

Université de Montréal

**Impact de l'organisation des soins en néonatalogie :  
Association entre les heures supplémentaires infirmières, les  
ressources infirmières, le taux d'occupation et les infections  
nosocomiales**

par Marc Beltempo

Département d'administration de la santé  
École de santé publique

Mémoire présenté  
en vue de l'obtention du grade de Maîtrise en science (M.Sc.)  
en Administration des services de santé  
option Analyse des organisations et systèmes de santé

Décembre 2016

© Marc Beltempo, 2016

## Résumé

**Introduction** : Les infections nosocomiales sont un problème important dans les unités de soins intensifs néonataux (USIN).<sup>1</sup> Peu d'études ont évalué l'association entre la structure des soins et le risque d'infection dans les USIN.

**Objectif** : L'objectif de cette étude était d'évaluer l'association entre les heures supplémentaires infirmières, les ratios d'infirmières disponibles / infirmières recommandées et le taux d'occupation, d'une part, et le risque d'infection nosocomiale à l'USIN, d'autre part.

**Méthodes** : Une étude de cohorte rétrospective qui a inclus 2,236 nouveau-nés admis dans une unité néonatale spécialisée d'une capacité de 51 lits, située au Canada, a été réalisée. Les variables administratives ont été obtenues avec la base de données Logibec et combinées aux issues des patients. Les caractéristiques de l'unité (heures supplémentaires, le ratio d'infirmières disponibles / infirmières recommandées et le taux d'occupation) dans les 3 jours qui précédaient une infection nosocomiale ont été comparées aux jours qui ne précédaient pas d'infection. Des modèles de régression logistique ont été utilisés pour calculer les rapports de cotes ajustés (RCA) pour les autres facteurs de risque.

**Résultats** : Cent vingt-deux patients (5%) ont développé au moins une infection nosocomiale. Un taux d'heures supplémentaires plus élevé était associé avec le risque d'avoir une infection nosocomiale à l'intérieur des 3 jours suivants (RCA, 1.70; Intervalle de confiance 95% [IC 95%], 1.05-2.75, Q4 vs Q1). Le taux d'occupation de l'USIN n'était pas associé avec le risque d'infection nosocomiale dans les jours qui suivent (RCA, 0.85; IC 95%, 0.47-1.51, Q4 vs Q1), ni le ratio d'infirmières disponibles / infirmières recommandées (RCA, 1.16; IC 95%, 0.67-1.99, Q4 vs Q1).

**Conclusion** : Les journées avec des heures supplémentaires infirmières plus élevées étaient associées à un risque accru d'infection nosocomiale dans les 3 jours suivants à l'USIN.

**Mots-clés** : Infections nosocomiales, unité de soins intensifs néonataux, heures supplémentaires infirmières, ratio infirmière-patient, taux d'occupation.

## Abstract

**Background:** Healthcare-associated infections (HCAI) are an important issue in neonatal intensive care units (NICUs).<sup>1</sup> Few studies have assessed the impact of the structure of care on the risk of infection in the NICU.

**Objective:** To assess the association of nursing overtime, nurse staffing and unit occupancy with healthcare-associated infections in the NICU.

**Study Design:** Two-year retrospective cohort study of 2,236 newborns admitted for more than two days in a Canadian tertiary care, 51-bed NICU. Daily administrative data were obtained from the database Logibec and combined to the patient outcomes database. Median values for the nursing overtime hours/total hours worked ratio, the available to recommended nurse staffing ratio and the unit occupancy rate over 3-day periods prior to HCAI were compared to days that did not precede infections. Adjusted Odds Ratios (AOR) that control for the latter factors and unit risk factors were also computed.

**Results:** A total of 122 infants (5%) developed a HCAI. The odds of having HCAI were higher on days that were preceded by a high nursing overtime ratio (AOR, 1.70; 95% Confidence interval [95% CI], 1.05-2.75, Q4 vs Q1). High unit occupancy rates were not associated with increased odds of infection (AOR, 0.85; 95% CI, 0.47-1.51, Q4 vs Q1) nor were higher available/recommended nurse ratios (AOR, 1.16; 95% CI, 0.67-1.99, Q4 vs Q1).

**Conclusion:** Nursing overtime is associated with higher odds of HCAI in the NICU.

**Keywords:** Infant, Healthcare-associated infection, Nosocomial infection, Neonatal intensive care unit, Nursing overtime, Nurse staffing, Unit occupancy.

# Table des matières

Résumé.....	i
Abstract.....	ii
Table des matières.....	iii
Liste des tableaux.....	vii
Liste des figures.....	viii
Liste des sigles et abréviations.....	ix
Remerciements.....	x
Chapitre 1 - Introduction.....	1
1.1 Problématique.....	1
1.2 Objectif.....	3
Chapitre 2 - Revue de la littérature.....	4
2.1 Les unités néonatales.....	4
2.1.1 Organisation des soins en néonatalogie au Canada.....	4
2.1.2 Le « poids » des soins néonataux dans le système de santé.....	5
2.1.3 Les patients admis dans les unités néonatales.....	5
2.1.4 La pertinence des soins par rapport aux coûts.....	6
2.2 Les infections nosocomiales.....	8
2.2.1 Définition.....	8
2.2.2 Incidence et conséquences.....	9
2.3 Structure-processus-résultats.....	10
2.4 Heures supplémentaires infirmières.....	11
2.4.1 Définitions et impacts des heures supplémentaires sur les travailleurs.....	11
2.4.2 Impacts des heures supplémentaires sur les patients.....	11
2.4.3 Conclusion sur les heures supplémentaires.....	13
2.5 Ratio infirmière-patient.....	13
2.5.1 Ratio infirmière-patient et issues.....	13

2.5.2 Conclusion sur le ratio infirmière-patient .....	15
2.6 Le taux d'occupation.....	15
2.6.1 Taux d'occupation et issues.....	15
2.6.2 Conclusion sur le taux d'occupation.....	17
2.7 Association entre les heures supplémentaires, le ratio infirmière-patient et le taux d'occupation.....	18
2.7.1 Trois variables indépendantes.....	18
2.7.2 Relation temporelle entre les variables administratives et risque d'infection .....	19
2.7.3 Point de vue de l'unité ou du patient .....	20
2.8 Conclusion de l'état des connaissances .....	21
2.9 Modèle théorique et hypothèses.....	22
2.9.1 Modèle théorique .....	22
2.9.2 Hypothèses.....	23
Chapitre 3 - Méthodologie .....	25
3.1 Stratégie de recherche .....	25
3.1.1 Devis de recherche.....	25
3.1.2 Validité du devis .....	25
3.2 Population à l'étude .....	26
3.2.1 Population cible et la population à l'étude.....	26
3.2.2 Échantillon.....	27
3.2.3 Stratégie d'échantillonnage.....	28
3.3 Définitions des variables et collecte de données.....	28
3.3.1 Définition des variables .....	28
3.3.2. Source, collecte et qualité des données.....	31
3.4 Analyse des données.....	33
3.5 Respect des règles d'éthique.....	35
Chapitre 4 - Résultats : article.....	37
Association of Nursing Overtime, Nurse Staffing and Unit Occupancy with Healthcare-Associated Infections in the NICU .....	38
ABSTRACT.....	39

INTRODUCTION .....	40
METHODS .....	41
Setting .....	41
Administrative Data Definitions .....	42
Inclusion criteria and case definition .....	43
Data Collection .....	43
Statistical Analysis.....	44
RESULTS .....	45
DISCUSSION.....	47
Strengths and Limitations .....	48
CONCLUSION.....	49
REFERENCES .....	50
Chapitre 5 - Discussion.....	58
5.1 Résumé de l'étude et des résultats .....	58
5.2 Patients, catégories et infections .....	58
5.2.1 Importance de la population des nouveau-nés prématurés .....	58
5.2.2 Facteurs de risque individuel d'infection nosocomiale .....	59
5.2.3 Les types d'infections nosocomiales .....	59
5.3 Caractéristiques de l'unité de soins.....	61
5.3.1 Heures supplémentaires .....	61
5.3.2 Ressources infirmières.....	61
5.3.3 Taux d'occupation .....	63
5.3.4 Fonctionnement de l'unité et relation entre les trois variables .....	63
5.4 Force du modèle utilisé.....	65
5.5 Discussion sur les hypothèses de recherche.....	66
5.5.1 Hypothèse 1, les heures supplémentaires.....	66
5.5.2 Hypothèse 2, les ressources infirmières.....	67
5.5.3 Hypothèse 3, le taux d'occupation.....	68
5.6 Validité interne et causalité.....	68
5.7 Forces et limites .....	70

5.7.1 Forces.....	70
5.7.2 Limites .....	71
5.8 Implications.....	72
5.8.1 Implications pour la gestion.....	72
5.8.2 Implications pour la recherche.....	73
Conclusion .....	75
Bibliographie.....	76
Annexe A : Catégorisation des patients dans les USIN.....	xi
Annexe B : Matrices de collecte de données .....	xii
B1. Matrice sur les caractéristiques des patients .....	xii
Annexe B (suite).....	xiii
B2. Matrice de collecte de données des variables portant sur l'unité.....	xiii
Annexe C : Approbation éthique du CHU de Québec 2013.....	xiv
Annexe D : Renouvellement éthique CHU de Québec 2016.....	xv
Annexe E : Approbation éthique CERES .....	xvi
Annexe F : Autorisation de rédiger un mémoire par article .....	xvii
Annexe G : Accord des coauteurs d'un article inclus dans un mémoire .....	xviii
Annexe H : Preuve de soumission de l'article .....	xix
Annexe I : Tableaux additionnels .....	xx
Annexe J : Figures additionnelles.....	xxvi

## Liste des tableaux

Tableau I.	Table 1. Characteristics of the Study Population.....	54
Tableau II.	Table.2 Unit Daily Characteristics.....	55
Tableau III.	Table 3. Characteristics of the Unit on Days that Precede Healthcare-Associated Infections by 1 to 3 days Compared to Days that do not Precede Healthcare-Associated Infections.....	56
Tableau IV.	Table 4. Logistic regression analyses examining the association of unit factors 1 to 3 days prior to HCAs with the odds of HCAs.....	57
Tableau V.	Comparaison des caractéristiques des patients qui n’ont pas subi d’infection nosocomiale aux patients ayant subi au moins une infection nosocomiale.....	xx
Tableau VI.	Corrélation entre les variables indépendantes (coefficients de corrélation de Pearson)	xxi
Tableau VII.	Comparaison des jours qui ne précèdent pas d’infection nosocomiale aux jours qui précèdent une infection nosocomiale de 1, 2 et 3 jours.....	xxii
Tableau VIII.	Modèles de régression logistique évaluant l’association entre les caractéristiques de l’unité et la probabilité d’une infection 1 jour après.....	xxiii
Tableau IX.	Modèles de régression logistique évaluant l’association entre les caractéristiques de l’unité et la probabilité d’une infection 2 jours après.....	xxiv
Tableau X.	Modèles de régression logistique évaluant l’association entre les caractéristiques de l’unité et la probabilité d’une infection 3 jours après.....	xxv



## Liste des figures

- Figure 1. Modèle théorique des variables influençant le risque d'infection nosocomiale dans une unité de soins intensifs néonataux..... 23
- Figure 2. Matrice de corrélation entre des trois variables indépendantes ..... xxvi

## Liste des sigles et abréviations

ACCSP : Association canadienne des centres de santé pédiatriques

CCVP : Cathéter central veineux périphérique

CDC : Centre for Disease Control

CERES : Comité d'éthique de la recherche en santé

DPSI : Département de prévention et surveillance des infections

H-L : Test de Hosmer-Lemeshow

IC 95% : Intervalle de confiance à 95%

LCR : liquide céphalorachidien

MSSS : Le ministère de la Santé et Services sociaux

NICHHD : National Institute of Child Health and Human Development

NIRRU : Niveau d'intensité relative des ressources utilisées

RC : rapport de cotes

PCR : Protéine C réactive

SARM : Staphylocoque aureus résistant à la méthiciline

SPIN : Surveillance provinciale des infections nosocomiales

USIN : Unité de soins intensifs néonataux

## Remerciements

Je tiens à remercier mon directeur, Pr Régis Blais dont les conseils et le support m'ont guidé vers l'accomplissement de ce projet. Je remercie aussi mon codirecteur et mentor Dr Bruno Piedboeuf, sans qui je n'aurais jamais poursuivi une carrière en néonatalogie et en recherche. Ses conseils, son temps et son appui dans mes projets de carrière m'ont toujours permis d'avancer et mener mes projets à terme. Ses aptitudes en clinique, en recherche, en gestion et son attitude humaine m'inspirent à toujours apprendre et m'améliorer.

Je remercie aussi les autres collaborateurs de ce projet, Mme Michèle Cabot et Pr Guy Lacroix qui ont été d'une aide inestimable dans la compréhension du fonctionnement de l'unité et de la conceptualisation des modèles analytiques. Merci à toute l'équipe médicale et infirmière de l'unité néonatale du CHU de Québec. Mon expérience à Québec a été enrichissante sur le plan académique personnel.

Je tiens à remercier ma femme et ma fille qui m'ont supporté dans cette aventure et qui ont toujours fait preuve de compréhension face à mon horaire chargé. Sans leur support, ce travail n'aurait jamais eu lieu.

# Chapitre 1 - Introduction

## 1.1 Problématique

En 2014, plus de 16,000 nouveau-nés ont été admis dans l'une des 29 unités de soins intensifs néonataux (USIN) du Canada en raison d'un accouchement prématuré, d'hypoxie néonatale ou de malformation congénitale.<sup>1,2</sup> Ces nouveau-nés ont 33% de chances de décéder à l'hôpital ou de survivre avec une morbidité majeure. Parmi les morbidités hospitalières évitables, les infections nosocomiales (infection acquise suite aux soins de santé) affectent 5% de tous les nouveau-nés admis aux USIN.<sup>3</sup> Une infection nosocomiale augmente la durée d'hospitalisation de 7 à 10 jours et les coûts de près de 10,000\$.<sup>4</sup> Les conséquences sont encore plus importantes chez les nouveau-nés prématurés, la présence d'une infection nosocomiale augmente les coûts d'hospitalisation de 20,000\$ et double le risque de séquelles neurologiques à long terme.<sup>5,6</sup> La réduction des infections nosocomiales aux USIN est donc une priorité afin de réduire la mortalité et la morbidité.<sup>7</sup>

Plusieurs études ont déjà examiné des méthodes particulières d'amélioration des processus de soins.<sup>7,8</sup> Par contre, les décisions organisationnelles courantes ont un impact direct sur les issues des patients et représentent une avenue peu explorée pour la réduction des infections nosocomiales en néonatalogie. Parmi les facteurs déterminants, les heures supplémentaires infirmières, le ratio infirmière-patient et le taux d'occupation des unités relèvent de décisions administratives pouvant influencer la qualité des soins. Par contre, les gestionnaires et les cliniciens au Canada ont peu de données probantes pour guider leurs décisions organisationnelles.<sup>9</sup>

Premièrement, les heures supplémentaires infirmières sont couramment utilisées dans les hôpitaux canadiens et représentent un problème courant dans les USIN.<sup>10</sup> Dans une revue systématique de la littérature publiée en 2014, les heures supplémentaires infirmières étaient

associées à une augmentation significative du risque d'infections urinaires et d'accidents/incidents dans la population adulte.<sup>11</sup> Mais, aucune étude n'a évalué l'effet des heures supplémentaires infirmières dans les unités néonatales. Il est donc important de guider les administrateurs dans les cibles d'heures supplémentaires à ne pas dépasser sur les unités. En effet, plusieurs stratégies organisationnelles efficaces (horaires de 12h, augmentation des postes à temps plein, utilisation d'une équipe volante) pourraient réduire les heures supplémentaires afin de maintenir le taux d'heures supplémentaires en dessous de seuils recommandés.<sup>12</sup>

Deuxièmement, le ratio infirmière-patient est un autre enjeu organisationnel pour lequel il existe peu de données probantes en néonatalogie. Une revue de littérature récente suggère qu'un meilleur ratio infirmière-patient est associé à une réduction du risque d'infection nosocomiale chez les prématurés, mais que d'autres études sont nécessaires pour le confirmer.<sup>13</sup> Malgré des recommandations quant au nombre d'infirmières pour chaque quart de travail selon la charge clinique, il existe une variation significative dans les ressources infirmières disponibles pour chaque patient. En effet, le nombre moyen d'heures infirmières travaillées par patient varie entre les USIN du Canada allant de 12 à 23h/patient en moyenne.<sup>9</sup> Il y a donc un besoin d'évaluer l'effet de la charge de travail infirmier sur les risques d'infections.

Troisièmement, la gestion des lits dans les unités néonatales est un enjeu important. Les unités canadiennes fonctionnent avec des taux d'occupation moyens de 90%.<sup>14</sup> Une étude effectuée en Angleterre impliquant 13,515 nouveau-nés a démontré que les nouveau-nés admis lorsque les unités étaient à 100% d'occupation avaient une probabilité deux fois plus élevée d'avoir une infection nosocomiale.<sup>15</sup> Cette étude a été effectuée sur les nouveau-nés admis en 1998 en Angleterre et aucune étude n'a été effectuée sur les risques d'infections nosocomiales au Canada. Il y a donc un besoin de déterminer les taux d'occupation recommandés dans les unités néonatales du Canada.

## **1.2 Objectif**

En bref, les cliniciens et les chefs d'unités prennent quotidiennement des décisions qui affectent les heures supplémentaires, le ratio infirmière-patient et le taux d'occupation. L'objectif de ce projet était de déterminer les impacts des heures supplémentaires, du ratio infirmière-patient et du taux d'occupation sur le risque d'infections nosocomiales dans les USIN.

## **Chapitre 2 - Revue de la littérature**

### **2.1 Les unités néonatales**

#### **2.1.1 Organisation des soins en néonatalogie au Canada**

La régionalisation des soins périnataux a débuté dans les années 70, suite à la reconnaissance du besoin de fournir des soins spécialisés aux mères et nouveau-nés à haut risque.<sup>16,17</sup> Ces soins se sont développés dans des hôpitaux avec des unités néonatales ultraspécialisées.<sup>18</sup> D'importantes réductions dans la mortalité fœto-maternelle ont été attribuées à cette centralisation des soins.<sup>19</sup>

Actuellement, les USIN sont catégorisées selon leur niveau de spécialisation et le type de soins offerts.<sup>20</sup> Les unités de niveau 3, associées à des centres universitaires, offrent des soins intensifs aux nourrissons gravement malades. Les unités de niveau 2 offrent des soins pour les nourrissons ayant des troubles moins complexes. Les unités de niveau 1 situées dans les hôpitaux généraux offrent des soins pour les nouveau-nés en santé. Lorsque l'accouchement d'un nouveau-né à risque est prévisible, la mère accouche dans un centre spécialisé. Dans les situations imprévues, les unités de niveau 1 et 2 ont le rôle de stabiliser les nouveau-nés malades et de prévoir leur transfert vers une unité de niveau 3.

Il y a 29 USIN de niveau 3 au Canada qui prennent en charge tous les nouveau-nés qui requièrent des soins spécialisés.<sup>21</sup> La majorité des unités ont 50 lits et desservent de larges territoires.<sup>22</sup> Les soins néonataux offerts reposent sur des équipes transdisciplinaires qui incluent des médecins, infirmières, inhalothérapeutes, pharmaciens, nutritionnistes, travailleurs sociaux, ergothérapeutes, etc.<sup>23</sup>

### **2.1.2 Le « poids » des soins néonataux dans le système de santé**

En 2014, 16,073 nouveau-nés ont été admis dans une USIN de niveau 3 au Canada.<sup>2</sup> Ces patients nécessitent beaucoup de ressources. En effet, aux États-Unis, les coûts pour les soins des prématurés et bébés nés avec un petit poids pour l'âge gestationnel représentent 27% du budget total des hôpitaux pédiatriques.<sup>24</sup> Le rapport 2012 de l'Association canadienne des centres de santé pédiatriques (ACCSP) démontre que les enfants âgés de 0 à 28 jours sont 29% de la clientèle hospitalisée en centre hospitalier universitaire à mission pédiatrique.<sup>9</sup>

Le coût moyen par jour d'hospitalisation par patient dans les unités néonatales est le deuxième plus élevé (1139\$ à 1890\$) et la durée moyenne d'hospitalisation est la plus longue (13.9 jours) parmi les unités de soins pédiatriques spécialisés.<sup>9</sup> Dans le cas des très grands prématurés nés à moins de 29 semaines de gestation, ces chiffres augmentent significativement. Selon le rapport de 2011 du Réseau néonatal Canadien, la durée moyenne d'hospitalisation des prématurés nés à moins de 29 semaines de gestation est de 97 jours et les frais de l'hospitalisation sont de plus 90,123\$.<sup>25</sup>

### **2.1.3 Les patients admis dans les unités néonatales**

Au Canada, approximativement 8% des nouveau-nés naissent prématurément (avant 37 semaines de gestation), ce qui représente 54,000 naissances vivantes par année.<sup>26</sup> Il s'agit de la raison d'admission la plus fréquente dans les USIN.<sup>9</sup>

Les causes de la prématurité se divisent en deux catégories : (1) accouchement prématuré spontané (60% des cas)<sup>27</sup> et accouchement prématuré indiqué secondaire aux interventions médicales appropriées pour réduire la morbidité et mortalité foeto-maternelle (40% des cas).<sup>28</sup> Dans les accouchements prématurés spontanés, la cause exacte du déclenchement du travail est souvent inconnue, mais plusieurs facteurs y sont associés comme les comportements



maternels, les contributeurs sociodémographiques, les conditions médicales, les facteurs de risques associés à la grossesse, les facteurs environnementaux et les interactions entre l'environnement et la susceptibilité génétique. Dans le cas des accouchements prématurés indiqués, l'accouchement est provoqué pour réduire le risque de complications maternelles ou fœtales (hypertension maternelle, diabète de grossesse, détresse fœtale, anomalie utérine, etc.).

La prématurité est associée à une augmentation du risque de mortalité, de la durée d'hospitalisation et du risque d'anomalies neuro-développementales.<sup>29</sup> Ces risques sont inversement proportionnels à l'âge gestationnel. L'âge gestationnel est le facteur pronostic le plus important puisqu'il est directement proportionnel au développement pulmonaire et cérébral du fœtus.<sup>28</sup> Pour ces raisons physiologiques, les nouveau-nés de moins de 33 semaines sont le plus à risque et nécessitent une prise en charge ultraspécialisée dans une unité des soins intensifs néonataux. De plus, ce groupe représente 30% des admissions (5,400 naissances/année), mais 75% des jours-présences dans les USIN.<sup>2</sup>

#### **2.1.4 La pertinence des soins par rapport aux coûts**

Dans un système de santé avec des ressources limitées, les coûts et les risques de morbidités associés aux soins des prématurés soulèvent des questions éthiques et économiques sur la pertinence des soins.<sup>30-33</sup> Pour répondre à ces questions, il faut d'abord mettre en perspective la probabilité de survie selon l'âge gestationnel, comprendre l'impact des morbidités néonatales, revoir les études économiques et parler du consentement parental.

D'abord, la probabilité de survie est inversement proportionnelle à l'âge gestationnel. Selon les études populationnelles récentes dans les pays développés, les probabilités de survie sont 32% à 23 semaines, 62% à 24 semaines, 77% à 25 semaines, 85% à 26 semaines, 90% à 27 semaines et 94% à 28 semaines.<sup>34-37</sup> Chez les nouveau-nés de 28 à 32 semaines, les probabilités de survie sont près de 97%.

Un autre défi est de prédire le risque de séquelles neurologiques importantes (déficience intellectuelle, paralysie cérébrale, surdité, ou cécité). Ces diagnostics sont rarement faits avant l'âge de 18 mois en raison du développement de l'enfant.<sup>38</sup> De plus, en raison de la plasticité cérébrale, il est difficile de prédire le développement des enfants à long terme malgré l'aide d'imageries cérébrales.<sup>39,40</sup> Ainsi, même si un nouveau-né a une « haute » probabilité de déficit neurologique à long terme, il est difficile de déterminer le risque exact de chaque patient. Par contre, à titre indicatif, les probabilités de survie sans déficit neurologique à long terme sont 35% à 23 semaines, 55% à 24 semaines, 70% à 25 semaines et continue d'augmenter avec l'âge gestationnel.<sup>41-43</sup> Par conséquent, les questions des limites de la viabilité s'appliquent surtout aux nouveau-nés de moins de 25 semaines.

