

Ventilation non invasive durant les transports médicaux interétablissements par voie aérienne et terrestre

RAPPORT D'ÉVALUATION 01-26



**Ventilation non invasive durant les transports médicaux interétablissements par voie aérienne
et terrestre**

Rapport d'évaluation

01-2026

préparé par

Brigitte Larocque, M.A.

Renée Drolet, Ph.D.

Marie-Claude Letellier, M.D., M.Sc., Mcb.A.

Marc Rhains, MD, M.Sc., FRCPC

UETMIS, CHU de Québec-Université Laval

Janvier 2026

Direction de la qualité, de l'évaluation et de l'éthique (DQEE)

[Évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé | CHU de Québec-Université Laval](#)

Le contenu de cette publication a été rédigé et édité par l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du CHU de Québec-Université Laval.

COORDINATION

Dr Marc Rhainds, cogestionnaire médical et scientifique, UETMIS

M^{me} Isabelle Jacques, adjointe au directeur – Évaluation et éthique, Direction de la qualité, de l'évaluation et de l'éthique (DQEE)

RÉVISION LINGUISTIQUE, SECRÉTARIAT ET MISE EN PAGE

M^{me} Nancy Roger, agente administrative, module Évaluation et éthique, DQEE

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

Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé
Hôpital Saint-François d'Assise du CHU de Québec-Université Laval
10, rue de l'Espinay
Québec (Québec) G1L 3L5
Téléphone : 418 525-4444 poste 54682
Courriel : uetmis@chudequebec.ca

Comment citer ce document :

Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du CHU de Québec-Université Laval. Ventilation non invasive durant les transports médicaux interétablissements par voie aérienne et terrestre – Rapport d'évaluation préparé par Brigitte Larocque, Renée Drolet, Marie-Claude Letellier et Marc Rhainds (UETMIS 01-2026) Québec, 2026, xxiii- 96 p.

Dans un souci d'équité et de lisibilité, l'usage de termes neutres a été privilégié.

Les photos et images utilisées dans ce document sont libres de droits d'auteur.



Reproduction en tout ou en partie et distribution non commerciale permises, en mentionnant la source :
UETMIS, CHU de Québec – Université Laval.
Aucune modification autorisée. ©CHU de Québec-Université Laval, 2026

Dépôt légal :
Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2026
Bibliothèque et Archives Canada, 2026
ISBN 978-2-925409-15-1 (PDF).

MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL

Dr Dennis Georges Bailey Vera, pédiatre, Centre mère-enfant Soleil Centre hospitalier de l'Université Laval, (CMES – CHUL)

M^{me} Anick Boivin, chef de service, Programme d'Évacuations aéromédicales du Québec (EVAQ)

Dr^e Julie De Carufel, urgentologue, Programme d'EVAQ

M^{me} Kathy Clavet, infirmière clinicienne, transport néonatal, CMES – CHUL

Dr^e Rachel Deschamps, pédiatre, CMES – CHUL

M^{me} Julie Dubé, infirmière clinicienne, Programme d'EVAQ, Hôpital de l'Enfant-Jésus (HEJ)

M^{me} Audrey Frenette, coordonnatrice du centre de coordination provincial des transferts aéromédicaux (CCPTA-EVAQ – Gestion des opérations réseau, de la qualité et des partenariats

M^{me} Caroline Goudreault, inhalothérapeute, coordonnatrice clinique, Hôpital Saint-François d'Assise (HSFA)

Dr Simon Kind, directeur médical du Programme d'EVAQ

Dr François Lemay, anesthésiologiste, L'Hôtel-Dieu de Québec (L'HDQ)

M^{me} Karine Lemoignan, coordonnatrice clinique pour les pratiques professionnelles en inhalothérapie, CMES – CHUL

M^{me} Véronique Rochon, coordonnatrice clinique, inhalothérapeute, CMES – CHUL

M^{me} Karen St-Pierre, infirmière de pratique avancée, soins critiques, Programme d'EVAQ

M^{me} Michèle Touzin, ingénieure biomédicale, Service-conseil génie biomédical-Direction des services techniques

Dr^e Geneviève Tremblay, néonatalogiste, Directrice médicale de l'équipe de transport néonatal, CMES – CHUL

M^{me} Lyndsay Vongsawath-Chouinard, infirmière, Programme d'EVAQ, HEJ

AUTRES COLLABORATEURS

Dr^e Lise Declott, pédiatre, Centre hospitalier universitaire (CHU) Ste-Justine

Dr Christian Lachance, néonatalogiste, CHU Ste-Justine

M^{me} France Lafontaine, conseillère cadre à la qualité et à la gestion des risques, HEJ

Dr Marc-André Leclair, chef des soins intensifs, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Estrie – Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke (CIUSSS de l'Estrie-CHUS)

Dr François Lellouche, pneumologue-intensiviste, Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec (IUCPQ)

M^{me} Lily-Pier Lemyre, Chef de service, Services préhospitaliers d'urgence – volet opérationnel, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux (CIUSSS) de la Capitale-Nationale

M^{me} Sarah Lepage, agente de planification, de programmation et de recherche – volet clinique, CIUSSS de la Capitale-Nationale

Dr Jean-François Lizé, pneumologue-intensiviste, chef des soins intensifs, Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM)

Dr Simon Marcil-Demers, pneumologue-intensiviste, CHU de Québec

Dr Eric Mercier directeur médical régional, Services préhospitaliers d'urgence, CIUSSS de la Capitale-Nationale

M. Nicolas Morin, conseiller clinique, CIUSSS de la Capitale-Nationale

M. Sylvain Morneau, inhalothérapeute, CHU Ste-Justine

Dr François Olivier, néonatalogiste, Hôpital de Montréal pour enfants (HME)

M. Jean-François Pelletier, agent de planification, de programmation et de recherche, Direction de la performance, de la valorisation des données et de la transformation numérique (DPVDTN), CHU de Québec

Dr Nicholas Quigley, pneumologue-intensiviste, IUCPQ

Dr Jean-Sébastien Tremblay-Roy, pédiatre, CIUSSS de l'Estrie-CHUS

FINANCEMENT

Ce projet a été financé à même le budget de fonctionnement de l'UETMIS.

AVANT-PROPOS

L'UETMIS du CHU de Québec-Université Laval a pour mission de soutenir et de conseiller les décideurs (gestionnaires, médecins et professionnels) dans la prise de décision relative à la meilleure allocation de ressources visant l'implantation d'une technologie ou d'un mode d'intervention en santé ou la révision d'une pratique existante.

