précise (Amin & Burnell, 2013),
- L'observation nécessite des compétences avancées pour interpréter et intervenir en cas d'épisode d'apnée (Amin & Burnell, 2013)
- L'observation mobilise un grand nombre de ressources humaines (Amin & Burnell, 2013),
- L'analyse de la gazométrie d'un sang artériel, méthode de surveillance invasive, ne permet pas une surveillance en continu du patient, mais renseigne son état qu'à un instant t de sa surveillance (Martin, 2021),
- Les jeunes enfants (0 à 6 mois) et les enfants nés prématurés (<37 semaines) avec ou sans faible poids de naissance nécessitent une surveillance cardiorespiratoire accrue de par l'imaturité de la fonction respiratoire (Aggarwal et al., 2001 ; Di Fiore et al., 2016 ; Sale, 2010 ; Tauman & Sivan, 2000),
- Les enfants ayant des problèmes respiratoires, un diagnostic d'apnée centrale ou suite à la prise d'opioïdes lors d'une opération chirurgicale doivent être surveillés pour un risque de survenue d'épisode d'apnée (Sale, 2010),
- Les moniteurs d'apnée ou les moniteurs physiologiques sont capables d'assurer une surveillance en continu du patient (Di Fiore et al., 2016 ; Freed & Martinez, 2017 ; Lim et al., 2021),
- Les moniteurs ne sont généralement capables de surveiller qu'un seul type d'apnée (centrale ou obstructive) (Aggarwal et al., 2001 ; Di Fiore et al., 2016 ; Halbower, 2008),
- Certains appareils comme les pléthysmographes et les capnographes sont encore réservés aux cliniques d'exploration du sommeil (M. L. Langan et al., 2011),
- Bien qu'ils ne détectent pas directement les épisodes d'apnées, les moniteurs physiologiques ou d'oxymétrie de pouls sont des technologies privilégiées par les établissements de santé,
- Le plus grand risque à l'utilisation de ces moniteurs est la multiplication des alarmes et de fausses alarmes de par la capacité des moniteurs à surveiller plusieurs paramètres simultanément et la sensibilité des capteurs aux conditions extérieurs (mouvements du patient, lumière, nuisance sonore), et par conséquent une surstimulation des équipes de soins peut conduire à une désensibilisation aux alarmes (*alarm fatigue*) (Aggarwal et al., 2001 ; Di Fiore, 2004 ; Di Fiore et al., 2016 ; Halbower, 2008 ; Martin, 2021 ; Sale, 2010),
- La mise en place de protocole d'utilisation permet d'éviter une surutilisation de la méthode de surveillance des pauses respiratoires (Questionnaire de balisage externe)

Nous (l'UETMIS) recommandons aux unités des soins médico-chirurgicaux et de médecine pédiatrique d'opter pour une ou plusieurs méthodes de surveillance non invasives, capables de surveiller et de détecter précisément les apnées obstructives et centrales pour assurer une surveillance optimale.

De plus, nous recommandons que les protocoles d'alarmes pour chaque paramètre mesuré par le moniteur soient révisés pour éviter la surstimulation des équipes de soins et ainsi éviter la désensibilisation aux alarmes. Enfin, nous recommandons aux équipes de soins d'établir des protocoles de surveillance des pauses respiratoires (fréquence de révision, maintien ou arrêt de la surveillance) afin de ne pas sur-surveiller les patients.

Enfin, à la question « **quels sont les avantages et les inconvénients de ces pratiques dans la surveillance des pauses respiratoires menant à l'apnée ?** » sachant que (Source : GBM) :

- Le VitaGuard de Ge-Temed, seul appareil de surveillance d'apnée comparable au SmartMonitor, est le seul appareil homologué par Santé Canada,
- L'unique utilisation possible du VitaGuard est pour la surveillance des apnées centrales,
- Le VitaGuard propose des rapports détaillés de chaque surveillance,
- Le volume sonore des alarmes du VitaGuard est moins important que le SmartMonitor,
- Les moniteurs physiologiques et les moniteurs d'oxymétrie de pouls intègrent des fonctionnalités de communications centralisées,
- Les moniteurs physiologiques sont capables de réunir plusieurs méthodes de surveillance au sein d'un même appareil, mais que leur utilisation n'est jamais optimale et que cette technologie reste encore à ce jour dispendieuse,
- Les moniteurs d'oxymétrie de pouls sont des moniteurs polyvalents, capables de surveiller plusieurs paramètres comme la saturation en oxygène, la fréquence cardiaque ou encore la fonction respiratoire (indirectement),
- Les moniteurs d'oxymétrie de pouls sont des appareils simples d'utilisation, qui embarquent une technologie fiable et éprouvée,
- Les moniteurs d'oxymétrie ne fournissent pas de mesure directe de la respiration et ne sont pas équipés de la même technologie de détection des épisodes d'apnée, entraînant une détection moins précise et fiable des épisodes d'apnées.