Une particularité des soins néonataux est que la survie est inversement proportionnelle à la durée de séjour hospitalier. En effet, la majorité des décès arrivent dans les premiers jours de vie (souvent en raison de l'immatrité pulmonaire) et les survivants doivent grandir, grossir et acquérir la maturité physiologique pour être libéré de l'hôpital.<sup>23</sup> Il s'agit d'une notion contraire à la majorité des soins intensifs adultes où la durée de séjour est proportionnelle au risque de mortalité.<sup>44</sup>

Les soins d'un nouveau-né de 25 semaines qui survit coûtent approximativement 150,000\$.<sup>45-47</sup> Mais, il faut ensuite considérer la productivité économique sociale de cet enfant qui devient adulte puisqu'il a toute une vie après l'hospitalisation.<sup>48</sup> Cela rend l'évaluation économique des soins complexe. Les quelques études qui ont analysé cette question ont déterminé que même les soins sélectifs (selon les autres facteurs de risque) aux grands prématurés de moins de 25 semaines étaient coût-utilitaires et coût-efficaces.<sup>47,49-51</sup>

En bref, la majorité des sociétés médicales recommandent des soins actifs pour les nouveau-nés de plus de 24 semaines.<sup>30,52,53</sup> Pour les nouveau-nés de moins de 25 semaines, il est recommandé d'évaluer les risques en fonction des informations cliniques et de déterminer

avec la famille le type de soins le plus appropriés après la naissance (soins palliatifs versus soins actifs).

## 2.2 Les infections nosocomiales

### 2.2.1 Définition

Le terme « infection nosocomiale » du nouveau-né réfère à une infection acquise après plus de 48 h d'hospitalisation et qui n'a pas été transmise à la naissance via le placenta ou qui n'est pas une réactivation d'une maladie latente comme l'herpès, la syphilis ou la tuberculose.<sup>54</sup> Malgré la simplicité de cette définition, il existe plusieurs façons de l'appliquer selon le type d'infection, le type de bactérie et les critères diagnostiques.<sup>55</sup>

Les infections nosocomiales regroupent plusieurs sites d'infection comme les infections urinaires, les infections acquises sous ventilateurs, les infections virales, les pneumonies, les infections de plaies chirurgicales, les bactériémies, les infections associées à des cathéters centraux, les méningites, etc. Les bactériémies (présence de bactérie dans le sang) représentent près de 90% des infections nosocomiales chez les nouveau-nés admis dans des unités néonatales.<sup>56</sup> De plus, comme il s'agit d'une infection systémique, la bactériémie est associée avec une augmentation de morbidités à long terme.<sup>6</sup> La méningite bactérienne est rare, mais il s'agit d'une infection grave avec des risques de morbidité et mortalité importants. Ainsi, le terme infection nosocomiale réfère le plus souvent à la présence d'une bactériémie et/ou méningite chez un patient admis plus de 2 jours<sup>57</sup> et sera la définition utilisée pour le présent travail.

Les bactéries qui causent les infections nosocomiales aux USIN sont les *Staphylocoques coagulase négative*<sup>58</sup> dans 70% des cas, les bactéries Gram positif dans 15%, les bactéries

Gram négatif dans 13% et des infections fongiques dans 2% des cas.<sup>6,58</sup> Le diagnostic d'infection nosocomiale se fait par la mise en évidence d'une bactérie dans une prise de sang ou échantillon le liquide céphalorachidien (LCR). Par contre, les CoNs sont considérés des contaminants de la peau chez l'adulte, mais sont des pathogènes importants chez les prématurés. Le Center for Disease Control (CDC) exige deux prises de sang pour le diagnostic d'une bactériémie à CoNs.<sup>59</sup> Par contre, chez les nouveau-nés prématurés, l'obtention de deux échantillons de sang est techniquement difficile et représente un grand volume de sang par rapport au volume de sang dans le bébé.<sup>60</sup> Ainsi, le Réseau néonatal canadien n'exige pas d'avoir deux prises de sang<sup>21</sup> au contraire du réseau américain du National Institute of Child Health and Human Development (NICHD).<sup>57</sup> L'absence d'un deuxième échantillon de sang diagnostic surestime le taux d'infection à *Staphylococcus coagulase négative* de près de 10 à 20%.<sup>61</sup> Ainsi, en l'absence d'un deuxième échantillon de sang, le NICHD demande d'avoir la présence d'un marqueur biochimique d'infection comme la protéine C réactive (PCR). Ce marqueur est utilisé dans plusieurs unités au Canada et permet de réduire le taux de faux positifs.

Pour le présent travail, le terme infection nosocomiale réfère à la présence d'une bactérie dans le sang (un seul échantillon requis) ou le LCR avec une élévation de la PCR dans un patient admis plus de deux jours.

### **2.2.2 Incidence et conséquences**

Les infections nosocomiales en néonatalogie affectent 5% de tous les nouveau-nés admis dans les USIN.<sup>6</sup> Par contre, cette proportion est de 15% dans la population des nouveau-nés prématurés de moins de 33 semaines. Un nouveau-né prématuré qui développe une infection nosocomiale reste 17 jours de plus à l'hôpital, coûte 23,901\$ supplémentaires<sup>5</sup> et double la probabilité d'avoir des anomalies neuro-développementales à long terme comparativement à un nouveau-né prématuré du même âge gestationnel qui ne développe pas d'infection nosocomiale.<sup>62</sup> Plusieurs études ont déjà été effectuées sur les facteurs de risque pour les

infections nosocomiales et recommandent d'ajuster les taux en conséquence.<sup>63</sup> Lorsque le risque d'infection est analysé du point de vue de l'unité, les facteurs de risque inclus sont la présence d'un cathéter central et l'acuité des patients. L'acuité des patients peut être déterminée par l'âge gestationnel des patients ou selon des catégories d'acuité.<sup>6</sup> Pour expliquer la variation des taux d'infection entre plusieurs unités il faut aussi considérer les pratiques médicales comme le taux de compliance avec les mesures d'hygiène des mains, les techniques d'entretien et maintien des voies centrales et l'utilisation inappropriée d'antibiotiques.<sup>7,63</sup>

## **2.3 Structure-processus-résultats**

La qualité des soins est déterminée par la composition physique du système de soins de santé (structure), la qualité des interactions entre le personnel médical et les patients (processus) et les issues de santé (résultats).<sup>64</sup> Les mesures quantitatives de structure de soins de santé comme le nombre de médecins et infirmières sont relativement faciles à obtenir.<sup>65</sup> Par contre, la valeur prédictive sur les issues des patients est difficile à évaluer, car plusieurs facteurs peuvent influencer cette relation. Plusieurs études suggèrent que la structure du personnel de la santé est associée aux issues des patients adultes.<sup>7,8,66-69</sup> Peu d'études l'ont examiné en néonatalogie.

Les infirmières jouent un rôle de premier plan dans les soins des nouveau-nés.<sup>70</sup> Plusieurs processus de soins dépendent directement du personnel infirmier (prise de sang, installation de soluté, titrage de l'oxygène, mobilisation du patient, entretien des voies centrales, etc.). Par contre, il existe peu de littérature sur l'impact de l'organisation du personnel infirmier en néonatalogie. Ainsi, les heures supplémentaires infirmières, le ratio infirmière-patient et le taux d'occupation des unités relèvent de décisions administratives pouvant influencer la qualité des soins.

## **2.4 Heures supplémentaires infirmières**

### **2.4.1 Définitions et impacts des heures supplémentaires sur les travailleurs**

Les heures supplémentaires infirmières sont définies par la loi comme les heures travaillées au-delà des heures de l'horaire de travail régulier<sup>71</sup> et représentent une problématique importante dans les USIN canadiennes.<sup>10</sup> Les heures supplémentaires arrivent lorsque l'infirmière travaille des heures au-delà de son horaire quotidien prévu. De plus, chaque heure travaillée au-delà des 37,5 heures par semaine est considérée comme supplémentaire. Une revue de littérature récente a démontré que peu importe sa forme (obligatoire versus volontaire), les heures supplémentaires étaient associées à une augmentation de la fatigue, dépression et blessures liées au travail.<sup>11</sup> De plus, que les heures supplémentaires soient effectuées en allongeant les quarts de travail ou en augmentant le nombre de quarts travaillés (au-delà de 37,5 h), elles semblent avoir les mêmes effets délétères sur le risque d'erreur médicale.<sup>72</sup> Ainsi, les infirmières qui effectuent des heures supplémentaires sont plus à risque de se blesser, d'effectuer des erreurs de dosage de médicament, d'effectuer des erreurs techniques et de ne pas se conformer aux mesures d'hygiène<sup>73,74</sup>.

### **2.4.2 Impacts des heures supplémentaires sur les patients**

Les heures supplémentaires sont souvent analysées du point de vue de l'unité puisque les infirmières travaillent en équipe et participent aux soins des patients au-delà de leur assignation prévue.<sup>9</sup> Ainsi, les heures supplémentaires peuvent être vues comme un facteur de risque organisationnel pour l'unité. Par exemple, Cimiotti a effectué un sondage auprès de 7,076 infirmières dans 161 hôpitaux américains pour adultes.<sup>75</sup> Les hôpitaux qui avaient plus d'heures supplémentaires avaient de plus hauts taux d'infections nosocomiales. Une limite de

cette étude était que l'évaluation des heures supplémentaires reposait sur un questionnaire utilisant une échelle allant de « rarement » à « toujours ».

Stone a effectué une étude avec 15,846 patients dans 51 unités de soins intensifs adultes pour évaluer l'impact de l'organisation du travail infirmier sur les issues des patients.<sup>76</sup> Il a exprimé les heures supplémentaires en ratio d'heures supplémentaires/heures totales travaillées mensuellement afin de comparer les unités. Il a ensuite comparé le risque d'infection des patients selon leur exposition mensuelle aux heures supplémentaires (selon le quartile). Ils ont démontré que lorsque le ratio d'heures supplémentaires / heures totales travaillées était au second et troisième quartile, les risques d'infection urinaire augmentaient significativement. Une force méthodologique de cette étude était l'expression des heures supplémentaires en ratio d'heures supplémentaires / heures totales infirmières travaillées afin de permettre la comparaison entre les unités. Par contre, le fait de regrouper les données mensuellement (au lieu de par jour) perd une partie de la force explicative des associations entre les heures supplémentaires et les issues. Aussi, l'étude n'a pas démontré d'effet sur les autres types d'infections nosocomiales (associé aux voies centrales, pneumonie acquise sous ventilateur) ni sur la mortalité.

Dans une étude rétrospective portant sur 7,474 nouveau-nés admis dans une unité néonatale, Beltempo et al. ont démontré que les heures supplémentaires infirmières journalières (exprimées en pourcentage des heures totales) étaient associées au risque d'accident/incidents médicaux.<sup>77</sup> Les auteurs ont ajusté le risque pour le ratio infirmière-patient et ont démontré qu'un ratio adéquat a été maintenu tout au long de la période étudiée. Par contre, le risque d'infection n'a pas été évalué dans cette étude. Ces résultats sont concordants avec d'autres études qui démontrent que les heures supplémentaires infirmières augmentent la morbidité dans des populations adultes.<sup>72,73,78</sup>

### **2.4.3 Conclusion sur les heures supplémentaires**

En bref, il y a plusieurs façons d'exprimer les heures supplémentaires infirmières. La méthode qui exprime les heures supplémentaires en pourcentage des heures totales travaillées est la méthode privilégiée pour analyser l'impact des heures supplémentaires sur les issues des patients.<sup>73,75,76</sup> Une seule étude a évalué l'impact des heures supplémentaires sur les risques d'accident et incident en néonatalogie et n'a pas évalué les infections. Il y a donc un manque de données sur les impacts des heures supplémentaires infirmières sur les issues des prématurés.

## **2.5 Ratio infirmière-patient**

### **2.5.1 Ratio infirmière-patient et issues**

Il existe une hétérogénéité dans les études sur l'impact des ratios infirmière-patients sur les issues néonatales.<sup>13</sup> En effet, les ratios peuvent être exprimés de plusieurs façons (heures infirmières travaillées / patient par jour, nombre d'infirmières par patient par jour, nombre d'infirmières divisé par le nombre de lits total de l'unité). De plus, la méthode d'évaluation de l'effet du ratio sur les issues peut varier.

D'abord, Hamilton a évalué l'effet du ratio infirmière-patient sur les issues de 2,585 nouveau-nés avec un poids de naissance de moins de 1,500g.<sup>79</sup> Il a exprimé le ratio infirmière-patient en comparant le nombre d'infirmières à chaque quart de travail au nombre recommandé par les guides de gestion au Royaume-Uni. L'auteur a démontré que l'exposition longitudinale des patients à moins de ressources infirmières était associée à une augmentation du risque de mortalité, mais pas d'infections nosocomiales, ni d'hémorragies cérébrales. Une limite de cette



étude est que la méthode de calcul du nombre d'infirmières recommandé par quart de travail est basée sur les recommandations du Royaume-Uni et que le contexte organisationnel des unités néonatales est différent de celui du Canada (population plus petite sur un plus grand territoire avec des unités spécialisées dispersées sur le territoire).

Dans une étude sur deux unités néonatales de New York, les chercheurs ont évalué l'effet du nombre d'heures infirmières journalières travaillées par patient dans les 48h avant un épisode d'infection nosocomiale.<sup>75</sup> Ils ont trouvé qu'un nombre d'heures / patient plus bas était associé à un risque plus élevé d'infection.

Callaghan a évalué les effets des ratios heures infirmières / patient / jour pendant les trois premiers jours de vie de 692 prématurés (<1,500g) sur leur risque de mortalité hospitalière.<sup>80</sup> Un ratio plus bas était associé avec un risque accru de mortalité, mais les auteurs n'ont pas évalué le risque d'infection nosocomiale.

Profit a aussi regardé le ratio infirmière-patient et n'a pas pu démontrer une association avec les issues néonatales.<sup>65</sup> Cette étude portait sur une population de 850 nouveau-nés de 30 à 34 semaines d'âge gestationnel, groupe qui a de plus faibles risques de complications néonatales limitant ainsi la puissance de l'étude. Une force de cette étude est que les auteurs ont développé des modèles de régression logistique pour évaluer l'effet de l'exposition cumulée de chaque patient au ratio infirmière-patient.

Rogowski a effectué une étude de cohorte rétrospective avec plus de 10,000 prématurés de moins de 29 semaines aux Etats-Unis.<sup>81</sup> Elle a combiné les résultats de deux sondages à des moments différents auprès des infirmières pour évaluer le degré de pénurie infirmière (basé sur des recommandations de ratio infirmière-patient selon l'acuité des patients). Elle a ensuite calculé le ratio de quarts de travail effectué par des infirmières avec une trop grande charge de travail. Elle a démontré que les hôpitaux qui respectaient moins les recommandations de ratio

infirmière-patient avaient un plus haut taux d'infection. L'étude ne pouvait pas évaluer la relation temporelle entre les moments où il y avait moins d'infirmières et une augmentation du taux d'infection. Ainsi, il est difficile de dire si le non-respect des recommandations de ratio infirmière-patient était un proxy pour la fatigue ou une moins bonne structure organisationnelle.

## **2.5.2 Conclusion sur le ratio infirmière-patient**

En bref, il existe plusieurs méthodes pour exprimer le ratio infirmière-patient. La méthode privilégiée implique d'évaluer les besoins infirmiers et de calculer un ratio d'infirmières disponibles / infirmières recommandés.<sup>13</sup> Cela permet d'ajuster pour les besoins des patients qui varient d'un jour à l'autre. Il existe plusieurs méthodes pour évaluer les besoins infirmiers selon le nombre et l'acuité des patients.<sup>82-84</sup> Au Québec, les patients sont catégorisés selon leur acuité (A, B, C et D), la catégorie A correspondant à un patient plus aigu (Annexe A).<sup>85</sup> Chaque catégorie de patients a un ratio infirmière-patient recommandé. Ainsi, la façon d'évaluer l'association entre l'exposition au ratio et les issues devrait être ajustée selon le ratio du nombre d'infirmières disponibles divisé par le nombre d'infirmières recommandées.

## **2.6 Le taux d'occupation**

### **2.6.1 Taux d'occupation et issues**

Dans une étude multicentrique sur 13,334 nouveau-nés admis dans des unités néonatales au Royaume-Uni,<sup>15</sup> Tucker et al. ont évalué l'impact du taux d'occupation et du ratio infirmière-patient à l'admission des patients sur les issues néonatales. L'étude a démontré que le risque de mortalité hospitalière augmentait lorsque le patient était admis dans une unité avec un taux

d'occupation élevé. Par contre, l'étude n'a pas démontré d'effet du taux d'occupation sur le risque d'infection nosocomiale ni d'hémorragie intracrânienne. Une limite de l'étude de Tucker est la méthode d'évaluation de l'association entre le taux d'occupation à l'admission et le risque d'infection nosocomiale. Il y a peu d'évidence physiologique pour évaluer une association entre le taux d'occupation de l'unité à la naissance et le risque d'infection dans les semaines suivantes puisque les infections se développent dans les 24-72 heures avant l'apparition des symptômes.<sup>63,86</sup> C'est pourquoi, d'autres études proposent d'évaluer l'effet du taux d'occupation dans les 24-72h avant l'infection.<sup>75</sup>

Dans une étude multicentrique sur une population adulte, Cunningham a démontré une association entre un taux d'occupation moyen annuel élevé et un plus grand risque d'infection à *Staphylocoque aureus* résistant à la méthiciline (SARM).<sup>87</sup> L'étude n'a pas ajusté pour les facteurs de risque individuels des patients, mais illustre comment le taux d'occupation peut contribuer au risque d'infection en comparant diverses unités adultes.

Afin de préciser la relation entre le taux d'occupation et les issues, une étude unicentrique dans une unité de médecine adulte a trouvé une association entre les taux mensuels d'occupation moyens et le risque d'infection à SARM.<sup>88</sup> Dans cette étude, il y avait une variation significative du taux d'occupation d'un mois à l'autre allant de 70 à 90%. Par contre, d'autres études dans la population adulte n'ont pas démontré d'association entre le taux d'occupation et le risque d'infection hebdomadaire.<sup>89</sup>

Dans une large étude populationnelle au Canada, les auteurs ont évalué l'association entre le taux d'occupation dans les unités néonatales à l'admission et le risque de mortalité et morbidités des nouveau-nés.<sup>22</sup> L'étude a inclus 23 unités néonatales et 9978 nouveau-nés et n'a pas trouvé d'association entre le taux d'occupation et le risque de morbidité et mortalité. Par contre, les issues n'incluaient pas les infections nosocomiales. De plus, bien que la qualité des soins aux nouveau-nés dans la première journée soit déterminante, il ne s'agit pas du seul facteur.<sup>69,90</sup>

Un rapport canadien récent a montré que le taux d'occupation dans une USIN peut varier grandement à l'intérieur même d'une journée allant de 0 à 20% de variation selon la taille de l'unité.<sup>2</sup> Cette variation dans le taux d'occupation à l'intérieur d'une journée influence grandement les besoins infirmiers et le besoin de nettoyer des chambres/lits rapidement pour faire de la place pour de nouveaux patients. Effectivement, dans une unité de médecine adulte, les risques d'infections nosocomiales augmentaient lorsque le « temps de roulement » (temps entre le congé d'un patient et une nouvelle admission) diminuait.<sup>91</sup> Ainsi, il est important d'ajuster pour le nombre d'admissions journalières lorsque l'on étudie l'impact du taux d'occupation.

Le taux d'occupation acceptable pour chaque unité semble varier. Cela est possiblement lié au financement différent des unités entre les régions, provinces et pays. En effet, le financement des unités (dollars par lit) varie grandement d'une unité à l'autre.<sup>9</sup> Cette variation dans le financement a une influence sur le nombre d'employés par quart de travail.<sup>92</sup> Ainsi, l'effet d'un taux d'occupation à 100% ne serait pas le même dans une unité dont le financement est basé sur un taux d'occupation de 75% versus une unité dont le financement est basé sur un taux d'occupation de 100%. Par contre, cette notion de financement basé sur un taux d'occupation ou le niveau d'activité des unités varie d'une unité à l'autre. Cela expliquerait pourquoi l'effet du taux d'occupation varie d'une unité à l'autre.

### **2.6.2 Conclusion sur le taux d'occupation**

En bref, l'impact du taux d'occupation sur le risque d'infection dans les USIN demeure incertain dans la littérature et semble varier selon l'organisation des unités. En effet, dans certaines unités un taux d'occupation élevé est associé à une augmentation de la mortalité, mais pas les autres issues.<sup>15</sup> D'autres études n'ont pas démontré d'augmentation des risques d'issues adverses comme les infections.<sup>89</sup> Les études diffèrent par leur méthodologie. Elles ont

évalué l'impact du taux d'occupation à la naissance, le taux d'occupation mensuel et le taux d'occupation annuel. Pour les infections nosocomiales en néonatalogie, il semble préférable de prendre en considération le taux d'occupation les jours précédant l'épisode d'infection et d'ajuster pour le nombre d'admissions.<sup>63</sup>

## **2.7 Association entre les heures supplémentaires, le ratio infirmière-patient et le taux d'occupation**

### **2.7.1 Trois variables indépendantes**

Il existe un lien entre les trois variables principales. Plusieurs études ont démontré que lorsque le taux d'occupation augmente, il y a une augmentation des heures supplémentaires et une diminution du ratio infirmière-patient.<sup>93</sup> Par contre, plusieurs autres facteurs influencent les heures supplémentaires comme le nombre d'infirmières disponibles, l'acuité des patients, le type d'horaire infirmier et le moment de l'année.<sup>10,94,95</sup> Dans une étude récente sur les facteurs associés avec les heures supplémentaires infirmières dans une USIN, les auteurs ont trouvé que le quart de travail, la période de l'année (été versus reste de l'année) et l'organisation du travail (nombre de postes temps plein) étaient associés aux heures supplémentaires infirmières.<sup>96</sup> De plus, une augmentation des heures supplémentaires était associée à un meilleur ratio infirmière-patient. Ainsi, la relation entre les trois variables semble influencée par plusieurs autres facteurs.

Par ailleurs, l'effet du taux d'occupation sur les risques d'effets adverses ne se fait pas uniquement via la charge du travail infirmier, mais aussi via la charge de travail des autres professionnels de la santé.<sup>15</sup> Il est donc raisonnable de voir les heures supplémentaires, le ratio infirmière-patient et le taux d'occupation comme trois variables indépendantes ayant des effets sur la qualité des soins.<sup>76</sup>

## **2.7.2 Relation temporelle entre les variables administratives et risque d'infection**

Tel que mentionné précédemment, le lien entre structure et résultats de santé peut être difficile à évaluer particulièrement pour les infections où les moments qui précèdent l'infection sont souvent mal définis.<sup>63</sup> En effet, les événements exacts qui mènent à la dissémination de la bactérie dans le sang sont mal connus. Il peut s'agir d'un bris de peau pour un prélèvement sanguin, l'administration d'un médicament de façon non stérile, un changement de soluté, changement non stérile du pansement d'une voie centrale, etc. Souvent un événement précis (même lorsque toutes les précautions d'hygiène sont respectées) ne peut être identifié et l'on doit plutôt parler d'un contexte à risque.<sup>97</sup> Basé sur les études qui ont démontré une association entre la structure des soins (ratio infirmière-patient et infections)<sup>75</sup> et les infections nosocomiales ainsi que sur les études qui ont évalué le risque d'infection avec des procédures invasives,<sup>98-100</sup> il est raisonnable de croire que les événements responsables arrivent dans les 24 à 72h avant les signes de l'infection.

Certaines études ont tenté de mieux définir le lien temporel entre les facteurs de risque organisationnels et les infections nosocomiales.<sup>89,100</sup> L'analyse de survie permet de modéliser le risque d'infection en fonction du temps suite à l'exposition aux variables organisationnelles. Le risque d'infection devient donc une variable qui est lié au temps. Ces types d'analyses ont permis de déterminer que le risque d'infection est en général plus élevé dans le 24 à 72 h suivant l'exposition. Par contre, comme le taux d'heures supplémentaires (et autres variables) entre des journées adjacentes est fortement corrélé, il est difficile de déterminer quel jour a le plus contribué au risque d'infection. De plus, la modélisation d'une variable dépendante en fonction du temps est idéale pour l'analyse d'une issue qui se développe sur période plus prolongée de temps. Aussi, il fait peu de sens biologiquement d'analyser le risque d'infection nosocomiale dans une unité néonatale au-delà des 72 heures suivant l'exposition. Ainsi, une

analyse de survie pour chacun des trois jours suivant l'exposition apporterait peu de nouvelles informations. Pour cette raison, la majorité des études sur le sujet ont modélisé le risque d'infection nosocomiale en fonction d'une exposition prédéterminée allant de 24 à 72 heures avant le développement d'une complication.<sup>21,81</sup>

### **2.7.3 Point de vue de l'unité ou du patient**

Dans la littérature, les études ont utilisé plusieurs devis et approches pour évaluer l'association entre la structure des soins et les risques d'infections. Certaines études ont analysé le risque individuel du patient basé sur son exposition et d'autres ont analysé le risque d'infection du point de vue de l'unité. Les deux approches comportent des défis méthodologiques et des avantages.