LE CONSEIL SCIENTIFIQUE DE L'UETMIS

Présidente :

M^{me} Marie-Claude Michel, Programme de gestion thérapeutique des médicaments (PGTM)

Membres :

M. Mario Blais – Direction des services professionnels et des affaires médicales (DSPAM)

Dr Éric Camiré – Conseil des médecins, dentistes et pharmaciens et sages-femmes (CMDPSF)

D^{re} Anne Desjardins – Microbiologie-infectiologie – Programme de prévention et contrôle des infections (PPCI)

M^{me} Marie-Frédérique Fournier – Chirurgie – Direction chirurgie et périopératoire

M^{me} Fanny Gagnon – Thiboutot – Conseil des infirmières et infirmiers (CII)

M^{me} Alexandra Gaudreau-Morneau – Conseil multidisciplinaire (CM)

M^{me} Christine Danjou – Direction des soins infirmiers (DSI)

M. Sylvain L'Espérance – Pertinence clinique – Direction de la qualité, de l'évaluation et de l'éthique (DQEE)

M^{me} Marie-Ève Monfette – Direction des services de santé et des services sociaux multidisciplinaires (DSSSSM)

M. Hugues Vaillancourt – Éthique clinique – DQEE

M^{me} Martine Richard – Patientte partenaire

M. David Simonyan – Recherche clinique – Direction de la recherche

M^{me} Sylvie Tapp – Module qualité, partenariats et expérience patient – DQEE

M^{me} Michèle Touzin – Service-conseil génie biomédical (SCGBM) – Direction des services techniques (DST)

L'ÉQUIPE DE L'UETMIS

M^{me} Geneviève Asselin, agente de planification, de programmation et de recherche

M. Martin Bussièrès, agent de planification, de programmation et de recherche

M^{me} Sylvine Carrondo -Cottin, agente de planification, de programmation et de recherche

M^{me} Renée Drolet, agente de planification, de programmation et de recherche

M^{me} Isabelle Jacques, adjointe à la directrice – Évaluation et éthique, DQEE

M^{me} Brigitte Larocque, agente de planification, de programmation et de recherche

D^{re} Marie-Claude Letellier, médecin-conseil en ETMIS

D^{re} Alice Nourissat, médecin-conseil en ETMIS

Dr Marc Rhainds, cogestionnaire médical et scientifique des activités d'ETMIS

M^{me} Nancy Roger, agente administrative, module Évaluation et éthique, DQEE

Ce document présente les informations répertoriées au 14 août 2025 selon la méthodologie de recherche documentaire développée. Ces informations ne remplacent pas le jugement du clinicien. Elles ne constituent pas une approbation ou un désaveu du mode d'intervention ou de l'utilisation de la technologie en cause.

Ce document n'engage d'aucune façon la responsabilité du CHU de Québec-Université Laval, de son personnel et des professionnels à l'égard des informations transmises. En conséquence, les auteurs, le CHU de Québec-Université Laval, les membres du groupe de travail de même que les membres du Conseil scientifique de l'UETMIS ne pourront être tenus responsables en aucun cas de tout dommage de quelque nature que ce soit au regard de l'utilisation ou de l'interprétation de ces informations.

DIVULGATION DE CONFLITS D'INTÉRÊTS

Aucun conflit d'intérêts n'a été rapporté par les membres du groupe de travail.

Dr François Lellouche a rapporté un financement de recherche par différentes entreprises œuvrant dans le domaine de l'humidification (Fisher&Paykel, Vincent Medical, Draeger, Sedana, Medtronic), le développement de l'application VentilO (mise en oeuvre et optimisation de la ventilation protectrice espace mort), financé en partie par Fisher&Paykel et une série de présentations sur l'humidification pendant l'assistance respiratoire (programme de formation médicale continue Medtronic).

SOMMAIRE

La prise en charge d'adultes et d'enfants en détresse respiratoire lors des transports médicaux interétablissements pose différents défis dont celui du choix du mode de ventilation à privilégier pour la sécurité des patients. L'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du CHU de Québec-Université Laval a été sollicitée pour évaluer l'efficacité et l'innocuité des pratiques relatives à la ventilation non invasive (VNI) lors des transports aériens et terrestres des patients sous assistance respiratoire.

Dans les études en néonatalogie ($n = 8$) et en pédiatrie ($n = 10$) recensées, la VNI durant les transports interétablissements de nouveau-nés ou de jeunes enfants est utilisée pour une patientèle bien sélectionnée, stabilisée et transférée par une équipe de transport qualifiée et expérimentée. Des cas d'intubations pendant un transport terrestre ou aérien sous VNI ont été rapportés, cinq (2,6 %) dans une étude en néonatalogie et un (0,9 %) dans une autre en pédiatrie. Des escalades respiratoires pendant le transport ou jusqu'à 24 heures suivant l'admission dans les centres receveurs ont été observés, mais il n'est pas possible de déterminer si ces événements étaient liés à l'utilisation de VNI pendant le transport ou à l'évolution naturelle de la maladie des patients. Par ailleurs, aucun décès durant un transport terrestre ou aérien sous VNI n'a été observé. Des complications respiratoires (bradycardie, désaturation, apnée, pneumothorax) ont été observées lors de certains transports, mais demeurent des événements peu fréquents.

Les études disponibles chez les adultes ($n = 5$), bien que moins nombreuses, suggèrent également que les intubations lors d'un transport terrestre ou aérien sous VNI sont des événements rares. Deux (4,9 %) cas d'intubations durant un transport terrestre ont été rapportés dans une étude. Aucun décès n'a été observé lors de transports interétablissements d'adultes transférés sous VNI. Peu de complications (intolérance au masque, fatigue, hypotension, arrêt cardiorespiratoire) pendant les transports ont été rapportées et le lien avec la modalité de ventilation ne peut généralement pas être établi.

Selon l'enquête réalisée auprès des établissements de santé universitaires du Québec, la modalité de ventilation pour la prise en charge de la détresse respiratoire durant les transports interétablissements terrestres et aériens est déterminée par les médecins des centres receveurs en collaboration avec ceux des centres référents, sans l'utilisation de protocoles standardisés. En néonatalogie et en pédiatrie, les transferts sont réalisés par des équipes spécialisées. Les pratiques relatives à la VNI et à l'humidification des voies respiratoires pendant les transports, tant pour les populations néonatale, pédiatrique qu'adulte, sont cependant variables selon les établissements.

À la lumière de ces données, l'UETMIS recommande de considérer la VNI comme une option de prise en charge de la détresse respiratoire des nouveau-nés et des jeunes enfants lors des transports terrestres et aériens réalisés par une équipe de transport spécialisée. Pour la clientèle adulte, la VNI devrait être réservée, suivant une évaluation médicale du risque, aux patients adultes nécessitant un support ventilatoire accompagnés d'un médecin habileté à procéder à une intubation.