Nous recommandons au comité de pilotage d'envisager les oxymètres de pouls comme méthode de surveillance des pauses respiratoires de par leur simplicité d'utilisation, leur communication centralisée et leur coût moindre à l'achat comparativement à un moniteur physiologique. De par leur technologie différente d'un moniteur de surveillance d'apnée, une formation des équipes de soins sera nécessaire pour en assurer une utilisation optimale. Les moniteurs physiologiques peuvent être une option viable pour les cas complexes, mais leur acquisition demande un investissement conséquent.

Conclusion

L'objectif de ce rapport d'évaluation est d'étudier les meilleures pratiques de surveillance des pauses respiratoires menant à l'apnée chez les nourrissons âgés de 0 à 6 mois, souffrant de conditions particulières (suite à la prise d'opioïdes, pour les cas d'apnée centrale connue ou en cours de diagnostic, ou en cas d'infections respiratoires). L'objectif ultime est d'aider le personnel soignant des unités de pédiatrie et de chirurgie du CHUSJ à choisir de nouveaux moniteurs de surveillance des pauses respiratoires pour remplacer leurs moniteurs d'apnée SmartMonitor. Ce rapport met en évidence le contexte de la demande, la question centrale à résoudre et les questions spécifiques d'évaluation. La méthodologie de recherche documentaire est décrite, incluant les mots clés, les équations de recherche, l'extraction des données, ainsi que les autres sources d'informations consultées. Pour mener à bien cette évaluation, des données provenant de diverses sources ont été combinées, notamment des bases de données scientifiques et des sources d'informations moins formelles (données grises). De plus, des informations contextuelles ont été recueillies lors d'une rencontre avec le GBM (génie biomédical) du CHU Sainte-Justine. Enfin, des données expérientielles ont été collectées grâce à un questionnaire de balisage externe. L'ensemble de ces éléments a permis de fournir des recommandations éclairées pour la sélection des nouveaux moniteurs de surveillance des pauses respiratoires adaptés aux besoins spécifiques de la population pédiatrique de l'unité des soins médico-chirurgicaux et de l'unité de médecine pédiatrique du CHUSJ.

Il ressort de ce travail que les moniteurs ou appareils de surveillance physiologique sont les pratiques de surveillances des pauses respiratoires le plus souvent plébiscitées par la littérature. En effet, de par leur large panel de paramètres de mesure (oxymétrie, fréquence cardiaque, mouvement thoracique, etc.), ces appareils sont capables d'assurer une surveillance optimale des différents événements respiratoires conduisant à l'apnée qu'elle soit centrale, obstructive ou mixte tout en regroupant plusieurs méthodes de mesure en un seul appareil. Cependant, jusqu'à présent, cette technologie demeure dispendieuse et sous-utilisée, sans atteindre son plein potentiel. Une solution viable économiquement et cliniquement parlant serait l'adoption de moniteurs d'oxymétrie. Le choix de l'appareil doit être un compromis entre la précision des mesures, le caractère non invasif de la méthode de mesure et sa capacité à filtrer et paramétrer le seuil des différentes alarmes. De plus, leur utilisation doit être encadrée par des critères visant à réévaluer la fréquence et le maintien ou l'arrêt de la surveillance.