Les études basées sur le patient examinent l'impact des variables administratives sur son risque de développer une complication. Par exemple, dans son étude multicentrique sur 13,334 nouveau-nés admis dans des unités néonatales au Royaume-Uni, Tucker a évalué les impacts du taux d'occupation de l'unité néonatale (variable indépendante) sur le risque de décès de chaque patient (variable dépendante).<sup>21</sup> Du point de vue statistique, l'analyse basée sur le patient permet de modéliser et d'ajuster le risque pour chaque patient selon son exposition. Cela est idéal pour des issues qui n'arrivent qu'une seule fois par patient et dont l'exposition est définie de la même façon pour tous les patients (ex : le taux d'occupation à l'admission). Dans le cas des infections nosocomiales, l'analyse basée sur le patient est plus complexe du point de vue statistique, car elle doit considérer que l'exposition du patient aux variables organisationnelles (variables indépendantes) change chaque jour. Plusieurs méthodes statistiques comme l'analyse de survie ou des modèles à équation d'estimation généralisée peuvent être utilisés pour adresser le problème de l'exposition répétée qui change chaque jour.<sup>100,120</sup> Malgré cela, la limite principale d'une analyse des infections nosocomiales basée sur le patient est que les données de gestion sont basées sur l'unité : nous ne savons pas si le

bébé qui a souffert d'une infection nosocomiale a été pris réellement en charge par une infirmière travaillant des heures supplémentaires ou quel est le ratio infirmière / patient de l'infirmière que le patient a réellement reçu.

Une analyse basée sur l'unité regarde si l'occurrence d'une infection nosocomiale dans l'unité est précédée par des taux importants d'heures supplémentaires, des ratios infirmière-patient plus bas ou des taux d'occupation plus élevés dans les jours précédents. Une infection nosocomiale est généralement considérée comme un événement multifactoriel qui implique tous les intervenants.<sup>63</sup> Ainsi, l'analyse basée sur l'unité est couramment utilisée dans la littérature pour l'analyse des infections nosocomiales, car elle permet de conceptualiser l'unité comme un organisme qui subit l'infection.<sup>76,87,91</sup> Du point de vue statistique, les modèles de régression logistique permettent d'ajuster pour les autres facteurs de risque organisationnels. Du point de vue statistique, cette méthode donne généralement des résultats similaires aux analyses basées sur le patient.<sup>81</sup>

En bref l'analyse basée sur le point de vue de l'unité comme point d'analyse permet de mieux comprendre l'organisation comme un organisme fonctionnel. Comme les facteurs sont organisationnels, nous suggérons de prendre le point de vue de l'organisation pour mieux comprendre le risque d'infection.

## **2.8 Conclusion de l'état des connaissances**

En résumé, les infections nosocomiales en néonatalogie représentent une problématique importante pour le système de soins de santé. La structure des soins (heures supplémentaires infirmières, ressources infirmières disponibles, taux d'occupation) est possiblement associée avec ces risques et représente un sujet peu étudié en néonatalogie. La structure des soins (les heures supplémentaires, le ratio infirmière-patient et le taux d'occupation) dans les trois jours avant les symptômes de l'infection sont possiblement lié avec le risque d'infection. Par contre,



il y a un manque de données probantes dans la littérature pour guider les décisions administratives sur l'association entre structure et résultats.

## **2.9 Modèle théorique et hypothèses**

### **2.9.1 Modèle théorique**

La littérature montre qu'il existe des liens entre le taux d'occupation et les deux autres variables (heures supplémentaires, ratio infirmière-patient), mais qu'il est raisonnable de croire que ces trois variables ont des effets indépendants sur les issues des patients. Par contre il faut ajuster l'effet de chacune de ces trois variables en fonction de covariables jugées importantes (nombre de patients très malades sur l'unité, nombre de patients avec un cathéter central, nombre d'admissions par jour). Le modèle théorique retenu va donc en ce sens (Figure 1). Chacune des variables indépendantes a un effet sur le risque d'infection nosocomiale à l'unité néonatale.

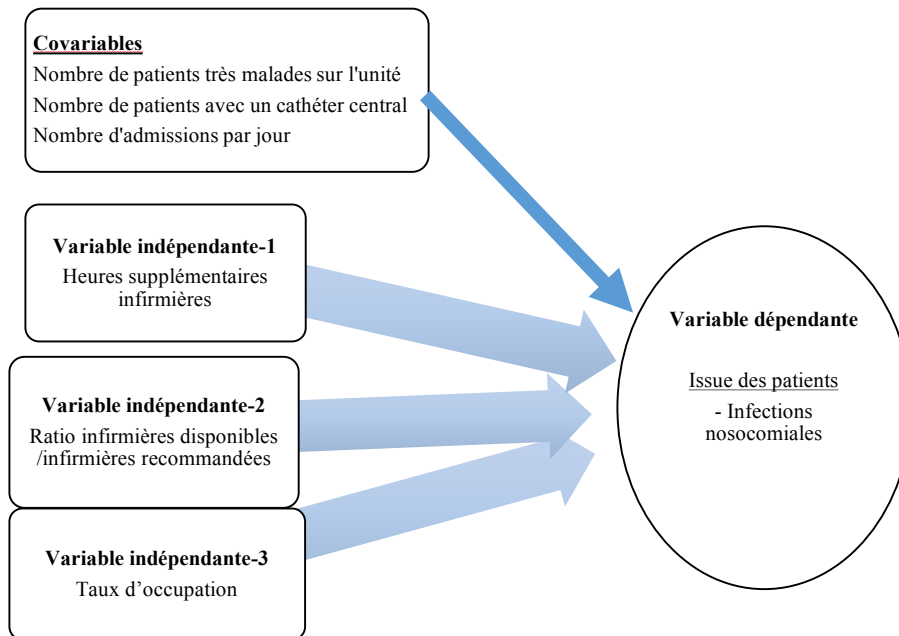


Figure 1. Modèle théorique des variables influençant le risque d'infection nosocomiale dans une unité de soins intensifs néonataux

## 2.9.2 Hypothèses

L'état des connaissances démontre une possible association entre les trois variables indépendantes et l'augmentation des infections nosocomiales. Les trois hypothèses principales vont en ce sens (H1 à H3) et trois sous hypothèses précises ont été formulées après la révision de la littérature.

H1 : Une augmentation des heures supplémentaires accroît le risque d'infection nosocomiale dans les USIN.

H1a : Les heures supplémentaires dans les trois jours qui précèdent une infection nosocomiale sont plus élevées que les jours qui ne précèdent pas d'infection.

H2 : Une diminution des ressources infirmières (ratio infirmières disponibles / infirmières recommandées) augmente le risque d'infection nosocomiale dans les USIN.

H2a : Les ressources infirmières dans les trois jours qui précèdent une infection nosocomiale sont plus basses que lors des jours qui ne précèdent pas d'infection.

H3 : Une augmentation du taux d'occupation accroît le risque d'infection nosocomiale dans les USIN.

H1a : Le taux d'occupation dans les trois jours qui précèdent une infection nosocomiale est plus élevé que dans les jours qui ne précèdent pas d'infection.

# Chapitre 3 - Méthodologie

## 3.1 Stratégie de recherche

### 3.1.1 Devis de recherche

Cette étude vise à démontrer l'association entre des variables organisationnelles des soins (les heures supplémentaires infirmières, les ressources infirmières et le taux d'occupation) et la probabilité d'infection dans les USIN. Il y a une variation naturelle importante de ces trois variables dans le temps dans les unités néonatales au Canada.<sup>9</sup> Une approche de recherche expérimentale invoquée avec devis corrélationnel a été utilisée. Ainsi, nous avons analysé rétrospectivement la variation journalière des variables indépendantes (heures supplémentaires, ressources infirmières et taux d'occupation,) dans une unité néonatale et les avons mises en relation avec le risque d'infection nosocomiale.

### 3.1.2 Validité du devis

#### *Validité interne*

Dans une étude corrélationnelle, la validité interne est assurée par la conformité entre le modèle théorique et les approches statistiques retenues afin de s'assurer que la relation entre les variables indépendantes et dépendantes ne puisse être expliquée par d'autres variables.<sup>101</sup> Le modèle théorique de cette étude est le résultat d'une revue de littérature exhaustive et intègre plusieurs facteurs tout en ajustant pour les autres facteurs de risques organisationnels.

### *Validité externe*

La validité externe d'une étude expérimentale est dépendante des caractéristiques qui permettent de généraliser les résultats à d'autres contextes similaires.<sup>101</sup> La généralisation des résultats sera surtout affectée par la représentativité du centre choisi. Ainsi, pour généraliser les résultats aux unités du Canada, il faut s'assurer d'avoir un centre avec une organisation comparable. Dans un système de soins public et régionalisé comme le Canada, la structure des unités néonatales est relativement uniforme (le nombre de lits par unité et le type de consultants disponibles en cardiologie, chirurgie cardiaque, neurologie, etc.).<sup>22,102</sup>

Un autre biais de validité externe est une interaction entre l'intervention et la situation expérimentale. Dans le cas de cette étude, comme la collecte de données a été faite rétrospectivement et porte sur des variations de données administratives, il est peu probable que la situation expérimentale ait créé un contexte favorisant une intervention.

## **3.2 Population à l'étude**

### **3.2.1 Population cible et la population à l'étude**

La population cible de cette étude est les nouveau-nés prématurés à risque d'infection nosocomiale admis dans les unités néonatales tertiaires. La population à l'étude est composée de tous les nouveau-nés au Canada admis vivants dans une unité néonatale tertiaire et à risque d'infection nosocomiale (donc admis pendant plus de 2 jours). Les critères d'inclusion et d'exclusion des patients sont les suivants :

#### *Critères d'inclusion*

- Admis vivant dans une unité néonatale

- Admis plus de 2 jours
- Admis dans une unité néonatale tertiaire canadienne entre le 1<sup>er</sup> avril 2011 et le 1<sup>er</sup> mars 2013.

#### *Critères d'exclusion*

- Décès en salle d'accouchement (moribond à l'admission)
- Soins palliatifs comme choix initial de traitement

### **3.2.2 Échantillon**

#### *Estimation empirique de la taille de l'échantillon*

Comme aucune étude n'a regardé l'effet de ces trois variables sur le risque d'infection nosocomiale, il y a un manque de données pour calculer une taille d'échantillon. De plus, comme nous connaissions peu la variabilité des trois variables dans le temps, nous n'avons pas pu estimer leur effet sur le risque d'infection.

Considérant les facteurs qui limitaient la précision du calcul de la taille de l'échantillon, nous avons comparé la taille au nombre de patients inclus dans les autres études. Les études en néonatalogie portant sur le ratio infirmière-patient incluaient entre 692<sup>80</sup> et 2,675 patients.<sup>75</sup> Considérant l'incidence des infections nosocomiales dans les unités néonatales, il était raisonnable de penser qu'un échantillon d'approximativement 2,000 patients serait approprié.

#### *Facteurs qui ont affecté la capacité de recruter*

Deux principaux facteurs étaient à considérer dans notre stratégie de recrutement, soit la limite de temps et le processus d'approbation éthique. Le délai de temps pour compléter ce projet (15 mois) limitait le nombre de centres que les chercheurs pouvaient recruter ainsi que le besoin

de fusionner de multiples bases de données qui varient d'un centre à l'autre. En moyenne, chaque unité néonatale du Canada admet 1,000 patients par année.<sup>9</sup> Ainsi, pour augmenter le nombre de patients, nous avons choisi de prendre les patients admis sur une période de deux ans dans une seule unité, soit du 1<sup>er</sup> avril 2011 au 31 mars 2013.

### **3.2.3 Stratégie d'échantillonnage**

Pour les raisons citées ci-haut, le recrutement des patients a été basé sur deux critères. D'abord, nous avons choisi une unité représentative aux autres unités du Canada et ensuite une unité qui était connue des auteurs afin de faciliter le recrutement des patients et le processus d'approbation éthique. L'USIN du CHU de Québec remplissait ces deux critères. Il s'agit d'une USIN tertiaire de 51 lits avec toutes les spécialités médicales et chirurgicales requises. Nous avons inclus tous les patients éligibles (critères ci-haut) admis du 1<sup>er</sup> avril 2011 au 31 mars 2013. Cet échantillon de patients était non probabiliste accidentel.

## **3.3 Définitions des variables et collecte de données**

### **3.3.1 Définition des variables**

*Variables indépendantes et variables utilisées pour les construire*

1. Ratio heures supplémentaires / heures totales infirmières : Nombre d'heures supplémentaires infirmières travaillées par jour (de minuit à minuit) divisé par le nombre d'heures totales travaillées par les infirmières.
  - Heures supplémentaires infirmières journalières : Heures travaillées au-delà de l'horaire prévu journalier de l'infirmière ou les heures travaillées au-delà de 37,5 heures par semaine.<sup>71</sup> Les heures supplémentaires étaient les heures

supplémentaires payées (déclarées par le système de paye) entre minuit et minuit de chaque jour.

2. Ressources infirmières : le ratio des heures travaillées par les infirmières divisées par le nombre d'heures de travail d'infirmières recommandées par jour.
  - Nombre d'heures infirmières recommandées par jour : Les patients sont catégorisés selon leur acuité deux fois par jour selon les recommandations provinciales (voir plus bas) à 8h et 20h. Pour chaque période de la journée (0h01 à 12h00 et 12h01 à 0h), le nombre d'heures de travail recommandées a été calculé selon l'acuité des patients puis additionné pour obtenir le nombre d'heures infirmières recommandées par jour.
  - Heures totales travaillées par jour par les infirmières : Heures travaillées par les infirmières cliniques à l'unité néonatale (entre minuit et minuit) chaque jour.
  - Ratio heures infirmières / patient : Nombre d'heures totales infirmières travaillées par jour (de minuit à minuit) divisé par le nombre total de patients sur l'unité à minuit.
3. Taux d'occupation journalier: Nombre de patients hospitalisés à l'unité néonatale à minuit divisé par le nombre de lits total sur l'unité.

#### *Variables dépendantes*

- Infection nosocomiale: Patient âgé de plus de deux jours de vie chez qui on isole un germe pathogénique dans le sang ou le liquide céphalo-rachidien et qui présente des symptômes d'infection (apnée, bradycardie, instabilité thermique ou intolérance digestive).<sup>103</sup> Il n'était pas nécessaire d'avoir une deuxième hémoculture positive pour confirmer le diagnostic. Pour les infections sanguines à *Staphylocoques coagulase négative*, nous avons appliqué la définition du NICHD, soit deux hémocultures positives ou une hémoculture avec une protéine C réactive > 10 mg/dL.<sup>61</sup> Lorsqu'un enfant avait plus d'un épisode d'infection, un épisode ayant lieu plus de 14 jours après la première hémoculture positive était considéré comme un événement différent.



### *Covariables*

- Nombre d'admissions par jour : nombre de patients admis à l'USIN entre minuit et minuit chaque jour. Même les patients admis moins de 2 jours étaient considérés comme une admission puisqu'ils contribuaient à la charge de travail infirmière.
- Nombre de patients avec cathéter central par jour : nombre de patients sur l'unité qui avaient un cathéter central incluant les cathéters veineux ombilicaux, les cathéters artériels ombilicaux, les cathéters centraux veineux périphériques (CCVP) et les cathéters de type *Broviac*.
- Acuité des patients : les patients étaient catégorisés deux fois par jour (à 8h et 20h) selon les recommandations provinciales.<sup>85</sup> Chaque catégorie de patient a un nombre recommandé d'infirmières pour les soins. Les critères cliniques pour les catégories de patients sont en Annexe A :
  - Instable (A) : 1 infirmière
  - Soins intensifs (B) : 0.7 infirmières
  - Soins intermédiaires (C) : 0.33 infirmières
  - Soins progressifs (D) : 0.25 infirmières

### *Caractéristiques des patients*

Les caractéristiques suivantes des patients ont été mesurées : l'âge gestationnel, le poids de naissance, le sexe, l'APGAR à 5 minutes < 7, le lieu de naissance (sur place ou à l'extérieur et transféré après la naissance), le mode d'accouchement (césarienne versus vaginal), grossesse multiple, la catégorie diagnostique du patient (médical ou chirurgical), le niveau d'intensité relative des ressources utilisées (NIRRU) et la mortalité hospitalière (toute cause confondue).

### 3.3.2. Source, collecte et qualité des données

#### *Information sur l'unité*

Les informations générales sur l'organisation du travail médical et infirmier ont été recueillies lors de rencontres entre les investigateurs du projet et la chef d'unité et co-investigatrice (Michèle Cabot). L'objectif était d'avoir une description du fonctionnement de l'unité, du nombre de lits disponibles et de mieux comprendre l'allocation des ressources infirmières et l'utilisation des heures supplémentaires.

#### *Données administratives des unités*

Les données administratives de l'unité (heures supplémentaires, heures infirmières travaillées, taux d'occupation) étaient consignées dans le logiciel de gestion des ressources humaines Logibec. Ces données journalières ont été extraites avec l'aide des analystes du département d'analyse et performance clinique du CHU de Québec. Ces sources de données sont reconnues comme étant fiables et valides par l'Association canadienne des centres de santé pédiatriques (ACCSP). En effet, l'ACCSP a comparé et validé les données de plus de 20 unités au Canada et a démontré qu'il s'agissait d'informations comparables.<sup>9</sup>

#### *Données sur les patients*

Les caractéristiques des patients ont été recueillies à l'aide de la base de données hospitalière *Med-Echo*. Il s'agit d'une base de données provinciale dans laquelle chaque établissement y consigne les informations diagnostiques et thérapeutiques des patients admis. Les informations proviennent de la feuille sommaire remplie par le médecin au moment du congé du patient et ensuite codées par un archiviste médical. *Med-Echo* est reconnu comme une base de données valide pour la collecte de données sur les caractéristiques des patients.<sup>104,105</sup> Par contre, plusieurs données sur les processus de soins ne sont pas consignées. De plus, certaines catégories diagnostiques manquent de précisions. Par exemple, il n'y a pas de définition ou critère précis pour les infections nosocomiales en néonatalogie. Les données sur les infections

nosocomiales ont donc été obtenues autrement (voir plus bas). Lorsqu'il y avait des données démographiques manquantes dans *Med-Echo*, les dossiers médicaux des patients ont été révisés pour compléter l'information.

#### *Données sur les infections*

Le Département de prévention et surveillance des infections (DPSI) du CHU de Québec collige les informations sur toutes les infections nosocomiales de l'USIN dans le logiciel *TDR*. Chaque cas d'hémoculture positive de l'hôpital y est révisé. Pour les patients de l'USIN, la définition d'infection nosocomiale utilisée pour cette base de données est la même que celle que nous avons retenue. Ainsi, nous avons identifié tous les patients ayant eu une infection nosocomiale pendant la période étudiée à l'aide de la base de données *TDR*.

#### *Données sur les voies centrales*

Le DPSI du CHU de Québec collige le nombre de patients ayant un cathéter central (tel que défini ci-haut) sur une base journalière. Cette collecte de données se fait dans le cadre du programme de Surveillance provinciale des infections nosocomiales (SPIN).<sup>106</sup> Il s'agit de données qui ont été validées dans des études précédentes.<sup>107,108</sup> Les données spécifiques à l'USIN du CHU de Québec ont été obtenues du DPSI.

#### *Données sur les catégories d'acuité des patients*

Le ministère de la Santé et Services sociaux (MSSS) exigent que les USIN affichent leurs statistiques de taux d'occupation et le nombre de patients de chaque catégorie d'acuité (A, B, C, D) deux fois par jour depuis 2009. Ces données ont donc été obtenues via la base de données du MSSS.

#### *Organisation des données*

Les caractéristiques et issues des patients ont été colligées dans une matrice de collecte de données (Annexe B). Les données organisationnelles ont été colligées pour chaque jour de la période étudiée.

Chaque jour de l'année a été classé selon la méthode suivante :

- Jour d'infection : jour (entre 0h et 23h59) où  $\geq 1$  infection nosocomiale a eu lieu (défini comme la date où l'hémoculture diagnostique a été obtenue).
- Jour avant l'infection : la journée avant le jour d'une infection sur l'unité.
- Deux jours avant l'infection : la date qui précède de deux jours une journée d'infection.
- Trois jours avant l'infection : la date qui précède de trois jours une journée d'infection.

### **3.4 Analyse des données**

Précédemment aux analyses statistiques, les données de chacune des variables ont été évaluées par l'intermédiaire d'histogrammes, de tableaux de fréquences et de statistiques descriptives (valeurs minimales et maximales) lorsqu'appropriées pour repérer les données aberrantes et manquantes. Les données aberrantes ont ensuite été converties en données manquantes. Les données manquantes ont été exclues des analyses. La normalité des distributions des variables continues a été évaluée à l'aide d'histogrammes.

Les caractéristiques des patients inclus ont été présentées à l'aide de statistiques descriptives. La moyenne et l'écart type ont été calculés pour les variables continues avec distribution normale et la médiane avec l'écart interquartile pour les variables continues avec distribution non normale. Les variables catégoriques ont été présentées avec leur effectif et pourcentage.

Les caractéristiques des jours qui précédaient une infection nosocomiale de 24 à 72 h ont été comparées aux jours qui ne précédaient pas d'infection. Le test de  $\chi^2$  a été utilisé pour comparer les variables catégoriques entre les deux groupes. Le test-t de Student a été utilisé pour comparer les variables continues avec une distribution normale tandis que le test de Mann-Whitney a été utilisé pour les variables continues avec une distribution non normale.

La colinéarité entre chaque combinaison des trois variables d'intérêt (pourcentage des heures supplémentaires, ratio heures travaillées / heures recommandées, taux d'occupation) a été évaluée avec le test de corrélation de Pearson. La linéarité dans le logit a été vérifiée pour toutes les variables continues avec la méthode d'Hosmer-Lemeshow. Les trois variables d'exposition ont été ensuite catégorisées en quartile afin d'éviter les problèmes de non-linéarité dans le logit, de faciliter l'interprétation des résultats et mieux comprendre l'effet de l'augmentation des variables indépendantes par rapport à des valeurs de références. Le premier quartile de chaque variable a été utilisé comme référence. Des modèles de régression logistique univariée ont été utilisés pour évaluer l'association entre chacune des 3 variables indépendantes (par quartile) avec le risque d'infection dans les 24 à 72 heures suivantes. Les rapports de cotes (RC) et intervalles de confiances à 95% (IC 95%) ont ensuite été calculés.

Un premier modèle de régression logistique multivarié pour chaque variable indépendante a été ajusté pour les covariables suivantes : le nombre de patients à haut risque d'infection (patients catégorisés comme instable ou intensif), le nombre de patients avec un cathéter central et le nombre d'admissions. Le modèle final a intégré l'effet combiné des trois variables indépendantes et des covariables mentionnées. La linéarité dans le logit a été vérifiée pour chacune des variables continues, avec la méthode d'Hosmer-Lemeshow. La colinéarité entre les covariables a été évaluée avec le *variance inflation factor* (VIF) ; un VIF > 5 était considéré indicatif de colinéarité importante.<sup>109</sup>

L'interaction entre chaque combinaison des trois variables indépendantes a été testée en ajoutant un terme d'interaction au modèle de régression logistique multivariée. L'interaction a

été testée entre les variables indépendantes par quartile. Par contre, ce terme d'interaction augmentait significativement le nombre de variables dans le modèle. Ainsi, comme il n'y avait pas d'interaction entre les variables catégorisées par quartile, nous avons aussi testé l'interaction dans le modèle de régression logistique en les laissant comme variables continues. La qualité de l'ajustement des modèles multivariés a été évaluée avec le test de Hosmer-Lemeshow (H-L) et la statistique C.<sup>110</sup> Le test de H-L compare les issues prédites par le modèle à celles observées. Un modèle qui est bien ajusté a donc un résultat non significatif.<sup>111</sup> La statistique C correspond à l'aire sous la courbe mesurée et est une extension du test d'Hosmer-Lemeshow.<sup>112</sup> La valeur de l'aire sous la courbe va de 0.5 à 1.0; plus le chiffre s'approche de 1.0, mieux le modèle prédit l'issue. Le seuil de signification statistique a été fixé à  $p < 0.05$ . Les analyses ont été effectuées avec le logiciel R, version 3.2.2 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

### **3.5 Respect des règles d'éthique**

Le présent projet a été revu et accepté par le Département d'administration de la santé de l'Université de Montréal, le Comité d'éthique de la recherche en santé (CERES) de l'Université de Montréal et le Comité d'éthique de la recherche du CHU de Québec et la directrice des services professionnels du CHU de Québec (Annexe C, D, E).