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES

AA	<i>Association of Anaesthetists</i>
AHA	<i>American Heart Association</i>
BCEHS	<i>BC Emergency Health Services</i>
BiPAP	Ventilation positive à deux niveaux de pression (<i>bilevel positive airway pressure</i>)
CCPPQ	Centre de coordination en périnatalogie et pédiatrie du Québec
CATS	<i>Children's Acute Transport Service</i>
CHC	Circuit humidifiant et chauffant
CHUL	Centre hospitalier de l'Université Laval
CHUM	Centre hospitalier de l'Université de Montréal
CIUSSS- de l'Estrie CHUS	Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Estrie - Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke
CMES	Centre mère-enfant Soleil
CMQ	Collège des médecins du Québec
CO ₂	Dioxyde de carbone (gaz carbonique)
COOLSIQc	Centre d'optimisation d'occupation des lits de soins intégrés du Québec
COVID	Maladie à coronavirus
CPAP	Ventilation en pression positive continue (<i>continuous positive airway pressure</i>)
DSC	Direction des soins critiques
ECH	Échangeur de chaleur et d'humidité
ECR	Essai clinique randomisé
EI	Écart interquartile
ET	Écart type
EVAQ	Évacuations aéromédicales du Québec
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
FiO ₂	Fraction inspirée en oxygène
HEJ	Hôpital de l'Enfant-Jésus
HSFA	Hôpital Saint-François d'Assise
HSS	Hôpital du Saint-Sacrement
IC	Intervalle de confiance
IHE	<i>Institute of Health Economics</i>
IUCPQ	Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec

L'HDQ	L'Hôtel-Dieu de Québec
MAUDE	<i>Manufacturer and User Facility Device Experience</i>
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
NACCS	<i>Neuro Anaesthesia and Critical Care Society</i>
NETS	<i>Neonatal and Pediatric Transport Service</i>
NNTP	<i>National Neonatal Transport Program</i>
NSW	<i>New South Wales</i>
ONHD	Oxygénothérapie nasale à haut débit
PaCO ₂	Pression partielle de dioxyde de carbone
PaO ₂	Pression partielle d'oxygène
PEP	Pression expiratoire positive
RC	Rapport de cotes
SaO ₂	Saturation en oxygène du sang artériel
SDRA	Syndrome de détresse respiratoire aigüe
SpO ₂	Saturation pulsée en oxygène
STARS	<i>Shock Trauma Air Rescue Service</i>
UETMIS	Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé
USI	Unité de soins intensifs
VNI	Ventilation non invasive

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS.....	VII
SOMMAIRE.....	IX
LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES.....	X
TABLE DES MATIÈRES.....	XII
LISTE DES ANNEXES.....	XIV
LISTE DES TABLEAUX.....	XIV
LISTE DES FIGURES.....	XV
RÉSUMÉ.....	XVI
SUMMARY.....	XX
1. INTRODUCTION.....	1
2. INFORMATIONS GÉNÉRALES.....	2
2.1 Ventilation et insuffisance respiratoire	2
2.2 Prise en charge de l'insuffisance respiratoire	3
2.3 Ventilation assistée durant les transports médicaux interétablissements aériens et terrestres.....	5
2.4 Contexte d'évaluation.....	6
3. QUESTIONS DÉCISIONNELLE ET D'ÉVALUATION.....	9
3.1 Question décisionnelle.....	9
3.2 Questions d'évaluation.....	9
4. MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION.....	10
4.1 Évaluation de l'efficacité, de l'innocuité et de la sécurité	10
4.1.1 Recherche documentaire.....	10
4.1.2 Sélection des publications.....	10
4.1.3 Évaluation de la qualité des publications et extraction des données	11
4.2 Enquête auprès des établissements de santé universitaires du Québec.....	12
4.3 Enquête sur les pratiques des programmes de transports aériens	12
4.4 Autres sources d'information	13
4.5 Analyse des données.....	13
4.6 Révision.....	13
4.7 Modifications au plan d'évaluation	13
5. RÉSULTATS.....	15
5.1 Résultats de la recherche documentaire.....	15
5.1.1 Règlements et normes de sécurité applicables à la ventilation mécanique durant les transports interétablissements	15
5.1.2 Consensus d'experts	17
5.1.3 Revue systématique	19

5.1.4	Études originales sur les transports médicaux interétablissements pour la clientèle néonatale sous VNI	20
5.1.5	Études originales sur les transports interétablissements des clientèles pédiatriques sous VNI	30
5.1.6	Études originales sur les transports interétablissements des populations adultes sous VNI	40
5.1.7	Études en cours	45
5.2	Résultats sur la sécurité d'un ventilateur de transport	45
5.3	Enquête sur les pratiques de transports terrestres et aériens de patients vers les soins intensifs des établissements universitaires du Québec.....	47
5.4	Enquête sur les pratiques de ventilation durant les transports interétablissements aériens	50
5.5	Données sur les transports interétablissements terrestres au CHU de Québec et aériens dans le cadre du programme d'EVAQ.....	54
6.	DISCUSSION.....	57
7.	RECOMMANDATIONS.....	63
8.	CONCLUSION	67
	ANNEXES.....	68
	RÉFÉRENCES.....	90

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1. SITES INTERNET CONSULTÉS POUR LA RECHERCHE DE LA LITTÉRATURE GRISE	68
ANNEXE 2. STRATÉGIES DE RECHERCHE DOCUMENTAIRE DANS LES BANQUES DE DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES	72
ANNEXE 3. SITES INTERNET CONSULTÉS POUR LA RECHERCHE DE PROTOCOLES PUBLIÉS	74
ANNEXE 4. DOCUMENTS EXCLUS ET RAISONS D'EXCLUSION.....	75
ANNEXE 5. CANEVAS D'ENTREVUES AVEC INFORMATEURS CLÉS DES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ UNIVERSITAIRES DU QUÉBEC.....	79
ANNEXE 6. QUESTIONNAIRE ADMINISTRÉ DANS LE CADRE DU SONDAGE SUR LES PRATIQUES ET LES ENJEUX ASSOCIÉS À LA VENTILATION MÉCANIQUE DURANT LES TRANSPORTS AÉRIENS.....	80
ANNEXE 7. RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DES DOCUMENTS RETENUS	84
ANNEXE 8. RÉFÉRENCES À L'APPUI DES RECOMMANDATIONS ISSUES DE LA CONSULTATION SUR L'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES	88
ANNEXE 9. CRITÈRES OBJECTIFS POUR DÉTERMINER L'ADMISSIBILITÉ ET LES CONTRE-INDICATIONS À LA VNI DURANT UN TRANSPORT INTERÉTABLISSEMENTS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES	89