Références

- Adjei, T., Purdy, R., Jorge, J., Adams, E., Buckle, M., Evans Fry, R., Green, G., Patel, C., Rogers, R., Slater, R., Tarassenko, L., Villarroel, M., & Hartley, C. (2021). New method to measure interbreath intervals in infants for the assessment of apnoea and respiration. *BMJ Open Respiratory Research*, 8(1), e001042. <https://doi.org/10.1136/bmjresp-2021-001042>
- Aggarwal, R., Singhal, A., Deorari, A. K., & Paul, V. K. (2001a). Apnea in the Newborn. *The Indian Journal of Pediatrics*, 68(10), 959-962. <https://doi.org/10.1007/BF02722596>
- Aggarwal, R., Singhal, A., Deorari, A. K., & Paul, V. K. (2001b). Apnea in the newborn. *Indian Journal of Pediatrics*, 68(10), 959-962. <https://doi.org/10.1007/BF02722596>
- Al-Naji, A., Gibson, K., Lee, S.-H., & Chahl, J. (2017). Real Time Apnoea Monitoring of Children Using the Microsoft Kinect Sensor : A Pilot Study. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 17(2), 286. <https://doi.org/10.3390/s17020286>
- Amin, S. B., & Burnell, E. (2013a). Monitoring apnea of prematurity : Validity of nursing documentation and bedside cardiorespiratory monitor. *American Journal of Perinatology*, 30(8), 643-648. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1329694>
- Amin, S. B., & Burnell, E. (2013b). Monitoring apnea of prematurity : Validity of nursing documentation and bedside cardiorespiratory monitor. *American Journal of Perinatology*, 30(8), 643-648. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1329694>
- Arcangela Lattari Balest. (2021, juillet). *Apnée du prématuré—Problèmes de santé infantiles*. Manuels MSD pour le grand public. <https://www.msdmanuals.com/fr/accueil/probl%C3%A8mes-de-sant%C3%A9-infantiles/probl%C3%A8mes-pulmonaires-et-respiratoires-chez-le-nouveau-n%C3%A9/apn%C3%A9e-du-pr%C3%A9matur%C3%A9>
- Bürgin, C., Simmen, P., Gupta, N., Suter, L., Kreuzer, S., Haeberlin, A., Schulzke, S. M., Trachsel, D., Niederhauser, T., & Jost, K. (2022). Multichannel esophageal signals to monitor respiratory rate in preterm infants. *Pediatric Research*, 91(3), 572-580. <https://doi.org/10.1038/s41390-021-01748-4>
- Circadiance. (2019). SmartMonitor 2. *Circadiance*. <https://www.circadiance.com/smartmonitor2/>

- Committee on Fetus and Newborn. American Academy of Pediatrics. (2003). Apnea, sudden infant death syndrome, and home monitoring. *Pediatrics*, 111(4 Pt 1), 914-917.
- Di Fiore, J. M. (2004). Neonatal cardiorespiratory monitoring techniques. *Seminars in Neonatology: SN*, 9(3), 195-203. <https://doi.org/10.1016/j.siny.2003.11.009>
- Di Fiore, J. M., Poets, C. F., Gauda, E., Martin, R. J., & MacFarlane, P. (2016). Cardiorespiratory events in preterm infants : Interventions and consequences. *Journal of Perinatology: Official Journal of the California Perinatal Association*, 36(4), 251-258. <https://doi.org/10.1038/jp.2015.165>
- Eichenwald, E. C., Aina, A., & Stark, A. R. (1997). Apnea frequently persists beyond term gestation in infants delivered at 24 to 28 weeks. *Pediatrics*, 100(3), 354-359.
- Eichenwald, E. C. & Committee on Fetus and Newborn, American Academy of Pediatrics. (2016). Apnea of Prematurity. *Pediatrics*, 137(1). <https://doi.org/10.1542/peds.2015-3757>
- Elder, D. E., Campbell, A. J., & Galletly, D. (2013). Current definitions for neonatal apnoea : Are they evidence based? *Journal of paediatrics and child health*, 49(9), E388-E396.
- Fairchild, K., Mohr, M., Paget-Brown, A., Tabacaru, C., Lake, D., Delos, J., Moorman, J. R., & Kattwinkel, J. (2016). Clinical associations of immature breathing in preterm infants : Part 1-central apnea. *Pediatric Research*, 80(1), 21-27. <https://doi.org/10.1038/pr.2016.43>
- Finer, N. N., Barrington, K. J., Hayes, B. J., & Hugh, A. (1992). Obstructive, mixed, and central apnea in the neonate : Physiologic correlates. *The Journal of pediatrics*, 121(6), 943-950.
- Finer, N. N., Higgins, R., Kattwinkel, J., & Martin, R. J. (2006). Summary proceedings from the apnea-of-prematurity group. *Pediatrics*, 117(Supplement_1), S47-S51.
- Freed, G. E., & Martinez, F. (2017a). The History of Home Cardiorespiratory Monitoring. *Pediatric Annals*, 46(8), e303-e308. <https://doi.org/10.3928/19382359-20170725-01>
- Freed, G. E., & Martinez, F. (2017b). The History of Home Cardiorespiratory Monitoring. *Pediatric Annals*, 46(8), e303-e308. <https://doi.org/10.3928/19382359-20170725-01>