Toutes les informations brutes recueillies ont été enregistrées dans le serveur sécurisé de la Faculté d'économie de l'Université Laval. Il s'agit d'un serveur hautement sécurisé auquel seul M. Guy Lacroix (professeur au Département d'économie de l'Université Laval) a accès et qui sert à garder les données sécurisées des projets de recherche de la Faculté d'économie. Selon les exigences du Comité d'éthique du CHU de Québec, le fichier contenant la « clef » des numéros de dossier/identifiant de l'étude des patients a été enregistré dans un serveur distinct. Les données des patients anonymisés et les données administratives ont ensuite été enregistrées sur une clef USB cryptée pour être analysée par Marc Beltempo. Les données ont

uniquement servi au présent projet et seront conservées pendant 15 ans dans le serveur sécurisé de l'Université Laval.

## Chapitre 4 - Résultats : article

Dans le cadre de l'article proposé, Marc Beltempo a rédigé le protocole de recherche et ensuite colligé les commentaires des collaborateurs. Il a soumis le protocole de recherche au Comité d'éthique du CHU de Québec et au CERES de l'Université de Montréal. Il a ensuite été responsable de fusionner l'ensemble des bases de données, de compléter les données manquantes et colliger les données non disponibles via les bases de données originales. Il a procédé au nettoyage et à l'analyse des données. Il a rédigé la première version du manuscrit, l'a modifié selon les commentaires des coauteurs et a soumis le manuscrit au *American Journal of Perinatology*. Il a révisé le manuscrit en fonction des commentaires des réviseurs. Le manuscrit a été accepté pour publication et a été publié en date du 4 avril 2017.

Beltempo M, Blais R, Lacroix G, Cabot M, Piedboeuf B. Association of Nursing Overtime, Nurse Staffing, and Unit Occupancy with Health Care-Associated Infections in the NICU. *American Journal of Perinatology*. 2017.

Tous les coauteurs ont révisé le protocole et contribué à l'interprétation des données ainsi que révisé le manuscrit. Chaque coauteur a contribué des éléments d'expertise selon son champ de pratique respectif. Régis Blais et Bruno Piedboeuf (codirecteur) ont contribué leur expertise de recherche en offrant leur support administratif, critique et méthodologique. Guy Lacroix a particulièrement contribué à la revue critique des analyses statistiques. Michèle Cabot a particulièrement contribué à la définition des variables d'exposition et variables administratives et la mise en contexte des résultats.

L'autorisation de rédiger le mémoire par article, l'accord des coauteurs et la preuve de soumission de l'article se trouvent en annexe (Annexes F, G, H).



# **Association of Nursing Overtime, Nurse Staffing and Unit Occupancy with Healthcare-Associated Infections in the NICU**

Marc Beltempo, MD<sup>1</sup>, Régis Blais, PhD<sup>2</sup>, Guy Lacroix, PhD<sup>3</sup>, Michèle Cabot, RN<sup>4</sup>, and Bruno Piedboeuf, MD<sup>4</sup>

Affiliations: <sup>1</sup>Department of Pediatrics, McGill University Health Centre, Montreal, Quebec;  
<sup>2</sup>Department of Health Administration, Université de Montreal, Montreal, Quebec,  
<sup>3</sup>Department of Economics, Université Laval, Quebec, Quebec; <sup>4</sup>Department of Pediatrics,  
CHU de Québec, Quebec, Université Laval, Quebec, Quebec

**Address for correspondence to:** Marc Beltempo, Department of Pediatrics, McGill University Health Centre, 1001 Boul Décarie, Montreal, Canada, H3J 2W8, [marc.beltempo@mcgill.ca], Telephone: (514) 412-4230, ext. 23032; Fax: (514) 412-4356.

**Running title:** Nursing overtime and healthcare-associated infections

**Funding Source:** No external funding

**Financial Disclosure:** The authors have no financial relationships relevant to this article to disclose.

**Conflict of interest:** The authors have no conflicts of interest to disclose.

**Word count abstract:** 198

**Word count manuscript:** 3047

## ABSTRACT

**Objective** To assess the association of nursing overtime, nurse staffing and unit occupancy with healthcare-associated infections (HCAI) in the Neonatal Intensive Care Unit (NICU).

**Study Design** Two-year retrospective cohort study of 2,236 newborns admitted in a Canadian tertiary care, 51-bed NICU. Daily administrative data were obtained from the database *Logibec* and combined to the patient outcomes database. Median values for the nursing overtime hours/total hours worked ratio, the available to recommended nurse staffing ratio and the unit occupancy rate over 3-day periods prior to HCAI were compared to days that did not precede infections. Adjusted Odds Ratios (AOR) that control for the latter factors and unit risk factors were also computed.

**Results** A total of 122 (5%) infants developed a HCAI. The odds of having HCAI were higher on days that were preceded by a high nursing overtime ratio (AOR, 1.70; 95% Confidence interval [95% CI], 1.05-2.75, Q4 vs Q1). High unit occupancy rates were not associated with increased odds of infection (AOR, 0.85; 95% CI, 0.47-1.51, Q4 vs Q1) nor were higher available/ recommended nurse ratios (AOR, 1.16; 95% CI, 0.67-1.99, Q4 vs Q1).

**Conclusions** Nursing overtime is associated with higher odds of HCAI in the NICU.

## KEYWORDS

Infant, Healthcare-associated infection, Nosocomial infection, Neonatal intensive care unit, Nursing overtime, Nurse staffing, Unit occupancy

## INTRODUCTION

Healthcare-associated infections (HCAIs) affect 5% of infants admitted in neonatal intensive care units (NICUs), and are a preventable morbidity.<sup>1,2</sup> They are associated with increased risk of mortality, prolonged hospital stay<sup>3,4</sup> and long-term neurodevelopmental impairment.<sup>5,6</sup> Many studies have focused on improving processes of care to reduce infection.<sup>2</sup> However, the structure of care (health-delivery system) also plays a role in improving health outcomes.<sup>7,8</sup> Important structural factors include nursing overtime, nurse staffing and unit occupancy.

In Canada, provincial governments regulate work hours through collective bargaining, Nursing overtime has become an important issue across NICUs.<sup>9,10</sup> In the adult population, nursing overtime has been associated with increased risk of adverse events like medication errors, pressure ulcers and nosocomial infections.<sup>11,12</sup> According to a survey of 7,076 nurses from 161 hospitals in Pennsylvania, nursing overtime and burnouts have been associated with increased risks of surgical wound infections and urinary tract infections.<sup>13</sup> A systematic review of nursing overtime has found it was also associated with greater nosocomial infections but that more studies were needed to support this claim.<sup>14</sup> To the authors' knowledge, no study has yet assessed the impact of nursing overtime on the risk of HCAIs in NICUs.

In a cohort study that included sixty-seven NICUs in the United States, nurse understaffing was associated with increased risks of HCAI.<sup>15</sup> This finding is consistent with smaller scale studies that showed an association between nurse-to-patient ratios and reduced risks of nosocomial infection.<sup>16,17</sup> However, periods of high activity in the NICU are usually associated with understaffing, and increased nursing overtime is often used to maintain minimal staffing requirements.<sup>18</sup> Consequently, both factors need to be assessed simultaneously.

Overcrowding also plays a role in the risk of adverse patient events.<sup>19,20</sup> A large multicenter study that comprised over 13,334 infants in the United Kingdom found that infants admitted to NICUs at full capacity were at higher risk of mortality.<sup>21</sup> In addition, more intense resource

utilization at admission was associated with increased mortality and morbidity among very preterm infants.<sup>22</sup> Because unit occupancy is associated with nursing overtime and lower nurse-to-patient ratios,<sup>18</sup> it could be a confounding variable in the potential association between nursing overtime and HCAI. The objective of this study was to assess the impact of daily nursing overtime, nurse staffing and unit occupancy rate on the risk of HCAI in the NICU.

## **METHODS**

### **Setting**

This retrospective study was conducted at the CHU de Quebec NICU (Quebec, Quebec, Canada), between April 2011 and March 2013. The study was approved by the Institutional Research and Ethics Board. The CHU de Quebec NICU is a tertiary/quaternary 51-bed referral centre with surgical and medical consultants available on site. At the time of the study there were three daytime board-certified neonatologists each assigned to a different group of patients in the NICU. Two teams, each composed of a staff neonatologist and at least one resident or fellow, managed 18 beds each (12 level 3 and 6 level 2). The other 15 level 2 beds were managed by the third neonatologist. During the weekends, the daytime staff comprised two neonatologists and a resident and/or a fellow. At night, an in-house resident and a consulting neonatologist attended every delivery of at-risk newborns. This workforce arrangement prevailed during the entire study period.

A total of 165 registered nurses were employed in the NICU, of whom 68% (n = 112) worked 8-hour shifts and 32% (n = 53) worked on 12-hour shifts. Two nurses in charge co-managed the coordination of all nursing assignments on each shift. For purpose of nursing assignments, there was no subdivision of the unit in different teams. All nurses were trained to provide care for Level 2 and Level 3 beds. Nurse staffing was determined before each shift or whenever there was a change in the nurse-to-patient ratios or patient acuity. The required number of nurses was based on patient acuity, planned admissions and elective procedures/tests for the

whole unit. When nurses were deemed in shortage, management initially turned to available off-duty nurses (no overtime involved). Next, a pool of floating trained NICU nurses were relied upon. Finally, it resorted to voluntary and mandatory overtime to meet the required staffing needs. External nursing agencies were never relied upon to fill staffing requirements. Additional to the nursing and physician workforce on daytime weekdays, there were five respiratory therapists, two pharmacists and one nutritionist.

### **Administrative Data Definitions**

In line with collective agreements, nursing overtime was defined as hours worked beyond the scheduled work shifts.<sup>9</sup> In most cases, it corresponds to the number of hours worked beyond the individually agreed upon daily schedule, either before or after. It also includes any additional work shift if total weekly hours of work amount to more than 37.5 hours. This definition is similar to the one used in the rest of Canada.<sup>23</sup> Total daily nursing overtime in the unit was computed as of midnight each day. The overtime ratio was defined as total daily bedside nursing overtime hours over total bedside nursing hours of work.<sup>24</sup>

Provincial guidelines require units to assess and classify patients twice a day based according to four defined categories of patients with corresponding nurse-to-patient ratios requirements.<sup>25</sup> Thus, the trained Charge nurse categorizes patients as either unstable (requiring multisystem support with 1 to 1.5 nurses), intensive care (0.7 nurse), intermediate care (0.3 nurse) or continuing care (0.25 nurse) and records this information in the provincial administrative database. The recommended bedside nursing hours per 12-hour periods were calculated as a weighted sum of patients and individual needs. The daily recommended nursing hours was the sum of the two 12-hour periods. The daily ratio of available/recommended nurses was calculated by dividing total worked hours by bedside nurses (overtime and regular) by the recommended bedside nursing hours. The unit occupancy rate was defined as the number of patients in the NICU at midnight each day divided by the number of beds, and included those admitted for less than two days,

## **Inclusion criteria and case definition**

All newborns admitted for more than two days during the study period were included. HCAI was defined as isolation of a pathogenic organism in blood culture or cerebrospinal fluid culture, drawn at more than two days of life, in a symptomatic infant (apnea, bradycardia, temperature instability or feeding difficulties).<sup>26</sup> A second positive blood culture was not mandatory due to technical issues associated with drawing an additional sample among very small infants.<sup>27</sup> For cases of coagulase-negative *Staphylococci* infections, the National Institute of Child Health and Human Development criteria of definitive (two positive cultures drawn within 48 h and having grown the same pathogen) and possible infection (all of the following : one positive blood culture, C-reactive protein >1 mg/dL and antistaphylococcal agent for  $\geq 5$  days) were considered as HCAIs.<sup>28</sup> The cases included both catheter-associated and non-associated infections. If an infant had greater than a single episode of bacteraemia, they were considered separate events if they occurred more than 14 days apart. For patients with proven HCAI, the infection was considered to have occurred the day the diagnostic of the blood culture was obtained. Culture-negative sepsis and infants with positive blood cultures not meeting the previous criteria were not considered as HCAIs.

## **Data Collection**

Patient characteristics were collected using the hospital clinical database *Med-Echo*, a national validated medico-administrative database.<sup>29</sup> The information included gestational age, birth weight, sex, Apgar score, multiple pregnancies and type of delivery. When patient information was missing, the electronic charts were reviewed to complete the database. Information on HCAI was collected with the local infectious disease database *TDR* in which all patients with positive blood culture and/or CSF are reviewed and classified according to the aforementioned definition. The information of patients with HCAI was linked to their corresponding information in the *Med-Echo* database.

Daily administrative data on overtime hours, regular worked hours, unit census, number of admissions, number of patients with central lines and acuity categories of patients were

collected using the local administrative database *Logibec*. This database is used to manage work and pay schedules. The information on regular hours and overtime is thus quite precise. The database does not provide information on the skill-mix among nurses.

The exact timeline of events leading to HCAs is still not well defined in the literature.<sup>2</sup> Studies focusing on adult and paediatric units suggest that the onset of HCAs may be triggered by high nurse-to-patient ratios in the preceding 3-day period.<sup>16,30</sup> Each day was thus classified according to whether or not it preceded an infection by 1 to 3 days. If multiple infections occurred on any given day, they only counted as one occurrence. In line with the literature, we hypothesize that higher daily overtime ratios, lower ratios of available to recommended nurses and higher unit occupancy rates over three consecutive days are likely to increase the odds of observing the onset of HCAI.

## **Statistical Analysis**

Patient and unit characteristics were presented as median and interquartile range for continuous variables with non-normal distributions. Continuous variables with normal distributions were presented as mean and standard deviation, and categorical variables were presented as percentages. The Pearson correlation coefficient ( $r$ ) was used to examine associations between the number of acutely ill infants (categorized as requiring multisystem support or intensive care) and each organizational variable (nursing overtime rate, nursing provision ratio and unit occupancy rate expressed as continuous variables). The characteristics of days that preceded a HCAI by 1 to 3 days were compared to days that did not using Wilcoxon rank sum tests for continuous variables and chi-squared tests for categorical variables.

For the logistic regression analysis, each daily organizational variable (overtime ratio, ratio of available to recommended nurses and unit occupancy rate) was categorized into quartile and the first quartile was used as reference. For each day, univariate logistic regressions were used to assess the association between organizational factors and the odds of observing a HCAI in the unit in the following one to three-day periods. Multivariable logistic regression models

were used to adjust for potential confounders on the day that preceded HCAs and included, the number of patients with central lines, the number of acutely ill patients (categorized as requiring multisystem support or intensive care) and the number of daily admissions. The overtime ratio, the ratio of available to recommended nurses and the unit occupancy rate were assessed separately in multivariable models and adjusted odds ratios (AOR) with 95% confidence intervals (CI) were calculated. A final multivariable model assessed all three NICU factors simultaneously and adjusted for previously mentioned confounders. Collinearity between variables was assessed with values of the variance inflation factor (VIF)  $> 5$ .<sup>31</sup> Interactions between combinations of the three administrative variables were tested by adding interaction factors. The goodness-of-fit of the logistic regression model was assessed using the Hosmer-Lemeshow test and C-statistic.<sup>32</sup> All statistical analyses were conducted using R version 3.2.2 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) with statistical significance evaluated using two-sided P values at the 5% testing level.

## RESULTS

A total of 2,721 patients were admitted during the study period; 2,236 were hospitalized for more than 2 days. Their characteristics are summarized in Table 1. Overall, 122 infants (5% of patients admitted  $> 2$  days) had at least one episode of HCAI, while 30 had more than one (total of 143 HCAI). The incidence rate of HCAI was 3.1/1,000 patient days. Coagulase-negative *staphylococci* caused 72% of episodes of infection, and the remainder were caused by other Gram-positive bacteria (15%), Gram-negative bacteria (10%) and fungal infections (3%). Since doing two blood cultures is not standard practice for Coagulase-negative *staphylococci* infections in this unit, the majority (74%) met the criteria for possible infection and the remaining (26%) met the criteria for definitive infection. All infants who developed a HCAI had been admitted at least 4 days at time of infection. Thus all were exposed to the unit organisational factors for the 3 days prior to the infection.



A total of 728 days were included in the analyses, and the daily unit characteristics are summarized in Table 2. The median number of nurses per shift was 26 (IQR 4.0). The median unit occupancy was 102% (IQR 9.8). Median ratio of available to recommended nurses was 0.92 (IQR 0.12) and the median nursing overtime ratio was 4.7% (IQR 4.9). The number of acutely ill infants had a weak negative correlation with the nursing overtime ratio ( $r=-0.16$ ,  $p<0.001$ ), a moderate positive correlation with the ratio of available to recommended nurses ( $r=0.40$ ,  $P<0.001$ ) and a moderate positive correlation with the occupancy rate ( $r=0.38$ ,  $p<0.001$ ).

There were 132 days during which at least one HCAI was observed. Comparison of the characteristics of the unit during the 1 to 3 days before the onset of a HCAI to days that did not precede infection showed organizational factors were significantly different (Table 3). Periods prior to HCAI had higher overtime ratios, but surprisingly higher available/recommended nurse ratios and fewer patients requiring intensive care. Likewise, there were no statistically significant differences in occupancy rates and number of admissions.

In the logistic regression analysis (Table 4), the odds of having an infection following days of higher overtime (quartiles 3 and 4) was higher compared to lower overtime days (quartile 1). These remained significant after controlling for unit confounders, as well as adjusting for NICU occupancy rates and available/recommended nurse ratios. The latter was positively associated with HCAI in the univariate analysis (quartiles 3 and 4 compared to quartile 1) lost statistical significance once unit confounders were accounted for. No association between NICU occupancy rates and onset of HCAI was detected in any of the preceding analyses. VIF values were all  $< 1.9$  indicating no multicollinearity. Interactions between each combination of the three independent variables (nursing overtime ratio, ratio of available to recommended nurses and unit occupancy rate) were not statistically significant.

## DISCUSSION

In this two-year retrospective study on all infants at risk of HCAI in a Canadian NICU, we found that higher nursing overtime is associated with the onset of HCAI in the following one to three days. On the one hand, no such relationship could be unearthed relative to lower available/recommended nurse ratios and high occupancy rates. To our knowledge, this is the first study to simultaneously assess the link between daily nursing overtime, nurse staffing and unit occupancy with HCAI among neonates.

These findings are consistent with studies in adult populations that have found that increased overtime is associated with greater fatigue and lower performance in work-related tasks.<sup>30,33,34</sup> In our context, this means that more nursing overtime could lead to lower compliance with infection prevention measures. Another hypothesis is that periods of higher overtime are driven by increased patient acuity and higher unit occupancy and that leads to a lower ratio of available to recommended nurses.<sup>18</sup> However, our model adjusted for these two factors and did not find an association of available to recommended nurse ratio with infections. Further, studies have shown that nursing overtime is not only caused by patient acuity but by the available workforce (off-duty nurses, bedside nurses planned for work, etc.).<sup>35</sup> Consequently, overtime is influenced by numerous factors and not only unit occupancy and patient acuity.

In this study, we did not find an association between higher unit occupancy and HCAs. This finding may be due to the small variation in unit occupancy rates during the study period. Studies showing an association between higher unit occupancy and infections were based upon multiple centres and benefited from significant daily variation in occupancy rates.<sup>19,21</sup> Their findings suggest that higher unit occupancy caused understaffing that subsequently increased the risks of infections. However, in Canada another large multicenter study did not find a statistical association between unit occupancy and patient outcomes.<sup>22</sup> It also showed that most Canadian NICUs had higher mean occupancy rates possibly caused by a highly regionalized public funded health-care system.<sup>36</sup>

Surprisingly, in the univariate logistic regression, a higher available/recommended nurse ratios was associated with higher odds of HCAI. However, the association was not statistically significant once the regression was adjusted for confounders. This is perhaps due to the fact that management tended to increase nursing staff when more acutely ill neonates were present in the unit, as suggested by the moderately positive correlation between the number of acutely ill patients (categorized as requiring multisystem support or intensive care) and the ratio of available to recommended nurses.

### **Strengths and Limitations**

One of the strengths of single-unit studies is their ability to easily merge multiple data sources. The use of the hospital databases combined to chart reviews of patient outcomes minimizes the extent of missing data. Additionally, using the nurse pay system database helped significantly reduce any information bias on overtime hours. However, we were unable to collect data on mandatory overtime, voluntary overtime and lengths of work shifts. Also, we lacked specific information on the cause of overtime like nursing sick days and level of fatigue that could affect work performance. Studies on nursing performance have shown that both the length of the work shift and longer workweeks are detrimental to work performance due to increased fatigue.<sup>12</sup> On the other hand, HCAI is a multifactorial event whose occurrence may be affected by the fatigue of multiple caregivers and thus not only related to the specific nurses assigned to a patient.

Another limitation is the absence of data on practices regarding antibiotic use, central catheter maintenance and nutritional practices. Further, data on daily hand hygiene compliance and respect of procedural protocols would have helped infer causality, but it was not collected daily. Focusing on a single centre helped obtain detailed longitudinal administrative data. This allowed us to adjust the models for other variables and to better assess the impact of overtime, unit occupancy and nurse staffing on HCAI.

The timeline of events that precede HCAI is still not well understood.<sup>2</sup> This makes linking

overtime and infection more difficult because it is often hard to precisely determine the primary event causing infection and its precise date of occurrence. For this study we chose to focus on the 3-day periods prior to infection based on previous research.<sup>16,30</sup> Strategies to reduce HCAs are based on management of risk factors (line management, hand hygiene, reduced use of antibiotics, etc.).<sup>2</sup> This study suggests that daily nursing overtime periods should also be considered as an important risk factor. Further economic analyses are required to determine the cost-effectiveness of increased staffing to reduce overtime and hence HCAs.

## **CONCLUSION**

This study provides evidence that nursing overtime increases the odds of HCAI in the NICU. This emphasizes the importance of workforce management in improving quality of care. Further studies are warranted to assess the impact of nursing overtime on other neonatal outcomes such as mortality and medical incidents. Finally, a multicenter study integrating organizational and factors and process indicators would help assess how nursing overtime, unit occupancy and nurse staffing are associated with neonatal outcomes and thus determine best management practices.

## REFERENCES

1. Shah PS, Yoon W, Kalapesi Z, Bassil K, Dunn M, Lee SK. Seasonal variations in healthcare-associated infection in neonates in Canada. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition*. 2013;98(1):F65-69.
2. Polin RA, Denson S, Brady MT, Committee on F, Newborn, Committee on Infectious D. Strategies for prevention of health care-associated infections in the NICU. *Pediatrics*. 2012;129(4):e1085-1093.
3. Downey LC, Smith PB, Benjamin DK, Jr. Risk factors and prevention of late-onset sepsis in premature infants. *Early Hum Dev*. 2010;86 Suppl 1:7-12.
4. Fanaroff AA, Korones SB, Wright LL, et al. Incidence, presenting features, risk factors and significance of late onset septicemia in very low birth weight infants. The National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network. *Pediatr Infect Dis J*. 1998;17(7):593-598.
5. Hentges CR, Silveira RC, Procianoy RS, et al. Association of late-onset neonatal sepsis with late neurodevelopment in the first two years of life of preterm infants with very low birth weight. *J Pediatr (Rio J)*. 2014;90(1):50-57.
6. Lee SK, Shah PS, Singhal N, et al. Association of a quality improvement program with neonatal outcomes in extremely preterm infants: a prospective cohort study. *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*. 2014;186(13):E485-494.
7. Hugonnet S, Harbarth S, Sax H, Duncan RA, Pittet D. Nursing resources: a major determinant of nosocomial infection? *Curr Opin Infect Dis*. 2004;17(4):329-333.
8. Donabedian A. Evaluating the quality of medical care. *The Milbank Memorial Fund quarterly*. 1966;44(3):Suppl:166-206.
9. Fédération Interprofessionnelle de la Santé du Québec. Convention collective 2011-2015, article 19.01. Quebec, Canada.
10. Canadian Association of Paediatric Health Care Centers-Canadian Paediatric Decision Support Network. *Benchmarking report 2013*. Ottawa, On, Canada October 2013.