LISTE DES TABLEAUX

TABEAU 1. INDICATEURS D'ÉCHANGES GAZEUX ET DE FONCTION RESPIRATOIRE	3
TABEAU 2. CRITÈRES DE SÉLECTION ET LIMITES DE LA RECHERCHE DOCUMENTAIRE	11
TABEAU 3. DESCRIPTION DES ÉTUDES SUR L'EFFICACITÉ ET L'INNOCUITÉ DE LA VNI DURANT LES TRANSPORTS INTERÉTABLISSEMENTS EN NÉONATOLOGIE	21
TABEAU 4. CARACTÉRISTIQUES DES POPULATIONS DES ÉTUDES ORIGINALES SUR LA VNI DURANT LES TRANSPORTS INTERÉTABLISSEMENTS EN NÉONATOLOGIE	22
TABEAU 5. DISPOSITIFS ET PARAMÈTRES DE VENTILATION RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES SUR LES TRANSPORTS INTERÉTABLISSEMENTS EN NÉONATOLOGIE	23
TABEAU 6. RÉSULTATS SUR L'ESCALADE RESPIRATOIRE DURANT ET JUSQU'À 24 HEURES APRÈS LE TRANSPORT INTERÉTABLISSEMENTS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES SUR LA VNI EN NÉONATOLOGIE	25
TABEAU 7. RÉSULTATS SUR LA FIO ₂ MESURÉE AVANT ET APRÈS LE TRANSPORT INTERÉTABLISSEMENTS DANS LES ÉTUDES EN NÉONATOLOGIE.....	27
TABEAU 8. RÉSULTATS SUR LES COMPLICATIONS ET LES INTERVENTIONS OBSERVÉES DURANT OU JUSQU'À 24 HEURES APRÈS LE TRANSPORT INTERÉTABLISSEMENTS DANS LES ÉTUDES EN NÉONATOLOGIE	28
TABEAU 9. DESCRIPTION DES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'EFFICACITÉ ET L'INNOCUITÉ DE LA VNI DURANT LES TRANSPORTS INTERÉTABLISSEMENTS EN PÉDIATRIE	31
TABEAU 10. CARACTÉRISTIQUES DES POPULATIONS DES ÉTUDES ORIGINALES SUR LA VNI DURANT LES TRANSPORTS INTERÉTABLISSEMENTS EN PÉDIATRIE	32
TABEAU 11. DISPOSITIFS ET PARAMÈTRES DE VENTILATION DANS LES ÉTUDES SUR LA VNI DURANT LES TRANSPORTS INTERÉTABLISSEMENTS EN PÉDIATRIE	34

TABLEAU 12. RÉSULTATS SUR L'ESCALADE RESPIRATOIRE DURANT ET JUSQU'À 24 HEURES APRÈS LE TRANSPORT RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES SUR LA VNI EN PÉDIATRIE	36
TABLEAU 13. RÉSULTATS SUR LES COMPLICATIONS RESPIRATOIRES ET LES INTERVENTIONS DURANT OU JUSQU'À 24 HEURES APRÈS LE TRANSPORT INTERÉTABLISSEMENTS DANS LES ÉTUDES SUR LA VNI EN PÉDIATRIE	38
TABLEAU 14. DESCRIPTION DES ÉTUDES ORIGINALES PORTANT SUR L'EFFICACITÉ ET L'INNOCUITÉ DE LA VNI DURANT LES TRANSPORTS INTERÉTABLISSEMENTS DES POPULATIONS ADULTES	41
TABLEAU 15. CARACTÉRISTIQUES DES POPULATIONS DES ÉTUDES ORIGINALES SUR LA VNI DURANT LES TRANSPORTS INTERÉTABLISSEMENTS DES POPULATIONS ADULTES.....	42
TABLEAU 16. RÉSULTATS SUR L'INTUBATION DURANT ET JUSQU'À 24 HEURES APRÈS LE TRANSPORT INTERÉTABLISSEMENTS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES SUR LA VNI POUR DES POPULATIONS ADULTES	43
TABLEAU 17. DÉCLARATIONS D'ÉVÉNEMENTS INDÉSIRABLES RAPPORTÉS AVEC L'UTILISATION DU VENTILATEUR HAMILTON T1 ^{MC} DANS LA BASE DE DONNÉES MAUDE DE LA FDA ENTRE LE 1 ^{ER} JANVIER 2010 ET LE 16 JUIN 2025	45
TABLEAU 18. DÉCLARATIONS D'ÉVÉNEMENTS INDÉSIRABLES RAPPORTÉS AVEC L'UTILISATION DU VENTILATEUR HAMILTON T1 ^{MC} AU REGISTRE DES INCIDENTS LIÉS AU MATÉRIEL DE SANTÉ CANADA ENTRE LE 1 ^{ER} JANVIER 2010 ET LE 16 JUIN 2025.....	46
TABLEAU 19. DESCRIPTION DES TRANSPORTS RÉALISÉS DANS LE CADRE DES PROGRAMMES DE TRANSPORT MÉDICAL AÉRIEN SONDÉS	51
TABLEAU 20. CRITÈRES UTILISÉS POUR DÉTERMINER LE SUPPORT RESPIRATOIRE (VENTILATION INVASIVE OU NON INVASIVE) DURANT LE TRANSPORT DANS LES PROGRAMMES DE TRANSPORTS AÉRIENS SONDÉS	52
TABLEAU 21. MODES DE VENTILATION LORS DES TRANSPORTS NÉCESSITANT UN SUPPORT RESPIRATOIRE EN NÉONATOLOGIE DANS LES PROGRAMMES AÉRIENS SONDÉS	53
TABLEAU 22. MODES DE VENTILATION LORS DES TRANSPORTS DE PATIENTS NÉCESSITANT UN SUPPORT RESPIRATOIRE EN PÉDIATRIE SELON LES RÉPONDANTS DES PROGRAMMES AÉRIENS SONDÉS	53
TABLEAU 23. INTUBATIONS APRÈS UN TRANSPORT TERRESTRE DANS LES URGENCES OU À L'ÉTAGE DANS LES 24 PREMIÈRES HEURES SUIVANT L'HOSPITALISATION AU CHU DE QUÉBEC EN 2024-2025.....	55

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1. LES DIFFÉRENTES MÉTHODES D'OXYGÉNOTHÉRAPIE	4
FIGURE 2. MODÈLE LOGIQUE.....	8
FIGURE 3. PROCESSUS DE SÉLECTION DES DOCUMENTS	15
FIGURE 4. NOMBRE DE PATIENTS TRANSPORTÉS PAR LES SERVICES D'EVAQ AU COURS DES ANNÉES FINANCIÈRES 2021-2022 À 2023-2024.....	55

RÉSUMÉ

INTRODUCTION

Les patients critiques transférés vers un établissement de santé requièrent souvent une assistance ventilatoire mécanique en raison d'une détresse respiratoire qui peut être prise en charge à l'aide de la ventilation non invasive (VNI) ou invasive. Les principales modalités de VNI sont la ventilation en pression positive continue (CPAP pour *continuous positive airway pressure*), la ventilation à deux niveaux de pression (BiPAP pour *bilevel positive airway pressure*) et l'oxygénothérapie nasale à haut débit (ONHD). Le mode ventilatoire à privilégier et le besoin d'humidifier les voies respiratoires pour compenser les effets refroidissants et asséchants des gaz de ventilation, durant un transfert interétablissements, dépendent principalement de la condition clinique du patient et du risque appréhendé de détérioration, mais également d'autres facteurs tels que la durée et le mode de transport (aérien ou terrestre). La ventilation invasive nécessite également une expertise pointue et est associée à un risque plus élevé de barotraumatisme, de sténose laryngotrachéale, de lésion pulmonaire induite par le ventilateur et d'échec au sevrage de la ventilation que la VNI. L'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du CHU de Québec – Université Laval (ci-après CHU de Québec) a été sollicitée afin d'évaluer l'efficacité et l'innocuité des pratiques relatives à la VNI lors des transports aériens et terrestres des nouveau-nés, des enfants et des adultes sous assistance respiratoire.