- Gallacher, D. J., Hart, K., & Kotecha, S. (2016). Common respiratory conditions of the newborn. *Breathe*, 12(1), 30-42. <https://doi.org/10.1183/20734735.000716>
- Halbower, A. C. (2008a). Pediatric home apnea monitors : Coding, billing, and updated prescribing information for practice management. *Chest*, 134(2), 425-429. <https://doi.org/10.1378/chest.08-0538>
- Halbower, A. C. (2008b). Pediatric home apnea monitors : Coding, billing, and updated prescribing information for practice management. *Chest*, 134(2), 425-429. <https://doi.org/10.1378/chest.08-0538>
- Janvier, A., Khairy, M., Kokkotis, A., Cormier, C., Messmer, D., & Barrington, K. J. (2004). Apnea Is Associated with Neurodevelopmental Impairment in Very Low Birth Weight Infants. *Journal of Perinatology*, 24(12), 763-768. <https://doi.org/10.1038/sj.jp.7211182>
- Keene, D. J., Wimmer, J. E., & Mathew, O. P. (2000). Does supine positioning increase apnea, bradycardia, and desaturation in preterm infants? *Journal of Perinatology: Official Journal of the California Perinatal Association*, 20(1), 17-20. <https://doi.org/10.1038/sj.jp.7200301>
- Langhan, M., Fy, L., & Ji, L. (2017). The impact of capnography monitoring among children and adolescents in the postanesthesia care unit : A randomized controlled trial. *Paediatric Anaesthesia*, 27(4), 385-393. <https://doi.org/10.1111/pan.13077>
- Langhan, M. L., Chen, L., Marshall, C., & Santucci, K. A. (2011). Detection of hypoventilation by capnography and its association with hypoxia in children undergoing sedation with ketamine. *Pediatric Emergency Care*, 27(5), 394-397. <https://doi.org/10.1097/PEC.0b013e318217b538>
- Lee, H., Rusin, C. G., Lake, D. E., Clark, M. T., Guin, L., Smoot, T. J., Paget-Brown, A. O., Vergales, B. D., Kattwinkel, J., Moorman, J. R., & Delos, J. B. (2012). A new algorithm for detecting central apnea in neonates. *Physiological Measurement*, 33(1), 1-17. <https://doi.org/10.1088/0967-3334/33/1/1>

- Lim, K., Eastwood-Sutherland, C., Marshall, A. P., Gale, T. J., & Dargaville, P. A. (2021). Limitations of thoracic impedance monitoring for central apnoea detection in preterm infants. *Acta Paediatrica (Oslo, Norway: 1992)*, *110*(9), 2550-2552. <https://doi.org/10.1111/apa.15888>
- Martin, R. J. (2021). Review of diagnosis and treatment of neonatal cardiorespiratory events. *Pediatric Medicine*, *4*(0), Article 0. <https://doi.org/10.21037/pm-20-95>
- Martin, R. J., & Abu-Shaweesh, J. M. (2005). Control of breathing and neonatal apnea. *Biology of the Neonate*, *87*(4), 288-295. <https://doi.org/10.1159/000084876>
- Martini, S., Frabboni, G., Rucci, P., Czosnyka, M., Smielewski, P., Galletti, S., Vitali, F., Faldella, G., Austin, T., & Corvaglia, L. (2020). Cardiorespiratory Events in Infants Born Preterm during the Transitional Period. *The Journal of Pediatrics*, *221*, 32-38.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2020.02.037>
- Miller, M. J., & Martin, R. J. (1992). Apnea of prematurity. *Clinics in perinatology*, *19*(4), 789-808.
- Moschino, L., Zivanovic, S., Hartley, C., Trevisanuto, D., Baraldi, E., & Roehr, C. C. (2020). Caffeine in preterm infants : Where are we in 2020? *ERJ Open Research*, *6*(1). <https://doi.org/10.1183/23120541.00330-2019>
- Pelchat, V., Fillion, N., Breton, C., & Duval, S. (2020). *Technique en soins infirmiers : MONITEUR D'APNÉE.*
- Pillekamp, F., Hermann, C., Keller, T., Von Gontard, A., Kribs, A., & Roth, B. (2007). Factors Influencing Apnea and Bradycardia of Prematurity – Implications for Neurodevelopment. *Neonatology*, *91*(3), 155-161. <https://doi.org/10.1159/000097446>
- Poets, C. F., Stebbens, V. A., Samuels, M. P., & Southall, D. P. (1993). The relationship between bradycardia, apnea, and hypoxemia in preterm infants. *Pediatric research*, *34*(2), 144-147.
- Sale, S. M. (2010a). Neonatal apnoea. *Best Practice & Research. Clinical Anaesthesiology*, *24*(3), 323-336. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2010.04.002>