11. Stone PW, Mooney-Kane C, Larson EL, et al. Nurse working conditions and patient safety outcomes. *Med Care*. 2007;45(6):571-578.
12. Bae SH. Presence of nurse mandatory overtime regulations and nurse and patient outcomes. *Nurs Econ*. 2013;31(2):59-68, 89; quiz 69.
13. Cimiotti JP, Aiken LH, Sloane DM, Wu ES. Nurse staffing, burnout, and health care-associated infection. *Am J Infect Control*. 2012;40(6):486-490.
14. Bae SH, Fabry D. Assessing the relationships between nurse work hours/overtime and nurse and patient outcomes: systematic literature review. *Nursing outlook*. 2014;62(2):138-156.
15. Rogowski JA, Staiger D, Patrick T, Horbar J, Kenny M, Lake ET. Nurse staffing and NICU infection rates. *JAMA Pediatr*. 2013;167(5):444-450.
16. Cimiotti JP, Haas J, Saiman L, Larson EL. Impact of staffing on bloodstream infections in the neonatal intensive care unit. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*. 2006;160(8):832-836.
17. Profit J, Petersen LA, McCormick MC, et al. Patient-to-nurse ratios and outcomes of moderately preterm infants. *Pediatrics*. 2010;125(2):320-326.
18. Berney B, Needleman J, Kovner C. Factors influencing the use of registered nurse overtime in hospitals, 1995-2000. *J Nurs Scholarsh*. 2005;37(2):165-172.
19. Borg MA. Bed occupancy and overcrowding as determinant factors in the incidence of MRSA infections within general ward settings. *The Journal of hospital infection*. 2003;54(4):316-318.
20. Cunningham JB, Kernohan WG, Sowney R. Bed occupancy and turnover interval as determinant factors in MRSA infections in acute settings in Northern Ireland: 1 April 2001 to 31 March 2003. *The Journal of hospital infection*. 2005;61(3):189-193.
21. Tucker J, Group UKNSS. Patient volume, staffing, and workload in relation to risk-adjusted outcomes in a random stratified sample of UK neonatal intensive care units: a prospective evaluation. *Lancet*. 2002;359(9301):99-107.
22. Shah PS, Mirea L, Ng E, Solimano A, Lee SK, Canadian Neonatal N. Association of unit size, resource utilization and occupancy with outcomes of preterm infants. *Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association*. 2015;35(7):522-529.

23. Drebit S, Ngan K, Hay M, Alamgir H. Trends and costs of overtime among nurses in Canada. *Health Policy*. 2010;96(1):28-35.
24. Berney B, Needleman J. Trends in nurse overtime, 1995-2002. *Policy Polit Nurs Pract*. 2005;6(3):183-190.
25. Ministère de la Santé du Québec. *Catégorisation des soins neonatals en centres tertiaries*. Quebec, Qc, Canada April, 2012.
26. Freeman J, Epstein MF, Smith NE, Platt R, Sidebottom DG, Goldmann DA. Extra hospital stay and antibiotic usage with nosocomial coagulase-negative staphylococcal bacteremia in two neonatal intensive care unit populations. *American journal of diseases of children*. 1990;144(3):324-329.
27. Sarkar S, Bhagat I, DeCristofaro JD, Wiswell TE, Spitzer AR. A study of the role of multiple site blood cultures in the evaluation of neonatal sepsis. *Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association*. 2006;26(1):18-22.
28. Stoll BJ, Hansen N, Fanaroff AA, et al. Late-onset sepsis in very low birth weight neonates: the experience of the NICHD Neonatal Research Network. *Pediatrics*. 2002;110(2 Pt 1):285-291.
29. Firoozi F, Lemiere C, Beauchesne MF, Forget A, Blais L. Development and validation of database indexes of asthma severity and control. *Thorax*. 2007;62(7):581-587.
30. Hugonnet S, Chevrolet JC, Pittet D. The effect of workload on infection risk in critically ill patients. *Crit Care Med*. 2007;35(1):76-81.
31. Institute for Digital Education. *Regression diagnostics. Chapter 2 in Regression with SPSS*. Los Angeles: UCLA. Available at: <http://www.ats.ucla.edu/stat/spss/webbooks/reg/chapter2/spssreg2.htm>. Accessed November 12, 2016.
32. Lemeshow S, Hosmer DW, Jr. A review of goodness of fit statistics for use in the development of logistic regression models. *American journal of epidemiology*. 1982;115(1):92-106.
33. Trinkoff AM, Le R, Geiger-Brown J, Lipscomb J, Lang G. Longitudinal relationship of work hours, mandatory overtime, and on-call to musculoskeletal problems in nurses. *American journal of industrial medicine*. 2006;49(11):964-971.

34. Berney B, Needleman J. Impact of nursing overtime on nurse-sensitive patient outcomes in New York hospitals, 1995-2000. *Policy Polit Nurs Pract.* 2006;7(2):87-100.
35. Gnanlet A, Gilland WG. Impact of productivity on cross-training configurations and optimal staffing decisions in hospitals. *European Journal of Operational Research.* 2014;238(1):254-269.
36. Whitfield M, Chessex P. The need for public involvement when operating a regionalized neonatal care system at maximum capacity. *Paediatr Child Health.* 2010;15(9):573-575.



Tableau I. Table 1. Characteristics of the Study Population

<b>Variables</b>	<b>Value</b>
No of infants	2,236
Gestational age, mean (SD)	35.7 (3.8)
Birth weight (g), mean (SD)	2,637 (900)
Male, n (%)	1,268 (57)
Vaginal birth, n (%)	1,193 (53)
Multiples, n (%)	308 (16)
Apgar < 7 at 5 min, n (%)	139 (6)
Resource intensity weight, mean (SD)	4.1 (7.1)
Case-mix category	
Medical, n (%)	2,032 (93)
Surgical, n (%)	182 (7)
Length of stay (d), mean (SD)	20.3 (31.4)
Inborn, n (%)	1,761 (79)
Hospital death, n (%)	40 (1.8)
Patients with $\geq 1$ HCAI, n (%)	122 (5)

Abbreviations: HCAI, healthcare-associated infection; SD, standard deviation

Tableau II. Table.2 Unit Daily Characteristics

<b>Characteristics</b>	<b>Median</b>	<b>IQR</b>	<b>Range</b>
Number of nurses per shift, n	26.0	4.0	19.0-36.0
Total hours worked, h	556.0	65.2	386.5-725.5
Total overtime hours, h	22.6	28.6	0-117.0
Overtime ratio, % of total hours worked	4.7	4.9	0-17.1
Total hours worked per patient ratio, h	10.8	1.2	8.1-14.0
Ratio of available to recommended nurses	0.92	0.12	0.67-1.36
Number of admissions	4	3	0-13
Patients with central venous catheter, n	6	3	1-14
Unit occupancy rate, %	101.9	9.8	76.4-113.7
Categories of patient			
Multisystem support, n	2	2	0-9
Intensive care, n	14	8	1-33
Intermediate care, n	14	8	0-31
Continuing care, n	21	5	2-38

Abbreviations: IQR, interquartile range

Tableau III. Table 3. Characteristics of the Unit on Days that Precede Healthcare-Associated Infections by 1 to 3 days Compared to Days that do not Precede Healthcare-Associated Infections

<b>Characteristics<sup>a</sup></b>	<b>Days with no HCAI in the following 3 days (N=393)</b>	<b>Days with HCAI in the following 1 to 3 days (N=335)</b>	<b>p-Value<sup>b</sup></b>
Overtime ratio (% of total hours worked)	3.7 (4.8)	4.7 (5.0)	<0.001
Unit occupancy rate (%)	101.9 (7.8)	101.9 (8.8)	0.18
Ratio of available to recommended nurses	0.91 (0.12)	0.94 (0.11)	0.002
Admissions (n)	4.0 (3.0)	4.0 (4.0)	0.19
Patients with central venous catheter (n)	5.0 (3.0)	6.0 (3.0)	0.51
Categories of patient			
Multisystem support (n)	2.0 (2.0)	2.0 (2.0)	0.53
Intensive care (n)	14.0 (8.0)	13.0 (8.0)	<0.001
Intermediate care (n)	13.0 (8.0)	14.0 (8.0)	0.001
Continuing care (n)	21.0 (5.0)	21.0 (5.0)	0.62

Abbreviations: HCAI, healthcare-associated infection. <sup>a</sup> All values are median (interquartile range), <sup>b</sup> Obtained with the Wilcoxon rank sum test

Tableau IV. Table 4. Logistic regression analyses examining the association of unit factors 1 to 3 days prior to HCAs with the odds of HCAs

NICU Characteristic	Odds Ratios (95% CI)		
	Multivariable		
	Univariate	Model 1 <sup>a</sup>	Model 2 <sup>b</sup>
Overtime ratio (%)			
Q1 (0-1.8)	1.00	1.00	1.00
Q2 (1.9-4.7)	1.31(0.86-2.00)	1.26 (0.82-1.94)	1.27 (0.82-1.97)
Q3 3 (4.8-6.7)	1.83 (1.21-2.79)	1.76 (1.15-2.73)	1.74 (1.12-2.72)
Q4 (6.7-17.1)	1.87 (1.23-2.86)	1.73 (1.11-2.72)	1.70 (1.05-2.75)
Ratio of available to recommended nurses			
Q1 (0.67-0.87)	1.00	1.00	1.00
Q2 (0.88-0.92)	1.80 (1.19-2.76)	1.54 (0.99-2.39)	1.39 (0.89-2.20)
Q3 (0.93-0.99)	1.80 (1.18-2.76)	1.39 (0.87-2.21)	1.24 (0.77-2.00)
Q4 (1.00-1.36)	2.01 (1.32-3.09)	1.39 (0.84-2.31)	1.16 (0.67-1.99)
Unit occupancy rate (%)			
Q1 (76.4-96.0)	1.00	1.00	1.00
Q2 (96.1-101.9)	0.90 (0.61-1.32)	0.99 (0.65-1.48)	0.95 (0.62-1.43)
Q3 (102.0-105.9)	0.82 (0.55-1.23)	1.00 (0.64-1.58)	0.90 (0.57-1.44)
Q4 (106.0-113.7)	0.71 (0.44-1.14)	0.96 (0.55-1.69)	0.85 (0.47-1.51)

Abbreviations: CI, confident interval; HCAI, healthcare-associated infection; NICU, neonatal intensive care unit; Q, quartile.

<sup>a</sup> Model 1 was fit separately to each ratio of available to recommended nurses, overtime ratio and unit occupancy rate, with adjustment for the number of patients with central lines, the number of acutely ill patients (categorized as requiring multisystem support or intensive care) and the number of daily admissions.

<sup>b</sup> Model 2 included all three ratios of available to recommended nurses, overtime ratio and unit occupancy rate simultaneously, and was adjusted for the number of patients with central lines, the number of acutely ill patients (categorized as requiring multisystem support or intensive care) and the number of daily admissions.

Model performance metrics: C-statistic = 0.62, Hosmer-Lemeshow p-value = 0.86

# **Chapitre 5 - Discussion**

## **5.1 Résumé de l'étude et des résultats**

Cette étude corrélationnelle visait à évaluer l'association des heures supplémentaires infirmières, des ressources infirmières et du taux d'occupation avec le risque d'infection nosocomiale à l'USIN. Nos résultats indiquent que les jours avec plus d'heures supplémentaires infirmières (quartile 3 et 4) sont associés à un plus grand risque d'infection nosocomiale dans les 1 à 3 jours suivants que les jours qui ont moins d'heures supplémentaires (quartile 1). De plus, nos résultats n'ont pas démontré que le risque d'infection était associé aux ressources infirmières (exprimé par le ratio d'infirmières disponibles / infirmières recommandées) ou au taux d'occupation.

## **5.2 Patients, catégories et infections**

### **5.2.1 Importance de la population des nouveau-nés prématurés**

Cette étude a inclus 2,236 patients à risque d'infection admis plus de 2 jours dans une USIN sur une période de deux ans. Cela représente approximativement 1,100 admissions par année, ce qui est comparable à la moyenne d'admissions dans les unités de > 50 lits au Canada qui est de 1,000 admissions par année.<sup>9</sup> De plus, les caractéristiques des patients sont similaires aux autres USIN médico-chirurgicales. En effet, nous avons 7% de patients de type chirurgical comparé à la moyenne Canadienne de 5-10%. De plus, les nouveau-nés prématurés de < 33 semaines représentaient 26% des admissions (569 patients), mais plus de 56% des jours présences. Cela s'explique par la durée d'hospitalisation plus longue des prématurés<sup>21</sup> et

illustre l'importance des ressources nécessaires à leurs soins. Cette étude confirme donc ce qui est décrit à l'échelle nationale.

### **5.2.2 Facteurs de risque individuel d'infection nosocomiale**

Dans les analyses comparant les caractéristiques des patients ayant subi au moins une infection nosocomiale à ceux qui n'en ont jamais subi (Annexe I, tableau V), les nouveau-nés à risque d'infection avaient en moyenne un âge gestationnel plus bas, un plus petit poids de naissance, un Apgar plus bas, une naissance par césarienne et un NIRRU plus élevé. Par contre, il ne s'agit pas tous de facteurs de risque indépendants. En effet, la majorité de ces variables sont en lien avec l'âge gestationnel du patient. Les nouveau-nés prématurés ont un plus petit poids de naissance, un Apgar plus bas et naissent plus souvent par césarienne.<sup>37</sup> Ainsi, ces résultats sont similaires aux autres études sur les infections nosocomiales en néonatalogie.<sup>63,86</sup>

### **5.2.3 Les types d'infections nosocomiales**

Le taux d'infection pendant la période étudiée était de 3.1 par 1,000 jours-présence, soit similaire à la moyenne canadienne de 3.5/1,000 jours présence.<sup>3</sup> Dans notre échantillon, le *Staphylocoque coagulase négative*<sup>58</sup> était responsable de 72% des infections nosocomiales. Cette proportion est similaire à ce qui est rapporté par le Réseau néonatal canadien,<sup>6</sup> mais plus élevé que ce qui est rapporté par le réseau américain du NICHD.<sup>61</sup> Considérant que nous avons utilisé la définition du réseau américain qui diminue le taux de faux positifs, nous nous attendions à avoir une proportion d'infection à *Staphylocoques coagulase négative* plus basse. Deux hypothèses peuvent expliquer nos résultats.

D'une part, il est possible que l'application de la définition du Réseau néonatal canadien ne surestime pas le taux d'infections nosocomiales. En effet, bien que le Réseau néonatal canadien n'exige pas l'utilisation d'autres tests comme la protéine C réactive ou d'une deuxième hémoculture diagnostique, plusieurs unités appliquent ces critères. Ainsi, si une majorité d'unités applique ces critères pour le diagnostic d'infection nosocomiale malgré le fait que ce n'est pas exigé, cela aurait pour effet de réduire l'incidence de faux positif à l'échelle nationale.

D'autre part, les types de bactéries causant les infections nosocomiales dans les USIN au Canada diffèrent des États-Unis.<sup>3,62</sup> En effet, le Canada a en moyenne une moins grande incidence (ajusté pour le nombre de jours-présences) d'infections nosocomiales fongiques et à bactéries Gram négatif. De plus, les USIN américaines ont de plus hauts taux d'infection à bactéries multi-résistantes.<sup>113</sup> Ainsi, cette étude est la première au Canada qui rapporte le taux d'infection selon la définition du NICHD. Nos résultats suggèrent que le taux d'infection à l'échelle nationale n'est pas surestimé puisque nous avons des taux de bactériémie à *Staphylocoques coagulase négative* similaire au reste du Canada qui utilise une définition moins contraignante. Par contre, il serait souhaitable d'appliquer les définitions du NICHD dans un plus grand échantillon d'unités canadiennes pour confirmer ces résultats.

Parmi les 143 infections nosocomiales dans notre échantillon, toutes étaient des bactériémies dont deux nouveau-nés avaient aussi une méningite à bactérie Gram négatif. Il n'y a eu aucun cas de méningite sans bactériémie. Le faible taux de méningite est similaire à la moyenne canadienne.<sup>3</sup> Il s'explique aussi par le haut taux d'infections à *Staphylocoques coagulase négative* qui est rarement associé à la méningite (moins de 0.4% des bactériémies à *Staphylocoques coagulase négative* sont associées à une méningite).<sup>3</sup> Il est possible que l'association entre les variables organisationnelles et le risque d'infections varie selon le type de bactérie puisque certaines bactéries ont un temps d'incubation plus court. Par contre, notre étude manque de puissance statistique pour effectuer des analyses de sous-groupe, car il n'y

avait que 21 infections à bactérie Gram positif, 14 infections à bactéries Gram négatif et 4 infections fongiques.

## **5.3 Caractéristiques de l'unité de soins**

### **5.3.1 Heures supplémentaires**

Le taux moyen d'heures supplémentaires / heures totales travaillées était de 4.1%, ce qui est similaire à la moyenne des autres USIN au Canada qui est de 4%.<sup>9</sup> Ce taux est aussi similaire à la moyenne annuelle des hôpitaux adultes américains.<sup>93</sup> Par contre, le taux d'heures supplémentaires variait grandement d'une journée à l'autre (Min = 0%, Max 17%) et la moitié des jours avait un taux de plus de 4.7%. Comme la majorité des études et rapports qui ont examiné les heures supplémentaires sur les unités sur une base mensuelle ou annuelle, il s'agit de la première étude qui décrit la variation journalière.<sup>10,76,93</sup> Cette étude illustre à quel point l'utilisation de moyennes mensuelles et annuelles sous-estime la variation des heures supplémentaires d'un jour à l'autre. Considérant que les périodes des heures supplémentaires plus élevées sont associées à des risques d'évènements indésirables plus élevés,<sup>11</sup> cette étude montre l'importance de l'analyse journalière de cette variable.

### **5.3.2 Ressources infirmières**

Les ressources infirmières ont été évaluées avec le ratio d'infirmières disponibles / infirmières recommandées. Le ratio médian était de 0.92 et plus de 75% des jours observaient un ratio de plus de 0.87. Dans une étude incluant plus de 50 USIN au Royaume-Uni, la médiane du ratio d'infirmières disponibles / recommandées était de 0.84.<sup>79</sup> Cela suggère que les ressources infirmières au CHU de Québec étaient en moyenne suffisantes pendant la période étudiée.



Cela reflète la philosophie de gestion de l'unité. En effet, les besoins des patients sont réévalués avant le début de chaque quart de travail et l'objectif est de « toujours » combler les besoins cliniques. Bien que cela implique des équipes volantes et l'utilisation des heures supplémentaires, nos données supportent le fait que les ressources infirmières pour les patients semblaient remplir les besoins recommandés. Il s'agit, de la première étude au Canada qui a évalué les ressources infirmières aux USIN en se basant sur ce ratio.

L'utilisation du ratio d'heures travaillées par patient est une limite des études antérieures que nous avons pu éviter.<sup>65,75</sup> Le ratio d'heures travaillées par patient donne uniquement un chiffre sans tenir compte de l'acuité des patients. Ainsi, il est difficile d'évaluer si un ratio d'heures travaillées par patient élevé reflète un « surplus » d'infirmières ou des besoins cliniques plus élevés.<sup>13</sup> Il est donc souhaitable d'utiliser le ratio d'infirmières disponibles / recommandées pour évaluer les ressources infirmières tel que nous avons fait, ce qui permet mieux d'évaluer s'il y a un « surplus » d'infirmières par rapport aux recommandations. Dans une situation idéale, le ratio d'infirmières disponibles / recommandées serait toujours égal à un. Par contre, dans le contexte de soins intensifs où les besoins des patients sont difficilement prévisibles, on s'attend à une certaine fluctuation de ce chiffre. Dans le cas du CHU de Québec, seulement 25% des jours avaient un « surplus » d'infirmières (ratio plus grand que 1) en se basant sur les recommandations. Ceci est important, car ces chiffres peuvent servir de comparatif pour les autres unités du Canada afin de mieux comprendre la variation des ressources infirmières et tenter d'identifier de meilleures techniques de gestion pour optimiser les ressources infirmières.

Bien que l'utilisation du ratio d'infirmières disponibles / recommandées soit idéal, les résultats peuvent dépendre de l'outil utilisé pour évaluer le nombre recommandé. En effet, il existe plusieurs outils pour évaluer les besoins infirmiers en néonatalogie.<sup>13,84</sup> Par contre, les critères de catégorisation utilisés au Québec dans le cadre du présent projet sont similaires à ceux utilisés au Royaume-Uni et aux États-Unis.<sup>15,20</sup> En effet, le Royaume-Uni utilise 4 catégories de patients avec des définitions similaires pour chaque catégorie. Aux États-Unis, bien qu'il y

ait cinq catégories de patients, les définitions et les ratios recommandés sont très similaires à ce qui est utilisé au Québec. Il est donc probable que nous ayons obtenu des résultats similaires en utilisant ces définitions.

### **5.3.3 Taux d'occupation**

Le taux d'occupation pendant la période étudiée était élevé. Le taux d'occupation dépassait 100% de capacité (en rajoutant des lits supplémentaires) lors de la moitié des jours étudiés. Cela est dû à la régionalisation des soins néonataux au Canada.<sup>14</sup> En effet, la concentration des ressources spécialisées dans quelques unités qui couvrent de larges territoires implique que ces unités doivent « toujours » être capables d'offrir les soins nécessaires aux nouveau-nés. Ainsi, ces résultats sont similaires à ce qui est rapporté par les autres USIN au Canada.<sup>22</sup>

### **5.3.4 Fonctionnement de l'unité et relation entre les trois variables**

La relation entre nos trois variables indépendantes est complexe. L'hypothèse « classique » est que lorsque le taux d'occupation augmente, le ratio infirmière-patient diminue et les heures supplémentaires sont utilisées pour tenter de maintenir des ratios adéquats.<sup>114</sup> Par contre, plusieurs autres variables viennent influencer ces associations comme l'acuité des patients, le nombre d'infirmières disponibles pour le travail, le nombre de vacances, les caractéristiques démographiques des travailleurs, la philosophie de gestion de l'unité, etc.<sup>12,115</sup> Ainsi, suite à notre revue de la littérature, nous avons affirmé qu'il était raisonnable de voir le taux d'occupation, le ratio infirmière-patient et les heures supplémentaires comme trois variables indépendantes ayant des effets sur la qualité des soins.<sup>76</sup>

Dans nos analyses, nous avons d'abord évalué la corrélation entre les trois variables. Il y avait une corrélation significative entre les 3 variables, mais pas suffisante pour suggérer une

colinéarité importante. En effet, tous les coefficients de corrélation de Pearson avaient une valeur  $< 0.4$  (Annexe I tableau VI, Annexe J figure 2,). De plus, les valeurs du VIF dans le modèle de régression logistique étaient tous moins de 2.5 suggérant encore l'absence de colinéarité importante. Nos analyses suggèrent qu'il y a effectivement une association positive entre le taux d'occupation et les heures supplémentaires, mais que l'augmentation du nombre de patients n'est pas le seul déterminant des heures supplémentaires et confirme l'importance de considérer d'autres facteurs organisationnels pour expliquer la variation des heures supplémentaires.

Nous avons observé que l'augmentation des heures supplémentaires était associée à une augmentation du ratio d'infirmières disponibles / infirmières recommandées (coefficient de corrélation de Pearson = 0.38, valeur  $p < 0.001$ ). Cela suggère que les heures supplémentaires étaient efficaces pour maintenir et même parfois augmenter le ratio d'infirmières disponibles / recommandées et confirme la philosophie de gestion de « toujours tenter de remplir les besoins cliniques ».

La majorité des études sur les heures supplémentaires et le ratio infirmière-patient ont considéré uniquement une des deux variables.<sup>11,13</sup> D'autres ont suggéré que les heures supplémentaires étaient un proxy pour la pénurie de main-d'œuvre et que lorsque les heures supplémentaires augmentaient, le ratio infirmière-patient n'était pas maintenu. Par contre, ces études n'incluaient pas de variables pour évaluer les besoins cliniques pour le calcul des ratios.<sup>76</sup> Nos résultats suggèrent justement le contraire. En effet, les heures supplémentaires peuvent être utilisées pour maintenir un ratio infirmière-patient adéquat, mais il y a un équilibre à maintenir entre les risques d'avoir un ratio infirmière-patient trop bas et les risques des heures supplémentaires. Cet équilibre entre les deux variables pourrait expliquer pourquoi le ratio infirmière-patient et les heures supplémentaires ne sont pas toujours associés avec les issues des patients dans la littérature. De plus, nos résultats suggèrent que les études sur les ressources infirmières devraient inclure les heures supplémentaires et vice versa pour mieux comprendre l'effet de chaque variable.