QUESTION DÉCISIONNELLE

Est-ce que les pratiques relatives à la ventilation non invasive durant les transports médicaux terrestres au CHU de Québec et durant les transports aériens dans le cadre du programme d'Évacuations aéromédicales du Québec (EVAQ) devraient être modifiées ?

MÉTHODOLOGIE

Une recherche documentaire a été réalisée dans plusieurs bases de données bibliographiques et autres sources d'information afin d'identifier les normes et règlements applicables aux dispositifs médicaux utilisés en transport, les guides de pratiques, les revues systématiques de même que les études originales sur la VNI durant les transports interétablissements publiés en français ou en anglais entre le 1^{er} janvier 2010 et le 15 août 2025. Les principaux indicateurs recherchés étaient l'escalade respiratoire, incluant les intubations, et la mortalité survenues pendant le transport et jusqu'à 24 heures après l'admission aux soins intensifs, les complications respiratoires pendant le transport de même que les variations de paramètres physiologiques de la fonction respiratoire. De plus, les déclarations d'incidents portant sur l'utilisation d'un ventilateur de transport lors d'un transfert interétablissements ont été recherchées en interrogeant les bases de données gouvernementales sur les événements indésirables associés aux matériels médicaux de la *Food and Drug Administration* (FDA) et de Santé Canada de même que le système d'information sur la sécurité des soins et des services (SISSS) du CHU de Québec. Des entrevues semi-dirigées ont été réalisées avec du personnel du programme d'EVAQ ou impliqué dans les transports médicaux terrestres au CHU de Québec et dans les autres établissements de santé universitaires du Québec (CHU Ste-Justine, Hôpital de Montréal pour enfants, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Estrie - Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke CIUSSS de l'Estrie-CHUS, Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec). Une enquête par questionnaire sur les pratiques relatives à la ventilation mécanique de différents programmes de transports aériens au Canada et hors Canada a aussi été effectuée. Une base de données provinciale¹ et une base de données locale ont été interrogées afin d'identifier pour l'année financière 2023-2024 les cas d'intubations réalisées dans une des urgences du CHU de Québec et durant les premières 24 heures d'hospitalisation à la suite d'un transport terrestre ou aérien. Des données sur le nombre de transport aériens entre 2021 et 2024 ont aussi été extraites du dernier rapport d'activités du programme d'EVAQ.

¹ Med-Echo : Maintenance et exploitation des données pour l'étude de la clientèle hospitalière

RÉSULTATS

Quelles sont les recommandations de bonnes pratiques et les normes de sécurité applicables à la ventilation non invasive durant les transports médicaux aériens et terrestres ?

Trois groupes d'experts ont émis des recommandations relatives aux transports interétablissements et à la ventilation mécanique. Les documents produits comportent des directives générales sur la décision de transférer un patient, la planification des transferts, les exigences en termes de compétences des équipes de transport et du choix des équipements médicaux. Pour la ventilation mécanique, l'intubation endotrachéale est recommandée pour les patients adultes devant être transférés en raison d'un arrêt cardiaque ou d'une lésion cérébrale avec un score de Glasgow inférieur ou égal à 8 ou une détérioration significative du niveau de conscience. Les gaz administrés aux patients transportés sous ventilation invasive et non invasive devraient être humidifiés à l'aide d'un échangeur de chaleur et d'humidité (ECH) selon un organisme. Selon un expert du domaine consulté, l'humidification des voies respiratoires ne serait probablement pas requise avec l'usage d'un ventilateur à turbine (sans besoin d'une source de gaz comprimé externe) sur une courte période de temps lorsque la fraction inspirée en oxygène (FiO_2) est inférieure à 50 %.

Le *Règlement sur les instruments médicaux* (DORS/98-282), stipule qu'une homologation de Santé Canada est requise pour les dispositifs de classe de risque II, III et IV, certifiant qu'ils répondent aux exigences en matière de sûreté et d'efficacité. Les ventilateurs de transport (dispositifs de classe III) et les circuits humidifiants et chauffants (dispositifs de classe II) doivent avoir obtenu cette homologation mais pas les ECH qui sont des dispositifs de classe I. La norme canadienne CSA 60601-1-12, qui n'est pas légalement contraignante, établit les exigences générales de sécurité de base et de performance requises pour les appareils électriques utilisés dans un environnement de services médicaux d'urgence, incluant les transports interétablissements terrestres et aériens. À défaut d'avoir cette certification, l'indication au manuel d'utilisation qu'un dispositif peut être employé dans cet environnement est interprétée comme une démonstration de l'innocuité et de l'efficacité dans ce contexte. Selon le *Règlement de l'aviation canadien* (RAC DORS/96-433), des dispositifs d'arrimage certifiés doivent être utilisés lors d'un transport aérien. En transport terrestre, cette exigence est définie dans la norme SAE J3043 et dans la norme BNQ 1013-110 sur les caractéristiques de sécurité et de confort des transports par ambulance.

Quelle est l'efficacité de la ventilation non invasive durant les transports médicaux aériens et terrestres ?

Les études sur l'utilisation du CPAP, du BiPAP ou de l'ONHD en néonatalogie ($n = 8$) et en pédiatrie ($n = 10$) ont porté majoritairement sur des transports interétablissements terrestres, soit respectivement 81 % (989 / 1183) et 78 % (1148 / 1467) de tous les transports. Les résultats issus de ces études observationnelles suggèrent que la VNI pendant les transports interétablissements de nouveau-nés ou de jeunes enfants est utilisée pour une patientèle stable, bien sélectionnée et transférée par une équipe de transport qualifiée et expérimentée. Les cas d'intubations lors d'un transport terrestre ou aérien sous VNI sont des événements rares. Ainsi, chez les patients éligibles à la VNI, aucune intubation pendant un transport n'a été rapportée dans les cinq études sur les transferts sous CPAP et cinq (2,6 %) intubations ont été rapportées dans une des deux études sur l'ONHD. En pédiatrie, l'intubation d'un (0,9 %) enfant sous CPAP a été rapporté lors de transports par avion. Peu de changements dans les indicateurs d'échanges gazeux sanguins durant les transports ont été observés. Les intubations rapportées jusqu'à 24 heures suivant l'admission dans les centres receveurs à la suite d'un transport interétablissements pouvaient atteindre des proportions de 18 % en néonatalogie ou en pédiatrie, mais il n'est pas possible de déterminer si elles étaient liées au transport ou à l'évolution naturelle de la maladie sous-jacente.