- Sale, S. M. (2010b). Neonatal apnoea. *Best Practice & Research. Clinical Anaesthesiology*, 24(3), 323-336. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2010.04.002>
- Schmidt, B., Roberts, R. S., Davis, P., Doyle, L. W., Barrington, K. J., Ohlsson, A., Solimano, A., Tin, W., & Caffeine for Apnea of Prematurity Trial Group. (2006). Caffeine therapy for apnea of prematurity. *The New England Journal of Medicine*, 354(20), 2112-2121. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa054065>
- Tauman, R., & Sivan, Y. (2000). Duration of home monitoring for infants discharged with apnea of prematurity. *Biology of the Neonate*, 78(3), 168-173. <https://doi.org/10.1159/000014266>
- Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du CHU de Québec-Université Laval. (2021). *SURVEILLANCE PAR SATUROMÉTRIE DES ENFANTS INSCRITS À L'URGENCE OU HOSPITALISÉS POUR UNE PATHOLOGIE RESPIRATOIRE AIGUË* (p. 74).
- Vergales, B. D., Paget-Brown, A. O., Lee, H., Guin, L. E., Smoot, T. J., Rusin, C. G., Clark, M. T., Delos, J. B., Fairchild, K. D., Lake, D. E., Moorman, R., & Kattwinkel, J. (2014). Accurate automated apnea analysis in preterm infants. *American Journal of Perinatology*, 31(2), 157-162. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1343769>

Annexes

Annexe 1 : Nombre d'articles retenus des ETMIS du Québec

ETMIS	Lien	Nombre d'articles en lien avec mandat	Nombre d'articles retenus
CHUM (2007-2023)	chumontreal.qc.ca	0	0
CIUSSS de l'Estrie-CHUS (2003-2022)	santeestrie.qc.ca	0	0
CHU Québec (2006-2023)	chudequebec.ca	<p>3 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Évaluation de la prise en charge postopératoire dans les unités de soins intensifs des patients ayant une comorbidité d'apnée du sommeil - Pratiques de surveillance du rythme cardiaque à l'aide de la télémétrie chez les patients hospitalisés au CHU de Québec-Université Laval - Surveillance par saturomètre des enfants inscrits à l'urgence ou hospitalisés pour une pathologie respiratoire aiguë 	<p>1 :</p> <p>Surveillance par saturomètre des enfants inscrits à l'urgence ou hospitalisés pour une pathologie respiratoire aiguë</p>
IUCPQ - Université Laval (2013-2022)	iucpq.qc.ca	0	0
CCSMTL	ccsmtl-mission-universitaire.ca	0	0

Annexe 2 : Nombre d'articles retenus des institutions d'évaluation de santé

Institution	Pays	Surveillance cardiorespiratoire (Cardiorespiratory monitoring)		Pauses respiratoires (Breathing pauses)	
		Nombre d'articles	Articles retenus	Nombre d'articles	Articles retenus
Haute Autorité de Santé (HAS)	France	146	0	196	0
Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (INESSS)	Canada (Québec)	85	0	35	0
National Institute of health and care excellence (NICE)	Royaume-Uni	7	0	6	0
	Total	238	0	237	0

Annexe 3 : Questionnaire de balisage externe - Pratique de surveillance des pauses respiratoires




Pratique de surveillance des pauses respiratoires

Bonjour,

Vous voici sur la page du questionnaire concernant vos pratiques en matière de surveillance des pauses respiratoires.


Merci de votre précieuse collaboration.