## 5.4 Force du modèle utilisé

Notre étude a trouvé une association positive entre le risque d'infection et les heures supplémentaires dans les trois jours qui précèdent. Tel que mentionné dans la revue de littérature, les événements qui précèdent une infection sont mal définis et il est difficile de déterminer quels jours ou moments ont le plus contribué à l'infection. Le choix d'observer les trois jours précédents était basé sur d'autres études.<sup>100</sup> Par contre, certaines études ont pris uniquement une journée et d'autres sont allés jusqu'à 5 jours avant.<sup>75 79</sup> Dans notre situation, il aurait été difficile d'analyser 4 ou 5 jours avant une infection, car le nombre de jours avec une infection était élevé (132 jours où il y avait au moins une infection), ce qui aurait réduit le nombre de jours qui ne précédaient pas une infection.

Par ailleurs, nous avons aussi analysé individuellement chacun des trois jours qui précédaient des jours d'infection (Annexe I, tableau VII). L'association positive entre les heures supplémentaires et le risque d'infection était maintenue lors de chacun des trois jours. De plus, les analyses avec les modèles de régression logistique pour chaque jour ont donné des résultats similaires (Annexe I, tableaux VIII, IX, X).

L'objectif du projet était d'évaluer l'association entre les heures supplémentaires, les ressources infirmières, le taux d'occupation et le risque d'infection nosocomiale à l'USIN. Nous avons donc choisi d'analyser les données du point de vue de l'unité et non du point de vue du patient. Il s'agit d'une approche qui permet de mieux comprendre l'organisation de l'unité et comment les variables affectent des événements complexes comme les infections nosocomiales. Par contre, il aurait pu être intéressant d'analyser les données basées sur l'exposition individuelle de chaque patient. Cela aurait nécessité une organisation différente des données et de redéfinir les critères d'exclusion pour éviter la répétition de variables (ex :

exclure les jours après une infection). Ainsi, il serait agi d'un autre projet qui n'aurait pas tout à fait répondu à la même question.

## **5.5 Discussion sur les hypothèses de recherche**

### **5.5.1 Hypothèse 1, les heures supplémentaires**

Notre étude a trouvé une association entre les heures supplémentaires infirmières plus élevées et le risque d'infection nosocomiale dans les trois jours suivants. L'association entre les heures supplémentaires infirmières et les risques d'accidents et incidents est bien documentée dans la littérature.<sup>11</sup> Par contre, l'association temporelle entre les heures supplémentaires et les risques d'infection est moins bien documentée. En effet, la plus grande étude sur les heures supplémentaires et les infections avait évalué la corrélation entre les moyennes mensuelles d'heures supplémentaires et le taux d'infection dans une population adulte.<sup>76</sup> Ainsi, il s'agit ici de la première étude qui a évalué l'impact des heures supplémentaires sur les infections à l'USIN.

Il est probable qu'en période d'heures supplémentaires plus élevées, la compliance avec les mesures de prévention des infections, particulièrement l'hygiène des mains, diminue et que cela augmente les risques d'infection. En effet, la compliance aux mesures de prévention des infections est l'élément le plus important pour éviter les infections nosocomiales. Considérant que le germe causant le plus grand nombre d'infections nosocomiales est le *Staphylocoque coagulase négative* et qu'il s'agit d'une bactérie de la flore normale de la peau, il est peu probable que la charge bactérienne de chaque travailleur joue un rôle important dans le risque d'infection.<sup>63</sup> L'hygiène adéquate des mains aux quatre moments clefs tel que définis par l'Organisation mondiale de la santé joue un rôle critique pour prévenir la transmission de ce type de bactéries en réduisant le nombre de bactéries sur la peau au moment du contact avec le

patient ou son environnement.<sup>57</sup> Par contre, nous n'avons pas évalué d'indicateurs de processus de soins comme le taux de compliance à l'hygiène des mains. Ces données sont recueillies de façon trimestrielle, mais pas sur une base journalière. De plus, il serait pertinent de compléter cette étude avec une recherche qualitative pour mieux comprendre les impacts des heures supplémentaires sur le travail des infirmières et comment celles-ci perçoivent l'accomplissement de leurs tâches pendant des périodes de fatigue.

### **5.5.2 Hypothèse 2, les ressources infirmières**

Notre étude n'a pas trouvé d'association entre les ressources infirmières journalières et le risque d'infection dans les trois jours suivants. Dans l'analyse univariée, un ratio d'infirmières disponibles / recommandées plus élevé était associé au risque d'infection dans les trois jours suivants. Par contre, cette association n'était plus significative après l'ajustement pour les covariables (nombre de patients à haut risque d'infection, le nombre de patients avec un cathéter central et le nombre d'admissions). Il est possible que lorsqu'il y ait plus de patients aigus, il soit plus difficile de maintenir des ratios plus élevés. En effet, il y avait moins de patients catégorisés A et B les jours qui précédaient les infections, ce qui pourrait expliquer des ratios plus élevés les jours avant une infection. Par contre, la différence observée dans notre échantillon ne semble pas avoir d'impact clinique lorsque le modèle est ajusté pour les facteurs de risque des patients. En effet, les ratios observés (médiane = 0.92) étaient supérieurs à d'autres études sur le sujet qui ont documenté un impact des ressources infirmières (médiane = 0.8).<sup>79</sup> Par contre, notre étude est la première au Canada sur la question et d'autres études canadiennes sont requises pour évaluer la disponibilité des ressources infirmières.

Par ailleurs, il aurait été souhaitable d'avoir plus de données sur ce qui se passe en période de plus bas ratio et comment l'unité assigne les infirmières. En effet, il est possible que les mécanismes de compensation en période de pénurie (diminution des ratios pour les patients moins aigus, mais maintien de ratio adéquat pour les patients vulnérables) mitigent les effets

du manque de personnel. Pour répondre à cette question, il faudrait colliger les assignations de chaque infirmière à chaque patient, données qui ne sont pas disponibles rétrospectivement.

### **5.5.3 Hypothèse 3, le taux d'occupation**

Notre étude n'a pas trouvé d'association entre le taux d'occupation et le risque d'infection nosocomiale. Il est possible que les USIN du Canada se soient habituées à fonctionner à de hauts taux d'occupation, ce qui expliquerait l'absence d'association. En effet, le taux d'occupation au moment de l'admission des nouveau-nés n'a pas été associé avec le risque de mortalité et de morbidité au Canada, mais était associé à la mortalité néonatale au Royaume-Uni.<sup>15,22</sup> De plus, les études adultes qui ont trouvé une association du taux d'occupation avec le risque d'infection avaient une plus grande variation du taux d'occupation qui allait de 60 à 100% de la capacité.<sup>88</sup> Dans notre échantillon, il y avait peu de variation du taux d'occupation. Par ailleurs, nous avons aussi ajusté pour le nombre d'admissions par jour pour tenir compte de cette fluctuation et le nombre d'admissions n'était pas statistiquement significativement associé avec le risque d'infection. En bref, cela suggère que l'unité était capable de s'adapter à la variation du nombre de patients. Ceci est important, car cela suggère qu'il est préférable d'avoir une unité qui fonctionne la majorité du temps à un taux d'occupation élevé que d'avoir une unité dont le nombre de patients fluctue grandement.

## **5.6 Validité interne et causalité**

Une limite du devis d'une étude corrélationnelle est la difficulté d'inférer la causalité. Il y avait une association statistiquement significative entre les heures supplémentaires et le risque d'infection nosocomiale dans les jours suivants. Par contre, nous ne pouvons parler de causalité avec certitude. Pour cela, nous pouvons analyser les critères de Bradford Hill.<sup>116</sup>

D'abord, notre étude contribue à la compréhension de la force de l'association en trouvant une augmentation du risque d'infection lorsque les heures supplémentaires augmentent. Effectivement, ces résultats sont cohérents avec les résultats d'études dans la population adulte.<sup>11</sup> La spécificité de l'effet des heures supplémentaires et de l'organisation des soins sur les risques d'infection est difficile à démontrer, car les infections sont un phénomène multifactoriel. Notre étude suggère aussi qu'il semble y avoir une notion de temporalité, car les heures supplémentaires précèdent l'infection. Il semble aussi y avoir une relation dose-effet avec le rapport de cote qui augmente selon le quartile des heures supplémentaires. Cette association est plausible, basée sur notre revue de la littérature. Par contre, les heures supplémentaires sont une variable parmi plusieurs facteurs organisationnels qui ont été documentés comme étant associés aux issues des patients.

Le mécanisme causal potentiel par lequel les heures supplémentaires infirmières augmentent le risque d'infection est complexe. Tel que mentionné dans la revue de littérature, il y a plusieurs hypothèses basées sur l'association des heures supplémentaires avec la fatigue aiguë, la fatigue chronique et l'épuisement professionnel qui ont un effet sur la performance au travail.<sup>11,76,117</sup> D'abord, l'infirmière qui travaille des heures supplémentaires subit de la fatigue aiguë qui est associée avec une diminution des aptitudes techniques et une moins bonne performance cognitive.<sup>118,119</sup> Cela se traduit par une moins bonne compliance aux mesures de prévention des infections (lavage des mains, maintien de la stérilité lors des procédures, moins bonne désinfection de la peau avant les prélèvements sanguins, etc.).<sup>120</sup> De plus, les heures supplémentaires sont aussi associées à la fatigue chronique (en raison de l'augmentation des heures travaillées dans la semaine) et l'épuisement professionnel.<sup>78,119</sup> Ces deux variables diminuent aussi les aptitudes techniques et la performance cognitive.

Notre étude contribue à la meilleure compréhension de la possible causalité entre la structure organisationnelle et les issues des patients en néonatalogie. Par contre, nous devons plutôt considérer les heures supplémentaires et l'organisation des soins comme des facteurs de risque



important pour les infections, mais pas l'élément causal. Pour parler de causalité, il faut encore des études qui font le lien entre la structure, les processus de soins et les infections.

## **5.7 Forces et limites**

### **5.7.1 Forces**

Une force importante de cette étude est son aspect novateur. Il s'agit de la première étude au Canada qui a évalué l'association des variables organisationnelles (heures supplémentaires, ressources infirmières et taux d'occupation) avec les issues des patients en néonatalogie. En effet, la plus récente revue de la littérature sur l'impact des ressources infirmières compte cinq études sur la question, toutes à l'extérieur du Canada.<sup>13</sup> Ainsi, cette étude contribue à mettre de l'avant l'importance de l'organisation des soins au Canada.

Deuxièmement, nous nous sommes basés sur des définitions d'indicateurs (heures supplémentaires, taux d'occupation, ratio d'infirmières disponibles / recommandées, infection) fiables et reproductibles. Les bases de données utilisées étaient reconnues comme valides, ce qui limite le biais d'information. De plus, une force méthodologique est d'avoir démontré que les bases de données clinico-administratives existantes peuvent être utilisées et combinées à des fins de recherche.

Troisièmement, le fait de se concentrer sur une seule unité a permis d'obtenir des données détaillées journalières sur une période de temps prolongé. Cela a permis une analyse approfondie de la relation entre les trois variables d'intérêt et leur impact sur les risques d'infection.

### 5.7.2 Limites

Une limite de l'étude est l'absence de données sur les processus de soins pendant la période étudiée. Il aurait été idéal d'obtenir les taux de compliance avec les mesures de prévention des infections et les mettre en relation avec les trois variables administratives étudiées. Par contre, ces données ne sont pas colligées sur une base quotidienne et donc impossibles à obtenir avec un devis rétrospectif. De plus, obtenir ces données prospectivement exigerait beaucoup de ressources (une personne qui vient chaque jour observer les pratiques) et pourrait introduire un biais d'observation. En effet, introduire un observateur qui évalue la compliance aux mesures de prévention des infections augmente le taux de compliance et peut réduire les infections.<sup>63</sup>

Une autre limite de l'étude est l'absence de distinction entre le type d'heures supplémentaires (obligatoires ou volontaires). Par contre, une revue de littérature récente sur les effets des heures supplémentaires suggère que les deux types d'heures supplémentaires ont le même effet sur la performance au travail.<sup>11</sup> Cela est principalement dû au fait que les principales motivations pour effectuer des heures supplémentaires ne sont pas en lien avec la perception de fatigue des infirmières mais plutôt des motivations financières et à contrôler leur horaire.<sup>12</sup> Effectivement, une infirmière peut privilégier travailler des heures supplémentaires à un moment précis pour éviter des heures supplémentaires le lendemain en raison des règles de gestion.<sup>71</sup> Ainsi, il est peu probable qu'ajuster pour les heures supplémentaires obligatoires et volontaires aurait changé les conclusions de cette étude.

Par ailleurs, la littérature suggère que ce sont les jeunes infirmières et les infirmières qui travaillent la nuit qui effectuent plus d'heures supplémentaires.<sup>12,96</sup> Ainsi, il est aussi possible que l'effet des heures supplémentaires soit différent sur une infirmière qui travaille la nuit (période associée à plus de fatigue chez les travailleurs) et sur les infirmières avec moins d'années d'expérience.<sup>121,122</sup> Par contre, pour évaluer si l'effet des heures supplémentaires varie d'un quart à l'autre, il faudrait avoir des indicateurs de processus.

La définition d'infection nosocomiale incluait seulement les bactériémies et les méningites. Les données sur les autres types d'infection ne sont pas recueillies de façon standardisée, et même le Réseau néonatal canadien ne les collige pas systématiquement.<sup>21</sup> Par contre, l'absence de données sur les autres infections a probablement eu pour effet de sous-estimer l'association entre les heures supplémentaires et le risque d'infection. De plus, notre définition d'infection nosocomiale était une des plus rigoureuses,<sup>61</sup> contribuant à la validité des conclusions.

La validité externe d'une étude expérimentale est dépendante des caractéristiques qui permettent de généraliser les résultats à d'autres contextes similaires.<sup>101</sup> Dans ce cas-ci, les caractéristiques du CHU de Québec étaient similaires à celles des autres unités du Canada telles que décrites plus haut (Section 5.3 sur les caractéristiques de l'unité). Par contre, il est probable que les modes de gestion diffèrent d'une unité à l'autre et que cela puisse affecter l'association entre les variables administratives et le risque d'infection. En effet, il est possible que certaines unités privilégient d'accepter un ratio infirmière-patient plus bas pour éviter d'avoir plus d'heures supplémentaires. C'est justement cela la contribution de cette étude : d'avoir démontré l'importance de regarder les trois variables conjointement lorsque l'on évalue leur association avec les issues des patients et ne pas uniquement examiner une variable sur une base mensuelle.

## **5.8 Implications**

### **5.8.1 Implications pour la gestion**

Dans cette étude unicentrique, nous avons trouvé que l'organisation des soins (particulièrement les heures supplémentaires) était associée avec les infections nosocomiales en néonatalogie. D'abord, notre étude illustre l'importance pour les gestionnaires de chaque

unité d'analyser leurs données administratives pour évaluer l'association des pratiques organisationnelles avec les risques d'infections nosocomiales. Aussi, une analyse journalière de la variation des heures supplémentaires, ressources infirmières et taux d'occupation permet au gestionnaire de mieux comprendre les facteurs qui influencent leur variation dans le temps et de trouver des solutions adaptées pour réduire les heures supplémentaires.

Ensuite, les conclusions de cette étude sont similaires à l'amont de littérature qui a trouvé une association des heures supplémentaires avec les issues adverses des patients. Il est donc important pour les gestionnaires d'évaluer l'utilisation des heures supplémentaires dans leur unité et d'identifier les meilleures stratégies pour les réduire. Parmi les moyens de réduire les heures supplémentaires, l'augmentation des postes à temps plein, l'utilisation des quarts de 12 h, l'utilisation d'outils électroniques de gestion d'horaires et l'utilisation d'équipes volantes sont tous des moyens qui sont associés avec une réduction des heures supplémentaires dans la littérature.<sup>12,96,115</sup> De plus, lorsqu'une infirmière effectue des heures supplémentaires, il faut considérer des mesures pour mitiger leur effet comme la réassigner à des tâches moins complexes et aussi la sensibiliser au risque d'erreur plus élevé.

### **5.8.2 Implications pour la recherche**

Dans cette étude unicentrique, nous avons démontré l'importance d'avoir des données administratives détaillées afin de mieux comprendre les impacts de l'organisation des soins sur les issues néonatales. Par contre, il existe encore peu de littérature sur le sujet au Canada pour aider à une meilleure gestion des ressources. Les prochaines études sur cette question devraient aborder trois axes : l'analyse comparative des structures de soins, l'établissement de liens entre la structure des soins et les indicateurs de processus et une compréhension qualitative du fonctionnement des unités.

Premièrement, une étude multicentrique canadienne est nécessaire pour mieux comprendre l'association des heures supplémentaires, des ressources infirmières et du taux d'occupation avec les issues des nouveau-nés. Des définitions standardisées doivent être utilisées. Les coauteurs de l'article inclus dans ce mémoire sont déjà dans le processus d'approbation multicentrique d'un tel projet et comptent se pencher sur cette question dans les prochaines années. Deuxièmement, les prochaines recherches doivent tenter de faire un lien entre la structure des soins et les processus en néonatalogie. Le Réseau néonatal canadien pilote déjà une étude internationale et un sondage portant sur les caractéristiques organisationnelles et des indicateurs de processus qui pourront répondre en partie à ces questions. Enfin, des recherches qualitatives sont nécessaires pour mieux comprendre l'impact des heures supplémentaires sur l'accomplissement des tâches infirmières.

## Conclusion

Cette étude a évalué l'association entre les heures supplémentaires infirmières, le ratio d'infirmières disponibles / recommandées, le taux d'occupation et le risque d'infection nosocomiale. Les jours avec des heures supplémentaires plus élevées étaient associés avec un risque plus élevé d'infection nosocomiale dans les 3 jours suivants. Cependant, le ratio d'infirmières disponibles / recommandées et le taux d'occupation n'étaient pas associés au risque d'infection nosocomiale. Cette étude est la première qui a examiné l'association entre ces trois variables administratives simultanément et les issues des patients en néonatalogie. Les résultats démontrent l'importance d'évaluer et de comprendre la variation des trois variables à l'intérieur d'une même analyse. Ces résultats contribuent à l'ensemble de la littérature qui évalue l'association entre la structure des soins et les issues des patients. De plus, ces résultats illustrent l'importance pour les gestionnaires d'analyser les impacts de l'organisation des soins sur les patients. Par contre, d'autres études multicentriques quantitatives et qualitatives sont nécessaires pour confirmer ces résultats et déterminer les meilleures pratiques de gestion.

## Bibliographie

1. Canadian Labour and Business Centre. *A report prepared for the Canadian Nursing Advisory Committee: full-time equivalents and financial costs associated with absenteeism, overtime and involuntary part-time employment in the nursing profession*. Ottawa, On, Canada, 2012.
2. Canadian Neonatal Network. *Canadian Neonatal Network 2014 Annual report*. Toronto, On, Canada; 2014.
3. Shah PS, Yoon W, Kalapesi Z, Bassil K, Dunn M, Lee SK. Seasonal variations in healthcare-associated infection in neonates in Canada. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition*. 2013;98(1):F65-69.
4. Institut canadien pour la sécurité des patients. *Aspect économique de la sécurité des patients dans un établissement de soins de courte durée*. Ottawa, On, Canada: Institut canadien pour la sécurité des patients; 2012.
5. Johnson TJ, Patel AL, Jegier BJ, Engstrom JL, Meier PP. Cost of morbidities in very low birth weight infants. *J Pediatr*. 2013;162(2):243-249 e241.
6. Shah J, Jefferies AL, Yoon EW, Lee SK, Shah PS. Risk Factors and Outcomes of Late-Onset Bacterial Sepsis in Preterm Neonates Born at < 32 Weeks' Gestation. *American journal of perinatology*. 2015;32(7):675-682.
7. Lee SK, Shah PS, Singhal N, et al. Association of a quality improvement program with neonatal outcomes in extremely preterm infants: a prospective cohort study. *CMAJ : Canadian Medical Association journal*. 2014;186(13):E485-494.
8. Lee SK, Aziz K, Singhal N, Cronin CM. The Evidence-based Practice for Improving Quality method has greater impact on improvement of outcomes than dissemination of practice change guidelines and quality improvement training in neonatal intensive care units. *Paediatr Child Health*. 2015;20(1):e1-9.
9. Canadian Association of Paediatric Health Care Centers-Canadian Paediatric Decision Support Network. *Benchmarking report 2013*. Ottawa, On, Canada October 2013.
10. Drebit S, Ngan K, Hay M, Alamgir H. Trends and costs of overtime among nurses in Canada. *Health Policy*. 2010;96(1):28-35.
11. Bae SH, Fabry D. Assessing the relationships between nurse work hours/overtime and nurse and patient outcomes: systematic literature review. *Nursing outlook*. 2014;62(2):138-156.
12. Griffiths P, Dall'Ora C, Simon M, et al. Nurses' shift length and overtime working in 12 European countries: the association with perceived quality of care and patient safety. *Med Care*. 2014;52(11):975-981.
13. Sherenian M, Profit J, Schmidt B, et al. Nurse-to-patient ratios and neonatal outcomes: a brief systematic review. *Neonatology*. 2013;104(3):179-183.
14. Whitfield M, Chessex P. The need for public involvement when operating a regionalized neonatal care system at maximum capacity. *Paediatr Child Health*. 2010;15(9):573-575.
15. Tucker J, Group UKNSS. Patient volume, staffing, and workload in relation to risk-adjusted outcomes in a random stratified sample of UK neonatal intensive care units: a prospective evaluation. *Lancet*. 2002;359(9301):99-107.

16. Swyer PR. The regional organisation of special care for the neonate. *Pediatric clinics of North America*. 1970;17(4):761-776.
17. Yu VY, Dunn PM. Development of regionalized perinatal care. *Seminars in neonatology : SN*. 2004;9(2):89-97.
18. Ohlsson A, Fohlin L. Reproductive medical care in Sweden and the Province of Ontario, Canada. A comparative study. *Acta paediatrica Scandinavica Supplement*. 1983;306:1-15.
19. Sinclair JC. The neonatal intensive care unit: organization of care of the low-birthweight infant. *Birth defects original article series*. 1988;24(1):11-21.
20. Blackmon LR, Barfield WD, Stark AR. Hospital neonatal services in the United States: variation in definitions, criteria, and regulatory status, 2008. *Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association*. 2009;29(12):788-794.
21. Canadian Neonatal Network. *Abstarctor's Manual v2.1.2*.  
<http://www.canadianneonatalnetwork.org/portal/CNNHome/Publications.aspx>2014.
22. Shah PS, Mirea L, Ng E, Solimano A, Lee SK, Canadian Neonatal N. Association of unit size, resource utilization and occupancy with outcomes of preterm infants. *Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association*. 2015;35(7):522-529.
23. Jefferies AL. Going home: Facilitating discharge of the preterm infant. *Paediatr Child Health*. 2014;19(1):31-42.
24. Russell RB, Green NS, Steiner CA, et al. Cost of hospitalization for preterm and low birth weight infants in the United States. *Pediatrics*. 2007;120(1):e1-9.
25. Lim G, Tracey J, Boom N, et al. CIHI survey: Hospital costs for preterm and small-for-gestational age babies in Canada. *Healthcare quarterly (Toronto, Ont)*. 2009;12(4):20-24.
26. Delnord M, Hindori-Mohangoo AD, Smith LK, et al. Variations in very preterm birth rates in 30 high-income countries: are valid international comparisons possible using routine data? *BJOG : an international journal of obstetrics and gynaecology*. 2016.
27. Hornik CP, Collins RT, 2nd, Jaquiss RD, et al. Adverse cardiac events in children with Williams syndrome undergoing cardiovascular surgery: An analysis of the Society of Thoracic Surgeons Congenital Heart Surgery Database. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;149(6):1516-1522 e1511.
28. Juul CGS. *Avery's Diseases of the Newborn 9th Edition*. 2011.
29. Boland RA, Davis PG, Dawson JA, Doyle LW. Predicting death or major neurodevelopmental disability in extremely preterm infants born in Australia. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition*. 2013;98(3):F201-204.
30. Berger TM, Bernet V, El Alama S, et al. Perinatal care at the limit of viability between 22 and 26 completed weeks of gestation in Switzerland. 2011 revision of the Swiss recommendations. *Swiss Med Wkly*. 2011;141:w13280.
31. Janvier A, Barrington KJ, Aziz K, et al. CPS position statement for prenatal counselling before a premature birth: Simple rules for complicated decisions. *Paediatr Child Health*. 2014;19(1):22-24.
32. Lorenz JM. Ethical dilemmas in the care of the most premature infants: the waters are murkier than ever. *Current opinion in pediatrics*. 2005;17(2):186-190.