L'évaluation de l'efficacité de la VNI durant les transports interétablissements chez les adultes repose sur un plus petit nombre d'études menées sur l'utilisation du CPAP ou du BiPAP ($n = 4$) ou de l'ONHD ($n = 1$). Ces études ont majoritairement porté sur des transports aériens (192 / 277; 69 %). Les résultats indiquent que le recours à l'intubation de patients transférés sous VNI est un événement rare. Aucun cas d'intubation lors de transports aériens d'adultes sous CPAP ou BiPAP n'a été observée dans les études qui incluaient des patients transférés en raison d'une exacerbation de la MPOC ou d'un œdème pulmonaire cardiogénique dans une proportion de 20 à 50 %. Deux (4,9 %) cas d'intubations parmi les 41 transports

terrestres de patients atteints de COVID-19 sous ONHD ont été rapportés dans une étude. Des cas d'intubations survenus jusqu'à 24 heures après l'admission au centre receveur à la suite d'un transport aérien ou terrestre sous CPAP ou BiPAP ont été rapportés pour 12 (20,7 %) patients dans une étude. Un lien de causalité avec l'usage de la VNI durant le transport ne peut cependant être établi. Les données sur les indicateurs de changements physiologiques de la fonction respiratoire pendant les transports ou d'escalades respiratoires après une admission aux soins intensifs sont insuffisantes pour porter un jugement sur l'administration de la VNI durant les transports médicaux.

Quelle est l'innocuité associée à la ventilation non invasive durant les transports médicaux aériens et terrestres ?

Aucun décès durant un transport interétablissement terrestre ou aérien n'a été observé dans les quatre études en néonatalogie ou en pédiatrie qui rapportent cet indicateur. Les données ne suggèrent pas de lien entre la VNI administrée pendant le transfert interétablissement et un décès observé en cours d'hospitalisation aux soins intensifs dans une étude. Des complications respiratoires (bradycardie, désaturation, apnée, pneumothorax) ont été observées lors de certains transports mais demeurent des événements peu fréquents. Des interventions ont parfois été requises à la suite de ces complications, mais sans autre conséquence que des repositionnements du masque ou de la canule de ventilation ou encore l'administration d'une sédation.

Aucun décès n'a été rapporté lors d'un transport terrestre ou aérien de patients adultes sous VNI dans les deux études qui ont porté sur cet indicateur. Par ailleurs, peu de cas de complications (intolérance au masque, fatigue, hypotension, arrêt cardiorespiratoire) pendant les transports aériens ont été observés dans deux études et le lien avec la modalité de ventilation ne peut généralement pas être établi.

Quelles sont les pratiques relatives à la VNI non invasive durant les transports médicaux terrestres vers les établissements de santé universitaires du Québec et aériens du programme d'EVAQ et d'autres programmes canadiens ou à l'international ?

Selon les données de l'enquête menée dans les CHU au Québec, la modalité de ventilation retenue pour la prise en charge de la détresse respiratoire durant les transports interétablissements terrestres en néonatalogie et en pédiatrie est déterminée par les médecins des centres receveurs en collaboration avec ceux des centres référents. La VNI est privilégiée en raison des risques associés à l'intubation endotrachéale pour les nouveau-nés et les jeunes enfants. Cette décision ne repose pas sur des protocoles ou encore des directives standardisées, mais sur le jugement clinique. En néonatalogie, les transports sont réalisés par des équipes spécialisées, composées d'une infirmière de néonatalogie et d'un inhalothérapeute, un médecin étant rarement présent. Pour les transports en pédiatrie, un médecin est généralement présent, les équipes spécialisées ayant été déployées depuis peu dans les centres hospitaliers universitaires (CHU). À l'exception d'un centre, les transports terrestres des adultes ne sont pas réalisés par des équipes spécialisées dédiées au transport. La VNI est peu utilisée chez cette clientèle et réservée pour des transports terrestres de courte durée.

Des données ont été obtenues du programme d'EVAQ et de six programmes de transports aériens du Canada (n = 2), d'Australie (n = 2), du Royaume-Uni (n = 1) et d'Irlande (n = 1). Les pratiques relatives à la VNI dans ces programmes sont hétérogènes. En néonatalogie et en pédiatrie, la VNI est parfois utilisée (EVAQ) ou dans des proportions de 14 à 59 % selon les autres programmes. Les modes de ventilation privilégiés diffèrent, certains ayant recours à l'ONHD alors que d'autres utilisent plutôt préférentiellement le CPAP. Des données sur le type de ventilation durant les transports interétablissements des adultes sont disponibles pour deux programmes. La ventilation invasive constitue le mode de ventilation privilégié pour environ la moitié des transports effectués dans un programme de transport en Australie ou pour la majorité de ceux réalisés par les services d'EVAQ. Certains programmes disposent de politiques ou lignes directrices pour guider le choix du support ventilatoire lors des transports interétablissements.

Les pratiques relatives à l'humidification des voies respiratoires sont également variables. Pour les transferts par ambulance, l'humidification est estimée essentielle ou encore ne serait pas indispensable. La raison invoquée pour ne pas humidifier les voies respiratoires tient à l'apport suffisant d'humidité relative provenant de l'air ambiant produit par la turbine, de la

performance du ventilateur utilisée ou encore de la courte distance parcourue. Pour les transports aériens, l'humidification est utilisée avec la VNI dans la plupart des programmes de transports sondés.

Quels seraient les impacts organisationnels d'une modification des pratiques relatives à l'utilisation de la ventilation non invasive durant les transports médicaux aériens et terrestres ?

Il n'a pas été possible dans le cadre du présent rapport d'évaluer les impacts d'un changement de pratiques relatif à l'usage de la VNI durant les transports médicaux. Les différentes modalités de ventilation utilisées pendant les transports interétablissements terrestres sont peu documentées dans les bases de données clinico-administratives du CHU de Québec. Il en est de même pour les transferts aériens réalisés dans le cadre du programme d'EVAQ. La mise en place d'outils est souhaitée dans ce contexte pour recueillir des données sur les caractéristiques des patients transférés, les modalités de ventilation, les paramètres physiologiques de la respiration, les complications observées et l'utilisation de l'humidification. En ce qui concerne certains impacts organisationnels pour le CHU de Québec en lien avec les ressources spécialisées nécessaires pour l'utilisation de la VNI, les effets semblent limités compte tenu de l'existence d'une équipe de transport spécialisée en néonatalogie et de l'implantation en cours d'une équipe de transport spécialisée en pédiatrie.

DISCUSSION

L'analyse et l'appréciation des données recueillies dans le cadre de la présente évaluation ont mené aux constats suivants :

- La VNI durant les transports interétablissements en néonatalogie et en pédiatrie est une option possible pour une prise en charge efficace et sécuritaire de la détresse respiratoire sous certaines conditions.
- La VNI durant les transports interétablissements en néonatalogie et en pédiatrie est une pratique en croissance mais les modalités pour son application sont diversifiées.
- La VNI durant les transports médicaux interétablissements pour les clientèles adultes est une pratique peu fréquente dont l'efficacité et l'innocuité sont peu documentées.

RECOMMANDATIONS

Il est recommandé à la Direction mère-enfant Soleil, à la Direction des soins critiques du CHU de Québec et à la Direction du consortium provincial interétablissements EVAQ de considérer la ventilation non invasive comme une option de prise en charge de la détresse respiratoire des nouveau-nés et des jeunes enfants lors des transports terrestres et aériens réalisés par une équipe de transport spécialisée.