* Obligatoire


1. Quel est votre établissement de santé/hôpital? * 

Sélectionnez votre réponse




2. Quelle est votre profession ? 


- Médecin
- Chef d'équipe / responsable unité de soin
- Infirmières / infirmiers
- Gestionnaire
- Infirmier/ infirmière assistant-e
- Infirmier/ infirmière assistante chef-fe
- Autre

3. Quelles clientèles ont besoin d'une surveillance respiratoire (risque de pauses respiratoires) au sein de votre établissement ? 

- Prématurés
- 0-6 mois
- 6 mois - 2 ans
- 2 ans et plus

4. Dans votre établissement, qui peut prescrire la surveillance des pauses respiratoires ? 

- Médecin
- Infirmier / infirmière
- Infirmier praticien spécialisé (IPS)
- Autre

5. Pour quelles conditions surveillez-vous les pauses respiratoires au sein de votre établissement ? (Plusieurs réponses possibles) 

- Patient souffrant d'apnée centrale connue ou patient en investigation pour une apnée centrale
- Suite à la prise d'opioïde
- En cas de problème respiratoire connu (ex. :Bronchiolite)
- Autre

6. Dans votre établissement, quels sont vos critères menant au choix de cesser la surveillance des pauses respiratoires ? (S'il vous plaît, précisez votre réponse ci-dessous)



Entrez votre réponse

7. Dans votre établissement, à quelle fréquence réévaluez-vous la pertinence de la surveillance des pauses respiratoires ? (S'il vous plaît, précisez votre réponse ci-dessous)



Entrez votre réponse

8. Quel(s) type(s) d'appareils utilisez-vous pour surveiller les pauses respiratoires au sein de votre établissement ? (s'il vous plaît, fournir nom, modèle, marque, etc.)



Entrez votre réponse

9. Parmi les méthodes de surveillance des pauses respiratoires suivantes, quelle(s) est/sont celle(s) que vous utilisez dans votre établissement ? (Plusieurs réponses possibles)



- Moniteur de mouvement respiratoire (Ex.: Impédance, pléthysmographie, etc.)
- Moniteur d'impédance thoracique
- Oxymètre de pouls
- Moniteur de débit (Ex.: Pneumotachographe, thermistor, thermocouple, anémomètre, taux de CO2 en fin d'expiration, etc.)
- Moniteur d'inductance respiratoire
- Surveillance du taux sanguin en O2/CO2 (surveillance transcutanée)
- Surveillance du rythme cardiaque
- Observation
- Moniteur hémodynamique (surveillance du rythme cardiaque, de la saturation et de la respiration)
- Autre

10. Est-ce que d'autres professionnels de santé autres que les médecins contribuent à effectuer la surveillance des pauses respiratoires **à distance** dans votre établissement ?



- Oui
- Non

11. Si oui, quels professionnels de santé effectuent la surveillance **à distance** des pauses respiratoires dans votre établissement ? (S'il vous plait, précisez votre réponse ci-dessous)



Entrez votre réponse

12. Quels sont les inconvénients de votre pratique de surveillance des pauses respiratoires au sein de votre établissement ? (Plusieurs réponses possibles)



Alarm fatigue

Volume des alarmes trop faible

Sur-surveillance

Autre

13. Quels ont été les enjeux liés à l'implantation de la pratique de surveillance des pauses respiratoire au sein de votre établissement ? (Formation, coût, réorganisation, etc.)




Entrez votre réponse

14. Avez-vous des enjeux de fournitures (perte/bris d'équipements, de câbles, etc.) qui doivent être remplacés régulièrement ?




Oui


Non

15. Si oui, quels sont ces enjeux ? 

Entrez votre réponse

16. Quels types d'appareil ou de pratique utilisez-vous pour la surveillance des pauses respiratoires **à domicile**? (S'il vous plait fournir: nom, modèle, marque, etc.) 

Entrez votre réponse

17. Pour terminer, si vous avez des documents (protocole de surveillance, politique d'utilisation, etc.) ou des données (durée de séjour d'hospitalisation) en lien avec la surveillance des pauses respiratoires, merci d'utiliser l'adresse suivante : unite.uetmis.hsj@ssss.gouv.qc.ca 

Si vous voulez ajouter d'autres informations qui n'auraient pas été abordées au cours de ce questionnaire, veuillez l'inscrire dans cet espace dédié.

Entrez votre réponse