33. Taittonen L, Korhonen P, Palomaki O, Luukkaala T, Tammela O. Opinions on the counselling, care and outcome of extremely premature birth among healthcare professionals in Finland. *Acta Paediatr.* 2014;103(3):262-267.
34. Chen F, Bajwa NM, Rimensberger PC, Posfay-Barbe KM, Pfister RE. Thirteen-year mortality and morbidity in preterm infants in Switzerland. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition.* 2016;101(5):F377-383.
35. Horbar JD, Carpenter JH, Badger GJ, et al. Mortality and neonatal morbidity among infants 501 to 1500 grams from 2000 to 2009. *Pediatrics.* 2012;129(6):1019-1026.
36. Shah PS, Lui K, Sjors G, et al. Neonatal Outcomes of Very Low Birth Weight and Very Preterm Neonates: An International Comparison. *J Pediatr.* 2016;177:144-152.e146.
37. Stoll BJ, Hansen NI, Bell EF, et al. Trends in Care Practices, Morbidity, and Mortality of Extremely Preterm Neonates, 1993-2012. *JAMA.* 2015;314(10):1039-1051.
38. Guillen U, DeMauro S, Ma L, et al. Relationship between attrition and neurodevelopmental impairment rates in extremely preterm infants at 18 to 24 months: a systematic review. *Archives of pediatrics & adolescent medicine.* 2012;166(2):178-184.
39. Mukerji A, Shah V, Shah PS. Periventricular/Intraventricular Hemorrhage and Neurodevelopmental Outcomes: A Meta-analysis. *Pediatrics.* 2015;136(6):1132-1143.
40. Payne AH, Hintz SR, Hibbs AM, et al. Neurodevelopmental outcomes of extremely low-gestational-age neonates with low-grade periventricular-intraventricular hemorrhage. *JAMA Pediatr.* 2013;167(5):451-459.
41. Jarjour IT. Neurodevelopmental outcome after extreme prematurity: a review of the literature. *Pediatric neurology.* 2015;52(2):143-152.
42. Serenius F, Ewald U, Farooqi A, et al. Neurodevelopmental Outcomes Among Extremely Preterm Infants 6.5 Years After Active Perinatal Care in Sweden. *JAMA Pediatr.* 2016;170(10):954-963.
43. Serenius F, Kallen K, Blennow M, et al. Neurodevelopmental outcome in extremely preterm infants at 2.5 years after active perinatal care in Sweden. *Jama.* 2013;309(17):1810-1820.
44. Wong DT, Gomez M, McGuire GP, Kavanagh B. Utilization of intensive care unit days in a Canadian medical-surgical intensive care unit. *Crit Care Med.* 1999;27(7):1319-1324.
45. Johnston KM, Gooch K, Korol E, et al. The economic burden of prematurity in Canada. *BMC Pediatr.* 2014;14:93.
46. Soilly AL, Lejeune C, Quantin C, Bejean S, Gouyon JB. Economic analysis of the costs associated with prematurity from a literature review. *Public Health.* 2014;128(1):43-62.
47. Clements KM, Barfield WD, Ayadi MF, Wilber N. Preterm birth-associated cost of early intervention services: an analysis by gestational age. *Pediatrics.* 2007;119(4):e866-874.
48. Hodek JM, von der Schulenburg JM, Mittendorf T. Measuring economic consequences of preterm birth - Methodological recommendations for the evaluation of personal burden on children and their caregivers. *Health economics review.* 2011;1(1):6.
49. Gilbert WM, Nesbitt TS, Danielsen B. The cost of prematurity: quantification by gestational age and birth weight. *Obstetrics and gynecology.* 2003;102(3):488-492.

50. Partridge JC, Robertson KR, Rogers EE, Landman GO, Allen AJ, Caughey AB. Resuscitation of neonates at 23 weeks' gestational age: a cost-effectiveness analysis. *The journal of maternal-fetal & neonatal medicine : the official journal of the European Association of Perinatal Medicine, the Federation of Asia and Oceania Perinatal Societies, the International Society of Perinatal Obstet.* 2015;28(2):121-130.
51. Partridge JC, Sendowski MD, Martinez AM, Caughey AB. Resuscitation of likely nonviable infants: a cost-utility analysis after the Born-Alive Infant Protection Act. *American journal of obstetrics and gynecology.* 2012;206(1):49.e41-49.e10.
52. Jefferies AL, Kirpalani HM. Counselling and management for anticipated extremely preterm birth. *Paediatr Child Health.* 2012;17(8):443-446.
53. Guillen U, Weiss EM, Munson D, et al. Guidelines for the Management of Extremely Premature Deliveries: A Systematic Review. *Pediatrics.* 2015;136(2):343-350.
54. Horan TC, Andrus M, Dudeck MA. CDC/NHSN surveillance definition of health care-associated infection and criteria for specific types of infections in the acute care setting. *Am J Infect Control.* 2008;36(5):309-332.
55. Dong Y, Speer CP. Late-onset neonatal sepsis: recent developments. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition.* 2015;100(3):F257-263.
56. Geffers C, Baerwolff S, Schwab F, Gastmeier P. Incidence of healthcare-associated infections in high-risk neonates: results from the German surveillance system for very-low-birthweight infants. *The Journal of hospital infection.* 2008;68(3):214-221.
57. Verstraete E, Boelens J, De Coen K, et al. Healthcare-associated bloodstream infections in a neonatal intensive care unit over a 20-year period (1992-2011): trends in incidence, pathogens, and mortality. *Infection control and hospital epidemiology.* 2014;35(5):511-518.
58. Hornik CP, Krawczeski CD, Zappitelli M, et al. Serum brain natriuretic peptide and risk of acute kidney injury after cardiac operations in children. *Ann Thorac Surg.* 2014;97(6):2142-2147.
59. Al Wohoush I, Rivera J, Cairo J, Hachem R, Raad I. Comparing clinical and microbiological methods for the diagnosis of true bacteraemia among patients with multiple blood cultures positive for coagulase-negative staphylococci. *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases.* 2011;17(4):569-571.
60. Sarkar S, Bhagat I, DeCristofaro JD, Wiswell TE, Spitzer AR. A study of the role of multiple site blood cultures in the evaluation of neonatal sepsis. *Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association.* 2006;26(1):18-22.
61. Stoll BJ, Hansen N, Fanaroff AA, et al. Late-onset sepsis in very low birth weight neonates: the experience of the NICHD Neonatal Research Network. *Pediatrics.* 2002;110(2 Pt 1):285-291.
62. Stoll BJ, Hansen NI, Bell EF, et al. Neonatal outcomes of extremely preterm infants from the NICHD Neonatal Research Network. *Pediatrics.* 2010;126(3):443-456.
63. Polin RA, Denson S, Brady MT, Committee on F, Newborn, Committee on Infectious D. Strategies for prevention of health care-associated infections in the NICU. *Pediatrics.* 2012;129(4):e1085-1093.
64. Donabedian A. Evaluating the quality of medical care. *The Milbank Memorial Fund quarterly.* 1966;44(3):Suppl:166-206.

65. Profit J, Petersen LA, McCormick MC, et al. Patient-to-nurse ratios and outcomes of moderately preterm infants. *Pediatrics*. 2010;125(2):320-326.
66. Pronovost PJ, Angus DC, Dorman T, Robinson KA, Dremiszov TT, Young TL. Physician staffing patterns and clinical outcomes in critically ill patients: a systematic review. *JAMA*. 2002;288(17):2151-2162.
67. Tarnow-Mordi WO, Hau C, Warden A, Shearer AJ. Hospital mortality in relation to staff workload: a 4-year study in an adult intensive-care unit. *Lancet*. 2000;356(9225):185-189.
68. Hugonnet S, Harbarth S, Sax H, Duncan RA, Pittet D. Nursing resources: a major determinant of nosocomial infection? *Curr Opin Infect Dis*. 2004;17(4):329-333.
69. Castrodale V, Rinehart S. The golden hour: improving the stabilization of the very low birth-weight infant. *Advances in neonatal care : official journal of the National Association of Neonatal Nurses*. 2014;14(1):9-14; quiz 15-16.
70. Lake E, Rogowski J, Weiner J. Improving the Lives of Fragile Newborns: What Does Nursing Have to Offer? *LDI Issue Brief*. 2016;20(1):1-4.
71. Fédération Interprofessionnelle de la Santé du Québec. Convention collective 2011-2015, article 19.01. Quebec, Canada.
72. Bae SH. Presence of nurse mandatory overtime regulations and nurse and patient outcomes. *Nurs Econ*. 2013;31(2):59-68, 89; quiz 69.
73. Berney B, Needleman J. Impact of nursing overtime on nurse-sensitive patient outcomes in New York hospitals, 1995-2000. *Policy Polit Nurs Pract*. 2006;7(2):87-100.
74. Trinkoff AM, Le R, Geiger-Brown J, Lipscomb J, Lang G. Longitudinal relationship of work hours, mandatory overtime, and on-call to musculoskeletal problems in nurses. *American journal of industrial medicine*. 2006;49(11):964-971.
75. Cimiotti JP, Haas J, Saiman L, Larson EL. Impact of staffing on bloodstream infections in the neonatal intensive care unit. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*. 2006;160(8):832-836.
76. Stone PW, Mooney-Kane C, Larson EL, et al. Nurse working conditions and patient safety outcomes. *Med Care*. 2007;45(6):571-578.
77. Beltempo M LG, Cabot M, Beauchesne V, Piedboeuf B. Nursing Overtime Increases the Risk of Medical Incidents in the NICU Abstarct, Pediatric Academic Societies 2015, San Diego2015.
78. Cimiotti JP, Aiken LH, Sloane DM, Wu ES. Nurse staffing, burnout, and health care-associated infection. *Am J Infect Control*. 2012;40(6):486-490.
79. Hamilton KE, Redshaw ME, Tarnow-Mordi W. Nurse staffing in relation to risk-adjusted mortality in neonatal care. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition*. 2007;92(2):F99-F103.
80. Callaghan LA, Cartwright DW, O'Rourke P, Davies MW. Infant to staff ratios and risk of mortality in very low birthweight infants. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition*. 2003;88(2):F94-97.
81. Rogowski JA, Staiger D, Patrick T, Horbar J, Kenny M, Lake ET. Nurse staffing and NICU infection rates. *JAMA Pediatr*. 2013;167(5):444-450.
82. Harper K, McCully C. Acuity systems dialogue and patient classification system essentials. *Nursing administration quarterly*. 2007;31(4):284-299.

83. Sawatzky-Dickson D, Bodnaryk K. Validation of a tool to measure neonatal nursing workload. *Journal of nursing management*. 2009;17(1):84-91.
84. Spence K, Tarnow-Mordi W, Duncan G, et al. Measuring nursing workload in neonatal intensive care. *Journal of nursing management*. 2006;14(3):227-234.
85. Ministère de la Santé du Québec. *Catégorisation des soins neonatals en centres tertiaries*. Quebec, Qc, Canada April, 2012.
86. Fanaroff AA, Korones SB, Wright LL, et al. Incidence, presenting features, risk factors and significance of late onset septicemia in very low birth weight infants. The National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network. *Pediatr Infect Dis J*. 1998;17(7):593-598.
87. Cunningham JB, Kernohan WG, Sowney R. Bed occupancy and turnover interval as determinant factors in MRSA infections in acute settings in Northern Ireland: 1 April 2001 to 31 March 2003. *The Journal of hospital infection*. 2005;61(3):189-193.
88. Borg MA. Bed occupancy and overcrowding as determinant factors in the incidence of MRSA infections within general ward settings. *The Journal of hospital infection*. 2003;54(4):316-318.
89. Kong F, Cook D, Paterson DL, Whitby M, Clements AC. Do staffing and workload levels influence the risk of new acquisitions of meticillin-resistant *Staphylococcus aureus* in a well-resourced intensive care unit? *The Journal of hospital infection*. 2012;80(4):331-339.
90. Bissinger RL, Annibale DJ. Thermoregulation in very low-birth-weight infants during the golden hour: results and implications. *Advances in neonatal care : official journal of the National Association of Neonatal Nurses*. 2010;10(5):230-238.
91. Cunningham JB, Kernohan WG, Rush T. Bed occupancy, turnover interval and MRSA rates in Northern Ireland. *British journal of nursing*. 2006;15(6):324-328.
92. Everhart D, Neff D, Al-Amin M, Nogle J, Weech-Maldonado R. The effects of nurse staffing on hospital financial performance: competitive versus less competitive markets. *Health Care Manage Rev*. 2013;38(2):146-155.
93. Berney B, Needleman J. Trends in nurse overtime, 1995-2002. *Policy Polit Nurs Pract*. 2005;6(3):183-190.
94. Garces A, McClure EM, Hambidge K, et al. Trends in perinatal deaths from 2010 to 2013 in the Guatemalan Western Highlands. *Reprod Health*. 2015;12 Suppl 2:S14.
95. Zeytinoglu IU, Denton M, Davies S, Baumann A, Blythe J, Boos L. Retaining nurses in their employing hospitals and in the profession: effects of job preference, unpaid overtime, importance of earnings and stress. *Health Policy*. 2006;79(1):57-72.
96. Beltempo M LG, Cabot M, Piedboeuf B. . Factors and costs associated with the use of registered nurse overtime in the neonatal intensive care unit. *Pediatr Neonatal Nurs Open J*. 2016; 3(2): 43-49.
97. Van Duin D, Strassle PD, DiBiase LM, et al. Timeline of health care-associated infections and pathogens after burn injuries. *Am J Infect Control*. 2016.
98. Milstone AM, Reich NG, Advani S, et al. Catheter dwell time and CLABSIs in neonates with PICCs: a multicenter cohort study. *Pediatrics*. 2013;132(6):e1609-1615.
99. Greenberg RG, Cochran KM, Smith PB, et al. Effect of Catheter Dwell Time on Risk of Central Line-Associated Bloodstream Infection in Infants. *Pediatrics*. 2015;136(6):1080-1086.

100. Hugonnet S, Chevrolet JC, Pittet D. The effect of workload on infection risk in critically ill patients. *Crit Care Med.* 2007;35(1):76-81.
101. Contandriopoulos AP CF, Potvin L, Denis JL, Boyle P. *Savoir préparer une recherche.* Montreal 1990.
102. Lee SK, Lee DS, Andrews WL, et al. Higher mortality rates among inborn infants admitted to neonatal intensive care units at night. *J Pediatr.* 2003;143(5):592-597.
103. Freeman J, Epstein MF, Smith NE, Platt R, Sidebottom DG, Goldmann DA. Extra hospital stay and antibiotic usage with nosocomial coagulase-negative staphylococcal bacteremia in two neonatal intensive care unit populations. *American journal of diseases of children.* 1990;144(3):324-329.
104. Firoozi F, Lemiere C, Beauchesne MF, Forget A, Blais L. Development and validation of database indexes of asthma severity and control. *Thorax.* 2007;62(7):581-587.
105. Plante C, Goudreau S, Jacques L, Tessier F. Agreement between survey data and Regie de l'assurance maladie du Quebec (RAMQ) data with respect to the diagnosis of asthma and medical services use for asthma in children. *Chronic diseases and injuries in Canada.* 2014;34(4):256-262.
106. Fontela PS, Platt RW, Rocher I, et al. Surveillance Provinciale des Infections Nosocomiales (SPIN) Program: implementation of a mandatory surveillance program for central line-associated bloodstream infections. *Am J Infect Control.* 2011;39(4):329-335.
107. Fontela PS, Platt RW, Rocher I, et al. Epidemiology of central line-associated bloodstream infections in Quebec intensive care units: a 6-year review. *Am J Infect Control.* 2012;40(3):221-226.
108. Li L, Fortin E, Tremblay C, Ngenda-Muadi M, Quach C. Central-Line-Associated Bloodstream Infections in Quebec Intensive Care Units: Results from the Provincial Healthcare-Associated Infections Surveillance Program (SPIN). *Infection control and hospital epidemiology.* 2016;37(10):1186-1194.
109. Institute for Digital Education. *Regression diagnostics. Chapter 2 in Regression with SPSS.* Los Angeles: UCLA. Available at: <http://www.ats.ucla.edu/stat/spss/webbooks/reg/chapter2/spssreg2.htm>. Accessed November 12, 2016.
110. Fagerland MW, Hosmer DW, Bofin AM. Multinomial goodness-of-fit tests for logistic regression models. *Statistics in medicine.* 2008;27(21):4238-4253.
111. Lemeshow S, Hosmer DW, Jr. A review of goodness of fit statistics for use in the development of logistic regression models. *American journal of epidemiology.* 1982;115(1):92-106.
112. Hanley JA, McNeil BJ. A method of comparing the areas under receiver operating characteristic curves derived from the same cases. *Radiology.* 1983;148(3):839-843.
113. Patel SJ, Saiman L. Antibiotic resistance in neonatal intensive care unit pathogens: mechanisms, clinical impact, and prevention including antibiotic stewardship. *Clinics in perinatology.* 2010;37(3):547-563.
114. Berney B, Needleman J, Kovner C. Factors influencing the use of registered nurse overtime in hospitals, 1995-2000. *J Nurs Scholarsh.* 2005;37(2):165-172.
115. Gnanlet A, Gilland WG. Impact of productivity on cross-training configurations and optimal staffing decisions in hospitals. *European Journal of Operational Research.* 2014;238(1):254-269.

116. Flannelly KJ, Flannelly LT, Jankowski KR. Studying Associations in Health Care Research. *Journal of health care chaplaincy*. 2016;22(3):118-131.
117. Lobo V, Fisher A, Peachey G, Ploeg J, Akhtar-Danesh N. Integrative review: an evaluation of the methods used to explore the relationship between overtime and patient outcomes. *J Adv Nurs*. 2015;71(5):961-974.
118. Williamson AM, Gower CG, Clarke BC. Changing the hours of shiftwork: a comparison of 8- and 12-hour shift rosters in a group of computer operators. *Ergonomics*. 1994;37(2):287-298.
119. Stimpfel AW, Sloane DM, Aiken LH. The longer the shifts for hospital nurses, the higher the levels of burnout and patient dissatisfaction. *Health Aff (Millwood)*. 2012;31(11):2501-2509.
120. Leistner R, Thurnagel S, Schwab F, Piening B, Gastmeier P, Geffers C. The impact of staffing on central venous catheter-associated bloodstream infections in preterm neonates - results of nation-wide cohort study in Germany. *Antimicrobial resistance and infection control*. 2013;2(1):11.
121. Dall'Ora C, Ball J, Recio-Saucedo A, Griffiths P. Characteristics of shift work and their impact on employee performance and wellbeing: A literature review. *International journal of nursing studies*. 2016;57:12-27.
122. Ferri P, Guadi M, Marcheselli L, Balduzzi S, Magnani D, Di Lorenzo R. The impact of shift work on the psychological and physical health of nurses in a general hospital: a comparison between rotating night shifts and day shifts. *Risk management and healthcare policy*. 2016;9:203-211.

# Annexe A : Catégorisation des patients dans les USIN

## CATÉGORISATION DES SOINS NÉONATALS EN CENTRES TERTIAIRES (NIVEAU III a-b-c)

N.B. : Le patient doit être classé dans la catégorie la plus haute dès qu'il rencontre un critère de cette catégorie. Mise en application 2012 Avril 01

CATEGORIE (NIVEAU DE SOINS)	POIDS	CONDITION RESPIRATOIRE	INTRAVEINEUSE	CONDITION CHIRURGICALE	CONDITION NEUROLOGIQUE
<b>A</b> (Intensif)		<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Ventilation trachéale ou nasale avec <math>\geq 60\%</math> O<sub>2</sub>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Perfusion continue de : amines, insuline ou 1<sup>er</sup> 24h de prostin.</li> <li>➢ Bébé curarisé.</li> <li>➢ Transfusions multiples (<math>\geq 4/24h</math>)</li> <li>➢ Exsanguino-transfusion en cours.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Premier 24 hres post- chirurgie majeure<sup>1</sup></li> <li>➢ Procédure cardiaque en cours (septostomie, cathétérisme) et les 12 heures suivant la procédure.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Premier 24 hres «cooling»</li> </ul>
<b>B</b> (Intensif)	< 1 000 g	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Ventilation trachéale ou nasale avec &lt; 60 % O<sub>2</sub></li> <li>➢ Premier 24 hres post-extubation</li> <li>➢ Lunette nasale avec NO</li> <li>➢ <math>\geq 1</math> A / B / D<sup>2</sup> significatives / hre</li> <li>➢ CPAP nasal<sup>6</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Ligne artérielle ou CVO<sup>7</sup></li> <li>➢ Hyper bilirubinémie au seuil de l'exanguino-transfusion</li> <li>➢ Perfusion continue de : morphine (ou dérivés), prostin après le 1<sup>er</sup> 24h.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Premier 12 hres post-chirurgie mineure<sup>3</sup></li> <li>➢ Drain thoracique ou abdominal</li> <li>➢ Pré-op chirurgie majeure<sup>1</sup> (les 12 heures précédant la chirurgie)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ «Cooling» (après le premier 24 heures, incluant la période de réchauffement)</li> </ul>
<b>C</b> (Inter-médiaire)	< 1 750 g	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ LNHD<sup>4</sup></li> <li>➢ <math>\geq 4</math> A / B / D<sup>2</sup> significatives / 8 hres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Voie veineuse centrale (Picc Line, broviac, etc.)</li> <li>➢ HAIV<sup>8</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Pt avec drainage gastrique</li> <li>➢ Pt avec stomie (colostomie, néphrostomie, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Convulsions</li> <li>➢ Les premiers 48 h après l'arrêt du cooling</li> </ul>
<b>D</b> (Inter-médiaire)	$\geq 1$ 750 g	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ LNC<sup>5</sup></li> <li>➢ &lt; 4 A / B / D<sup>2</sup> / 8 hres et peu sévères</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Perfusion périphérique</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Observation post-convulsions</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Pt stable en investigation (consultation avec différents spécialistes)</li> </ul>					

1. Chirurgie cardiaque, neurochirurgie, chirurgie thoracique telle hernie diaphragmatique, chirurgie abdominale telle gastrochisis, chirurgie pour entérocolite perforée .
2. A = apnée, B = bradycardie et D = désaturation
3. Hernie inguinale, cryothérapie, ré anastomose intestinale (fermeture iléo et colostomie), etc.
4. LNHD = tous types de lunette nasale à haut débit (i.e. utilisant un débit  $\geq 1,5$  LPM)
5. LNC = lunette nasale conventionnelle (ex : 0,25 LPM, variable selon la saturation et O<sub>2</sub> 100 %)
6. CPAP nasal généré par respirateur (via tube, canule ou masque) ou Infant flow
7. CVO = cathéter veineux ombilical
8. HAIV = hyper alimentation intraveineuse

Source : Le ministère de la Santé et Services sociaux. *Catégorisation des soins néonataux en centres tertiaries*. Quebec, Qc, Canada. Avril 2012.

## Annexe B : Matrices de collecte de données

### B1. Matrice sur les caractéristiques des patients

No de dossier	ID de l'étude	Date de naissance	Lieu	Date d'admission (AAAA-MM-JJ)	Age gestationnel	Sexe (G ou F)	Grossesse gémellaire (O/N)	Poids (grammes)	Mode d'accouchement (V ou C)

Suite

Apgar < 7 (O/N)	NIRRU	Catégorie diagnostique (M/C)	Décès (O/N)	Date de infection no 1 (AAAA-MM-JJ)	Bactériémie 1: germe	Date de infection no 2 (AAAA-MM-JJ)	Bactériémie 2: germe



## Annexe B (suite)

### B2. Matrice de collecte de données des variables portant sur l'unité

Date (AAAA-MM-JJ)	Temps supplémentaire (h)	Heures travaillées (h)	Occupation (n)	Admissions (n)	8h A (n)	8h B (n)	8h C (n)	8h D (n)

Suite

Date (AAAA-MM-JJ)	8h A (n)	8h B (n)	8h C (n)	8h D (n)	CVC (n)	Jour d'infection (O/N)

# Annexe C : Approbation éthique du CHU de Québec 2013



Par courrier électronique seulement

Le 5 novembre 2013

Docteur Bruno Piedboeuf  
a/s de Monsieur Marc Beltempo, résident  
Pédiatrie  
CHUL du CHU de Québec  
Local R-1742

**Objet : Projet B13-10-1826 / Approbation finale**

Variation des issues néonatales en fonction du niveau des activités de l'unité

---

Docteur,

Les membres du Comité d'éthique de la recherche du CHU de Québec ont pris connaissance du projet en titre lors de la rencontre en comité restreint, tenue le 5 novembre 2013.