Il est recommandé à la Direction des soins critiques et à la Direction du consortium provincial interétablissements EVAQ de réserver, suivant une évaluation médicale du risque, la ventilation non invasive aux patients adultes nécessitant un support ventilatoire pendant un transport terrestre ou aérien et accompagnés d'un médecin habilité à procéder à une intubation.

CONCLUSION

Les données recueillies dans le cadre de la présente évaluation suggèrent que la VNI utilisée pour le transport interétablissements de patients sélectionnés et transférés par du personnel qualifié et expérimenté est une pratique sécuritaire. Pour la mise en œuvre des recommandations, une démarche de concertation entre les parties prenantes impliquées dans les transports interétablissements terrestres au CHU de Québec et aériens dans le cadre du programme d'EVAQ est souhaitée pour l'élaboration de protocoles ou lignes directrices afin d'assurer la continuité de soins de santé de qualité et sécuritaires pour les clientèles néonatale, pédiatrique et adulte.

SUMMARY

INTRODUCTION

Critically ill patients transferred to a healthcare facility often require mechanical ventilatory support due to respiratory distress, which can be managed using non-invasive ventilation (NIV) or invasive ventilation. The main NIV modalities are continuous positive airway pressure (CPAP), bilevel positive airway pressure (BiPAP), and high-flow nasal cannula (HFNC). The choice of ventilatory modality and the need to humidify the airways to compensate for the cooling and drying effects of ventilation gases during interfacility transfers depend primarily on the patient's clinical condition and the anticipated risk of deterioration, as well as other factors such as duration and type of the medical transportation (air or ground). Invasive ventilation also requires advanced expertise and is associated with a higher risk of barotrauma, laryngotracheal stenosis, ventilator-induced lung injury, and weaning failure than NIV. The Health Technology Assessment Unit (UETMIS) of the CHU de Québec – Université Laval (hereinafter referred to as CHU de Québec) was mandated to evaluate practice's effectiveness and safety related to NIV during air and ground transports of children and adult requiring respiratory support.

DECISION-MAKING QUESTION

Should practices related to non-invasive ventilation during ground medical transports at CHU de Québec and air transports under the Évacuations aéromédicales du Québec (EVAQ) program be modified?

METHODOLOGY

A literature review was conducted across multiple bibliographic databases and other sources to identify applicable standards and regulations for medical devices used in transports, clinical practice guidelines, systematic reviews, and original studies on NIV during interfacility transfers published in French or English between January 1st, 2010, and August 15th, 2025. Main outcomes included respiratory escalation (including intubations) and mortality during transports, and up to 24 hours after intensive care unit (ICU) admission, respiratory complications during transports, and variations in physiological respiratory parameters. Incident reports related to the use of transport ventilators during interfacility transfers were retrieved from government adverse event databases (American Food and Drug Administration, Health Canada) and CHU de Québec's information system on the safety of care and services. Semi-structured interviews were conducted with staff from EVAQ program and those involved in ground medical transports at the CHU de Québec and other University hospitals in Québec (CHU Ste-Justine, Hôpital de Montréal pour enfants, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Estrie - Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke, Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec). A survey on mechanical ventilation practices in various air transport programs in Canada and abroad was also carried out. Administrative data from a national ² and a local hospitalisation databases were analyzed to identify intubations performed in CHU de Québec emergency departments and within 24 hours of hospitalization following ground or air transports during fiscal year 2023–2024. Data on air transports between 2021 and 2024 were extracted from the EVAQ program's latest activity report.

RESULTS

What are the best practice recommendations and safety standards for NIV during air and ground medical transports?

Three expert groups have provided recommendations on interfacility transports and mechanical ventilation. These documents include general guidelines on transfer decisions and planning, team competency requirements, and medical

² Med-Echo : Maintenance et exploitation des données pour l'étude de la clientèle hospitalière

equipment selection. For mechanical ventilation, endotracheal intubation is recommended for adult patients being transferred due to cardiac arrest or brain injury with a Glasgow scale score equal or lower than 8 or significant deterioration in consciousness. Gases administered to patients under invasive or non-invasive ventilation should be humidified using a heat and moisture exchanger (HME) according to one organization. An expert consulted indicated that airway humidification is likely unnecessary when using a turbine ventilator (no external compressed gas source) for short periods if the fraction of inspired oxygen (FiO₂) is below 50 %.

Canadian Medical Devices Regulations (SOR/98-282) require Health Canada approval for Class II, III, and IV medical devices, certifying safety and effectiveness. Transport ventilators (Class III) and heated humidification circuits (Class II) must be approved, but not HMEs (Class I). The Canadian standards on medical electrical equipment (CSA 60601-1-12), which is not mandatory, sets general safety and performance requirements for devices used in emergency medical environments, including interfacility transports. For air transports, certified restraint devices are required under Canadian Aviation Regulations (SOR/96-433); for ground transports, SAE J3043 and BNQ 1013-110 standards apply.

What is the effectiveness of NIV during air and ground medical transports?

Studies on CPAP, BiPAP, or HFNC in neonatology (n = 8) and pediatrics (n = 10) mainly involved ground transfers (81 % (989 / 1183) and 78 % (1148 / 1467) and 78 %, respectively). According to data from observational studies, NIV during interfacility transports of neonates or young children is used for stable, well-selected patients transferred by qualified teams. Intubation during medical air and ground transports under NIV is a rare adverse event. No intubations were reported in five CPAP studies, whereas five cases (2.6 %) occurred in one HFNC study. In pediatrics, one (0.9 %) intubation under CPAP occurred during air transports. Few changes in blood gas indicators were observed. Intubations within 24 hours post-interfacility transfers could reach 18 % in neonatal and pediatric patients, but causality with medical transport or natural progression of the disease is unclear.

The evaluation of the effectiveness of NIV during interfacility transports in adults is based on a smaller number of studies conducted on the use of CPAP or BiPAP (n = 4) or HFNC (n = 1). These studies have mostly focused on air transports (69 %). Data suggest that the use of intubation during transports under NIV is a rare adverse event. No cases of intubation during air transport of adults on CPAP or BiPAP were observed in studies that included 20 to 50% of patients transferred due to a COPD exacerbation or cardiogenic pulmonary edema. Two (4.9 %) intubations were reported among 41 ground transfers of COVID-19 patients under HFNC. Intubations within 24 hours after interfacility transfers were reported for 12 (20.7 %) patients in one study, but a causal link with the use of NIV cannot be established. Data on indicators of physiological changes in respiratory function during transport or respiratory escalation after admission to ICU are insufficient to make a judgment on the administration of NIV during medical transport.

What is the safety of NIV during air and ground medical transports?

No deaths occurred during transports in four neonatal or pediatric studies reporting this indicator. The data do not suggest a link between NIV administered during interfacility transfer and death observed during intensive care hospitalization in one study. Respiratory complications (bradycardia, desaturation, apnea, pneumothorax) have been observed during some interfacility transports but remain infrequent adverse events. Interventions were sometimes required following these complications, but without any other consequence than repositioning the mask or ventilation cannula or administering sedation.