Après évaluation et discussion, le Comité prend acte et approuve le contenu éthique du projet ainsi que les documents suivants :

- ✓ Le formulaire de présentation d'un projet de recherche, daté du 25 septembre 2013;
- ✓ Le protocole de recherche, daté du 25 septembre 2013;
- ✓ Le cadre de gestion de la banque CNN, daté du 11 avril 2005.

Cette approbation éthique est valable pour une période de un an. Le Comité vous informe qu'il est de votre responsabilité de faire une demande de renouvellement, si nécessaire, pour le 5 novembre 2014 en complétant le formulaire de renouvellement annuel et en indiquant le numéro de SIRUL, si applicable.

De plus, durant cette période de un an, il est très important de noter que vous devez faire parvenir au Comité toute modification apportée au projet en titre, afin que celui-ci l'étudie et émette une lettre d'approbation ou un accusé de réception.

Cette décision sera entérinée lors d'une prochaine réunion plénière.

Je vous prie d'agréer, Docteur, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Me Édith Deleury, avocate  
Présidente, profil B  
Comité d'éthique de la recherche du CHU de Québec

ED/FN/mnl  
(5 AD novembre 2013)  
(7292)

# Annexe D : Renouvellement éthique CHU de Québec 2016



Le 13 octobre 2016

Bruno Piedboeuf  
a/s de Marc Beltempo  
Reproduction, santé de la mère et de l'enfant  
CHUL du CHU de Québec-Université Laval

**Objet : Projet 2014-1826, B13-10-1826 / Renouvellement F9 - 22274**  
Variation des issues néonatales en fonction du niveau des activités de l'unité

(6.F octobre 2016-B)/rml

Docteur Piedboeuf,

Les membres du Comité d'éthique de la recherche du CHU de Québec-Université Laval ont pris connaissance de vos documents concernant le projet en titre en comité délégué le 12 octobre 2016.

- Renouvellement - F9 - 22274

**Décision du CÉR** : Après évaluation et discussion, le Comité renouvelle l'approbation éthique du projet en titre pour une période de un an, du 5 novembre 2016 au 5 novembre 2017.

## À noter :

- Le Comité d'éthique de la recherche du CHU de Québec-Université Laval (numéros FWA00000329 et IRB00001242) est désigné par le gouvernement du Québec (MSSS) et adhère aux directives publiées dans l'*ÉPTC 2 - Énoncé de politique des trois conseils : Éthique de la recherche avec des êtres humains (2014)*, conformément au *Plan d'action ministériel en éthique de la recherche et en intégrité scientifique (MSSS1998)*;
- Le Comité adhère aux exigences édictées pour les Comités d'éthique de la recherche selon la Partie C, Titre 5 du *Règlement sur les aliments et drogues (C.R.C. ch.870)* et agit en conformité avec les standards du *United States Code of Federal Regulations* encadrant la recherche impliquant des sujets humains;
- Le Comité fonctionne de manière compatible avec les standards internationaux en appliquant notamment la ligne directrice de l'ICH adoptée par Santé Canada: *Les bonnes pratiques cliniques : directives consolidées*.

Les membres seront informés de cette décision lors d'une prochaine réunion plénière.

Je vous prie d'agréer, Docteur Piedboeuf, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Emmanuelle Trottier  
Membre délégué aux suivis  
Comité d'éthique de la recherche  
CHU de Québec - Université Laval  
[ethiquedelarecherche@chuq.qc.ca](mailto:ethiquedelarecherche@chuq.qc.ca)

# Annexe E : Approbation éthique CERES



N<sup>o</sup> de certificat  
15-106-CERES-D

Comité d'éthique de la recherche en santé

## CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE

Le Comité d'éthique de la recherche en santé (CERES), selon les procédures en vigueur, en vertu des documents qui lui ont été fournis, a examiné le projet de recherche suivant et conclu qu'il respecte les règles d'éthique énoncées dans la Politique sur la recherche avec des êtres humains de l'Université de Montréal.

Projet	
Titre du projet	Variation des issues néonatales en fonction du niveau d'activités de l'unité
Étudiant requérant	Marc Beltempo, Candidat à la M. Sc. en administration de la santé, École de santé publique - Département d'administration de la santé
Sous la direction de	Régis Blais, professeur titulaire, École de santé publique - Département d'administration de la santé, Université de Montréal & Bruno Piedboeuf, professeur, Faculté de médecine, Université Laval.
Financement	
Organisme	Non financé
Programme	
Titre de l'octroi si différent	
Numéro d'octroi	
Chercheur principal	
No de compte	

### MODALITÉS D'APPLICATION

Tout changement anticipé au protocole de recherche doit être communiqué au CERES qui en évaluera l'impact au chapitre de l'éthique.

Toute interruption prématurée du projet ou tout incident grave doit être immédiatement signalé au CERES

Selon les règles universitaires en vigueur, un suivi annuel est minimalement exigé pour maintenir la validité de la présente approbation éthique, et ce, jusqu'à la fin du projet. Le questionnaire de suivi est disponible sur la page web du CERES.

Dominique Langelier, présidente  
Comité d'éthique de la recherche en santé  
Université de Montréal

11 septembre 2015  
Date de délivrance

1er octobre 2016  
Date de fin de validité

adresse postale  
C.P. 6128, succ. Centre-ville  
Montréal QC H3C 3J7

3744 Jean-Brillant  
4e étage, bur. 430-11  
Montréal QC H3T 1P1

Téléphone : 514-343-6111 poste 2604  
ceres@umontreal.ca  
www.ceres.umontreal.ca

# Annexe F : Autorisation de rédiger un mémoire par article



École de santé publique  
Département d'administration de la santé

Le 7 juin 2016

Monsieur Marc Beltempo



Objet : **Mémoire par articles**

Programme 2-770-1-1 / Maîtrise en administration des services de santé  
option : Analyse des organisations et systèmes de santé

Monsieur,

Par la présente, nous vous accordons l'autorisation de rédiger votre mémoire « *Impacts de l'organisation des soins sur les issues néonatales au Canada* » sous forme d'articles.

Veuillez agréer l'expression de nos sentiments distingués.

---

Nicole Leduc, Ph.D.  
Directrice

/nr

# Annexe G : Accord des coauteurs d'un article inclus dans un mémoire

## ACCORD DES COAUTEURS D'UN ARTICLE INCLUS DANS UN MÉMOIRE DE MAÎTRISE OU UNE THÈSE DE DOCTORAT

Lorsqu'un étudiant n'est pas le seul auteur d'un article qu'il veut inclure dans son mémoire ou dans sa thèse, il doit obtenir l'accord de tous les coauteurs. De plus, le nom de tous les coauteurs doit apparaître dans le manuscrit pour chacun des articles. Enfin, une déclaration distincte doit être complétée et ce, également pour chacun des articles inclus dans le mémoire ou la thèse.

Pour toute information complémentaire, consultez le *Guide de présentation et d'évaluation des mémoires de maîtrise et des thèses de doctorat* dans la section LE CHEMINEMENT ET L'ENCADREMENT du site [www.fesp.umontreal.ca](http://www.fesp.umontreal.ca).

### 1. Identification

Nom Beltempo	Prénom Marc	Matricule
Grade Msc	Programme Administration de la santé	

### 2. Description de l'article

Auteurs  
Marc Beltempo, Régis Blais, Guy Lacroix, Michèle Cabot, et Bruno Piedboeuf

Titre  
Association of Nursing Overtime, Nurse Staffing and Unit Occupancy with Healthcare-Associated Infections in the NICU

État actuel de l'article     publié     soumis pour publication     en préparation

Revue / journal \*  
American Journal of Perinatology

\* Si l'article est en phase finale de préparation ou a été soumis pour publication, veuillez fournir tous les détails disponibles.

### 3. Déclaration de tous les coauteurs autres que l'étudiant

À titre de coauteur de l'article identifié ci-dessus, j'autorise : \_\_\_\_\_  
à inclure cet article dans  son mémoire de maîtrise     sa thèse de doctorat  
qui a pour titre <sup>Texte</sup> Association entre l'organisation des soins et les infections nosocomiales en néonatalogie

Guy Lacroix	<u>31/05/2016</u>
Coauteur	Date
Régis Blais	<u>1<sup>er</sup> juin 2016</u>
Coauteur	Date
Michèle Cabot	<u>10<sup>er</sup> juin 2016</u>
Coauteur	Date
Bruno Piedboeuf	<u>31 mai 2016</u>
Coauteur	Date

# Annexe H : Preuve de soumission de l'article

## Submission Confirmation

 Print

Thank you for your submission

**Submitted to** American Journal of Perinatology

**Manuscript ID** 16-Dec-M-0535

**Title** Association of Nursing Overtime, Nurse Staffing and Unit Occupancy with Healthcare-Associated Infections in the Neonatal Intensive Care Unit

**Authors** Beltempo, Marc  
Blais, Regis  
Lacroix, Guy  
Cabot, Michele  
Piedboeuf, Bruno

**Date Submitted** 05-Dec-2016

## Annexe I : Tableaux additionnels

Tableau V. Comparaison des caractéristiques des patients qui n'ont pas subi d'infection nosocomiale aux patients ayant subi au moins une infection nosocomiale

Variable	Pas d'infection nosocomiale <sup>a</sup> N = 2,114	Au moins une infection nosocomiale N = 122	Valeur p <sup>b</sup>
Âge gestationnel			
Moyenne ± ET	36.1 ± 3.5	29.8 ± 4.1	<0.001
Poids de naissance			
Moyenne ± ET	2707 ± 854	1421 ± 792)	<0.001
Sexe			
Male, % (n)	57 (1198)	57 (70)	0.95
Type d'accouchement			
Césarienne, % (n)	46 (962)	66 (81)	<0.001
Grossesse multiple			
Oui, % (n)	13 (272)	30 (36)	<0.001
Apgar à 5 min ≤ 7			
Oui, % (n)	(5) 111	23 (28)	<0001
NIRRU,			
Médiane [EIQ]	1.0 [3.2]	14.4 [18.4]	<0.001
Catégorie diagnostique			
Médicale, % (n)	92 (1926)	87 (106)	0.06
Chirurgicale, % (n)	8 (166)	13 (16)	
Né en unité tertiaire			
Oui, % (n)	78 (1655)	88 (107)	0.01
Durée de séjour			
Médiane [EIQ]	9.0 [15]	67.5 [55.5]	<0.001
Décès			
Oui, % (n)	2 (31)	6 (9)	<0.001

ET : écart type, IQR : écart interquartile

<sup>a</sup> Il y a 2 données manquantes pour le mode d'accouchement dans le groupe pas d'infection et 22 données manquantes pour la catégorie diagnostique dans le groupe pas d'infection

<sup>b</sup> Obtenue avec le test du chi-carré pour les variables catégoriques, le t-test de Student pour l'âge gestationnel et le poids de naissance et le test de Mann-Whitney pour le NIRRU et la durée moyenne de séjour



Tableau VI. Corrélation entre les variables indépendantes (coefficients de corrélation de Pearson)

Variables <sup>a</sup>	Pourcentage d'heures supplémentaires	Ratio infirmières disponibles/infirmières recommandées	Taux d'occupation
<b>Pourcentage d'heures supplémentaires</b>	1.0	0.38 (0.001)	0.15 (0.001)
<b>Ratio infirmières disponibles/infirmières recommandées</b>		1.0	-0.30 (0.001)
<b>Taux d'occupation</b>			1.0

<sup>a</sup> Coefficient de corrélation de Pearson (valeur p)

Tableau VII. Comparaison des jours qui ne précèdent pas d'infection nosocomiale aux jours qui précèdent une infection nosocomiale de 1, 2 et 3 jours

Caractéristiques	Jours qui ne précèdent pas d'infection de 1 à 3 jours (N=393)	Jours qui précèdent une infection de 1 jour (N=132)	Jours qui précèdent une infection de 2 jours (N=132)	Jours qui précèdent une infection de 3 jours (N=132)
Heures supplémentaires, %				
Médiane [EIQ]	3.7 [4.8]	<b>4.3 [5.1]<sup>a</sup></b>	<b>4.6 [4.9]<sup>a</sup></b>	<b>5.1 [5.2]<sup>a</sup></b>
Taux d'occupation, %				
Médiane [EIQ]	101.9 [7.8]	102.0 [7.8]	102.0 [9.8]	102.0 [7.8]
Ratio infirmières disponibles/infirmières recommandées				
Médiane [EIQ]	0.91 [0.12]	0.93 [0.11]	<b>0.94 [0.11]<sup>a</sup></b>	<b>0.93 [0.11]<sup>a</sup></b>
Admissions, n				
Médiane [EIQ]	4.0 [3.0]	4.0 [3.0]	4.0 [3.0]	4.0 [4.0]
Nombre de patients avec cathéter central, n				
Médiane [EIQ]	5.0 [3.0]	6.0 [3.0]	6.0 [3.0]	6.8 [3.0]
Catégorie de patients				
Instable, n				
Médiane [EIQ]	2.0 [2.0]	2.0 [2.0]	2.0 [2.0]	2.0 [2]
Intensif				
Médiane [EIQ]	14.0 [8.0]	<b>12.0 [8.0]<sup>a</sup></b>	<b>13.0 [7.9]<sup>a</sup></b>	<b>12.0 [7.0]<sup>a</sup></b>
Intermédiaire, n				
Médiane [EIQ]	13.0 [8.0]	<b>15.0 [8.0]<sup>a</sup></b>	<b>14.0 [9.0]<sup>a</sup></b>	14.0 [8.0]
Soins continus, n				
Médiane [EIQ]	21.0 [5.0]	21.0 [5.0]	21.0 [6.0]	21.0 [6.0]

<sup>a</sup> p <0.05, obtenu avec le test de Mann-Whitney comparé aux jours qui ne précèdent pas d'infection

Tableau VIII. Modèles de régression logistique évaluant l'association entre les caractéristiques de l'unité et la probabilité d'une infection 1 jour après

Caractéristiques de l'unité	Rapports de cotes (IC 95%)		
	Multivarié		
	Univarié	Modèle 1 <sup>a</sup>	Modèle 2 <sup>b</sup>
Pourcentage d'heures supplémentaires			
Quartile 1	1.00	1.00	1.00
Quartile 2	1.94 (1.09-3.53)	1.90 (1.05-3.48)	1.92 (1.05-3.59)
Quartile 3	1.99 (1.07-3.73)	1.83 (1.01-3.51)	1.89 (1.01-3.56)
Quartile 4	2.43 (1.35-4.46)	2.06 (1.10-3.92)	2.20 (1.11-4.41)
Ratio infirmières disponibles/infirmières recommandées			
Quartile 1	1.00	1.00	1.00
Quartile 2	1.67 (0.94-3.00)	1.36 (0-2.49)	1.15 (0.63-2.17)
Quartile 3	1.97 (1.12-3.53)	1.34 (0.70-2.56)	1.15 (0.59-2.26)
Quartile 4	1.58 (1.87-2.89)	1.01 (0.49-2.06)	0.81 (0.38-1.73)
Taux d'occupation			
Quartile 1	1.00	1.00	1.00
Quartile 2	1.01 (0.58-1.76)	1.09 (0.61-1.95)	0.94 (0.52-1.73)
Quartile 3	1.17 (0.58-1.78)	1.21 (0.63-2.30)	0.97 (0.49-1.92)
Quartile 4	0.68 (0.34-1.34)	0.88 (0.37-2.01)	0.67 (0.27-1.60)

<sup>a</sup> Modèle 1 est ajusté pour chaque variable indépendante séparément et ajusté pour le nombre de patients avec cathéter central, le nombre d'admissions et l'acuité (nombre de patients instables et intensifs)

<sup>b</sup> Modèle 2 inclut les 3 variables indépendantes et toutes les variables d'ajustement du Modèle 1

Performance du modèle : Statistique C = 0.64, Hosmer-Lemeshow valeur P = 0.50

Tableau IX. Modèles de régression logistique évaluant l'association entre les caractéristiques de l'unité et la probabilité d'une infection 2 jours après

Caractéristiques de l'unité	Rapports de cotes (IC 95%)		
	Multivarié		
	Univarié	Modèle 1 <sup>a</sup>	Modèle 2 <sup>b</sup>
Pourcentage d'heures supplémentaires			
Quartile 1	1.00	1.00	1.00
Quartile 2	1.11 (0.59-2.07)	1.06 (0.56-2.01)	1.05 (0.55-2.03)
Quartile 3	2.08 (1.15-3.81)	2.03 (1.09-3.82)	1.97 (1.05-3.75)
Quartile 4	1.73 (1.00-3.19)	1.56 (0.82-3.03)	1.45 (0.71-2.90)
Ratio infirmières disponibles/infirmières recommandées			
Quartile 1	1.00	1.00	1.00
Quartile 2	1.36 (0.72-2.57)	1.21 (0.62-2.34)	1.12 (0.57-2.21)
Quartile 3	1.88 (1.02-3.50)	1.40 (0.71-2.77)	1.33 (0.66-2.70)
Quartile 4	2.09 (1.15-3.87)	1.37 (0.67- 2.81)	1.19 (0.55-2.59)
Taux d'occupation			
Quartile 1	1.00	1.00	1.00
Quartile 2	0.78 (0.45-1.37)	1.07 (0.60-1.92)	0.91 (0.49-1.68)
Quartile 3	0.64 (0.35-1.16)	1.20 (0.63-2.29)	0.85 (0.41-1.72)
Quartile 4	0.83 (0.43-1.59)	0.87 (0.37-2.01)	1.25 (0.54-2.88)

<sup>a</sup> Modèle 1 est ajusté pour chaque variable indépendante séparément et ajusté pour le nombre de patients avec cathéter central, le nombre d'admissions et l'acuité (nombre de patients instables et intensifs)

<sup>b</sup> Modèle 2 inclut les 3 variables indépendantes et toutes les variables d'ajustement du Modèle 1

Performance du modèle : Statistique C = 0.65, Hosmer-Lemeshow valeur P = 0.40

Tableau X. Modèles de régression logistique évaluant l'association entre les caractéristiques de l'unité et la probabilité d'une infection 3 jours après

Caractéristiques de l'unité	Rapports de cotes (IC 95%)		
	Multivarié		
	Univarié	Modèle 1 <sup>a</sup>	Modèle 2 <sup>b</sup>
Pourcentage d'heures supplémentaires			
Quartile 1	1.00	1.00	1.00
Quartile 2	1.20 (0.63-2.27)	1.17 (0.61-2.25)	1.22 (0.62-2.33)
Quartile 3	2.65 (1.48-4.87)	2.59 (1.40-4.87)	2.59 (1.37-5.00)
Quartile 4	2.43 (1.35-4.46)	2.27 (1.20-4.36)	2.39 (1.19-4.90)
Ratio infirmières disponibles/infirmières recommandées			
Quartile 1	2.13 (1.17-3.97)	1.75 (0.93-3.32)	1.53 (0.80-2.97)
Quartile 2	2.05 (1.10-3.87)	1.52 (0.77-3.04)	1.19 (0.58-2.44)
Quartile 3	2.55 (1.40-4.74)	1.74 (0.84-3.61)	1.22 (0.55-2.69)
Quartile 4	2.13 (1.17-3.97)	1.75 (0.93-3.32)	1.53 (0.80-2.97)
Taux d'occupation			
Quartile 1	1.00	1.00	1.00
Quartile 2	0.94 (0.56-1.61)	1.07 (0.61-1.89)	0.98 (0.54-1.76)
Quartile 3	0.63 (0.35-1.13)	0.84 (0.44-1.61)	0.67 (0.33-1.33)
Quartile 4	0.64 (0.32-1.26)	0.97 (0.43-2.13)	0.72 (0.31-1.67)

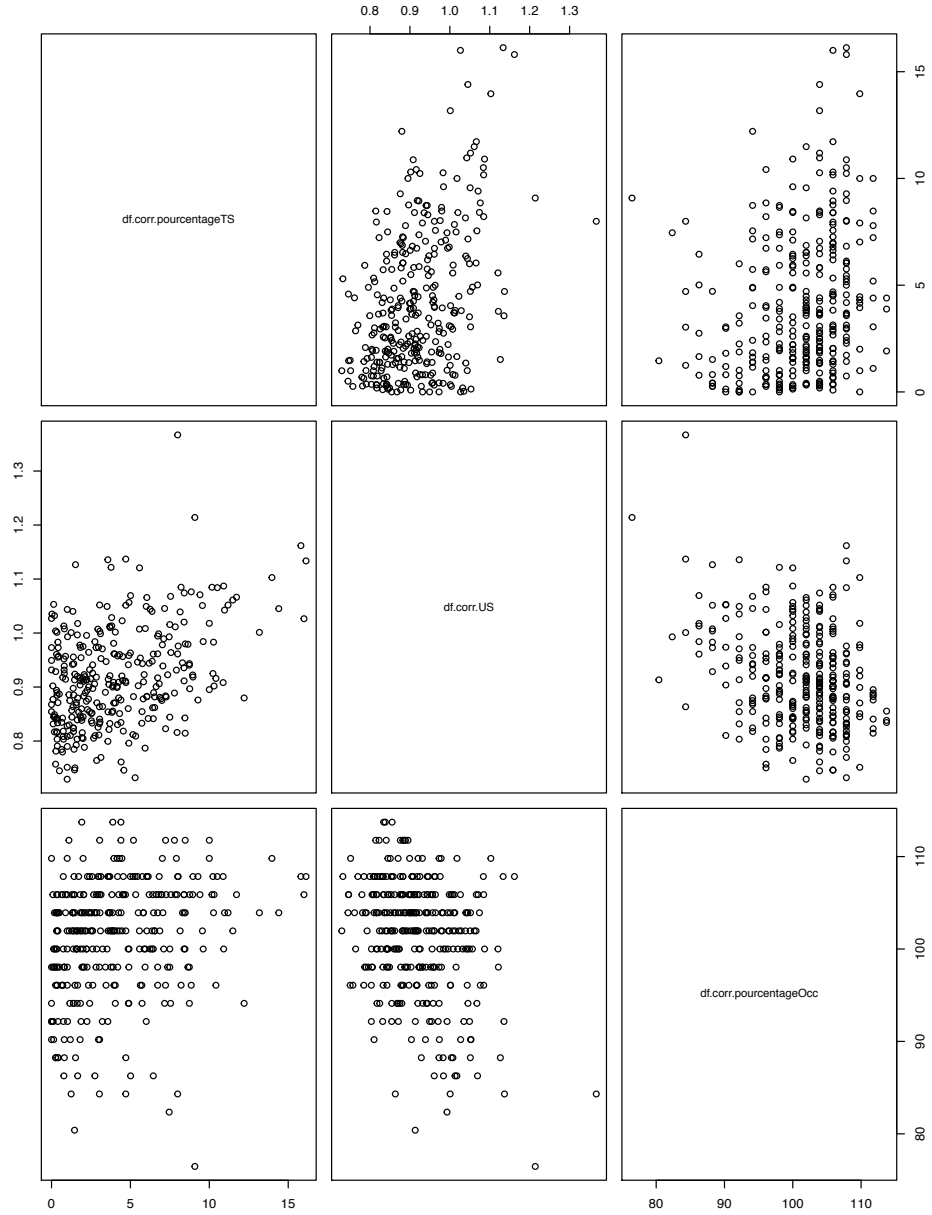
<sup>a</sup> Modèle 1 est ajusté pour chaque variable indépendante séparément et ajusté pour le nombre de patients avec cathéter central, le nombre d'admissions et l'acuité (nombre de patients instables et intensifs)

<sup>b</sup> Modèle 2 inclut les 3 variables indépendantes et toutes les variables d'ajustement du Modèle 1

Performance du modèle : Statistique C = 0.67, Hosmer-Lemeshow valeur P = 0.96

# Annexe J : Figures additionnelles

Figure 2. Matrice de corrélation entre des trois variables indépendantes



Pourcentage Occ : taux d'occupation  
Pourcentage TS : pourcentage d'heures supplémentaires / heures totales  
US : ratio infirmières disponibles / recommandées