No deaths have been reported during ground or air transports of adult patients on NIV in the two studies that examined this indicator. Furthermore, few cases of complications (mask intolerance, fatigue, hypotension, cardiorespiratory arrest) during air transports were observed in two studies, and a link with the ventilation modality cannot generally be established.

What are the practices related to NIV during ground medical transports to university health centers in Québec and air transports under the EVAQ program and other Canadian or international programs?

According to data from the survey conducted in University hospital centres in Québec, the ventilation method chosen for the management of respiratory distress during interfacility ground transports, in neonatology and pediatrics, is determined by the physician of the receiving center in collaboration with the one of the referring center. NIV is preferred due to the risks associated with endotracheal intubation for newborns and young children. This decision is not based on standardized protocols or guidelines but on clinical judgment. In neonatology, transports are carried out by a specialized team made up of a neonatal nurse and a respiratory therapist; a physician is rarely present. For pediatric transports, a physician is generally present, as specialized teams have been deployed recently in Québec University hospital. Except for one center, ground transports for adults are not carried out by specialized teams dedicated to this purpose. NIV is rarely used for these patients and is reserved for short ground transports.

Data were obtained from the EVAQ program and six air transport programs in Canada (n = 2), Australia (n = 2), the United Kingdom (n = 1), and Ireland (n = 1). NIV practices in these programs are heterogeneous. In neonatology and pediatrics, NIV is sometimes used (EVAQ) or in proportions ranging from 14 to 59 % in other programs. Preferred ventilation modes differ, with some using HFNC while others prefer CPAP. Data on the type of ventilation during interfacility transports of adults are available for two programs. Invasive ventilation is the preferred ventilation mode for approximately half of the transports in one program in Australia and for the majority of those performed by EVAQ services. Some programs have policies or guidelines to inform the choice of ventilatory support during interfacility transports.

Practices related to airway humidification also vary. For ambulance transfers, humidification is considered either essential or dispensable. Reasons given for not humidifying the airways are the sufficient relative humidity provided by the ambient air produced by the turbine, the performance of the ventilator used, or the short distance traveled. For air transports, humidification is used with NIV in most of the surveyed transport programs.

What would be the organizational impacts of a change in practices relating to the use of NIV during air and ground medical transports?

It was not possible within the scope of this report to assess the impacts of a change in practices related to the use of NIV during medical transports. The various ventilation modalities used during interfacility ground transports are poorly documented in the clinical and administrative databases of the CHU de Québec. The same is true for air transports carried out within the EVAQ program. The implementation of tools is desirable in this context to potentially collect data on the characteristics of transferred patients, ventilation modalities, physiological parameters of respiration, observed complications, and the use of humidification. Regarding organizational impacts for the CHU de Québec related to requirements of specialized resources for the use of NIV, effects appear limited considering the existence of a specialized neonatology transport team and the ongoing implementation of a specialized pediatric transport team.

DISCUSSION

- NIV during neonatal and pediatric interfacility transports is a viable option for safe and effective respiratory distress management under certain conditions.
- NIV during interfacility transports in neonatology and pediatrics is a growing practice, but application modalities vary.
- NIV during adult interfacility transports is rare, with limited evidence on effectiveness and safety.

RECOMMENDATIONS

- Direction mère-enfant Soleil and Direction des soins critiques of CHU de Québec, and Direction du consortium provincial interétablissements EVAQ should consider NIV as an option for managing respiratory distress in neonates and young children during ground and air transports by specialized teams.
- For adults, NIV should be reserved for patients requiring ventilatory support during ground or air transports, accompanied by a physician skilled in intubation and following risk assessment.

CONCLUSION

The data collected in this evaluation suggest that NIV for interfacility transports of selected patients transferred by qualified and experienced staff is a safe practice. Implementing recommendations requires stakeholder collaboration to develop protocols or guidelines ensuring continuity of safe and high-quality care for neonatal, pediatric, and adult populations.

1. INTRODUCTION

L'insuffisance respiratoire est définie par l'incapacité de l'organisme à assurer une hématose normale, c'est-à-dire d'apporter suffisamment d'oxygène aux organes et d'éliminer correctement le dioxyde de carbone (CO₂). L'insuffisance respiratoire peut être prise en charge à l'aide de VNI est une méthode d'assistance respiratoire qui ne nécessite pas une intubation des voies respiratoires. Elle permet d'administrer de l'air sous pression positive à un patient qui respire spontanément au moyen d'un masque hermétique recouvrant le nez ou à la fois le nez et la bouche, ou à partir d'une canule nasale. La ventilation invasive nécessite d'insérer un tube endotrachéal la ventilation non invasive (VNI) ou invasive. La dans la bouche ou le nez du patient, ou directement dans la trachée pour une trachéotomie. La VNI et la ventilation invasive entraînent un assèchement des voies respiratoires qui augmente avec le débit de gaz insufflé. L'humidification doit donc être combinée à la ventilation invasive, et peut l'être à la VNI, afin de compenser les effets refroidissants et asséchants des gaz de ventilation, et ce, à l'aide d'un échangeur de chaleur et d'humidité ou d'un circuit humidifiant et chauffant.

Les patients critiques qui doivent être transférés dans un établissement de santé requièrent souvent une assistance ventilatoire mécanique en raison d'une détresse respiratoire. Afin d'assurer que le transport interétablissements s'effectue dans des conditions optimales de sécurité pour le patient, une évaluation des risques et des bénéfices associés aux différentes modalités de prise en charge de la détresse respiratoire durant le transfert est impérative. Le choix d'un mode ventilatoire lors de transferts vers un centre tertiaire ou un établissement spécialisé nécessite également de prendre en considération différentes contraintes, notamment la condition clinique des enfants et des adultes sous ventilation mécanique, la durée et le mode de transport ou encore les conditions atmosphériques.

Les Directions des soins critiques et du Centre mère-enfant Soleil du CHU de Québec – Université Laval (ci-après CHU de Québec) de même que la Direction du Consortium Provincial Interétablissements du programme d'évacuations aéromédicales du Québec (EVAQ) s'interrogent sur la sécurité et la faisabilité de l'utilisation de la VNI sans humidification des gaz lors de transport de patients par voie aérienne ou terrestre. L'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du CHU de Québec a été sollicitée pour évaluer l'efficacité et la sécurité de ces pratiques relatives à la ventilation et à l'humidification lors des transports aériens et terrestres des patients sous assistance respiratoire.

2. INFORMATIONS GÉNÉRALES

2.1 Ventilation et insuffisance respiratoire

La ventilation est le processus par lequel l'air est inspiré et expiré par les poumons. La fonction première du système respiratoire est de capter l'oxygène et d'éliminer le CO₂. Les gaz respiratoires ont la capacité de traverser la mince paroi des alvéoles et des capillaires sanguins. L'oxygène inhalé entre dans les poumons, atteint les alvéoles et pénètre dans le sang capillaire. À l'inverse, le CO₂ passe du sang vers les alvéoles d'où il est expiré [1]. Pendant la respiration, l'air ambiant inspiré est filtré par les voies respiratoires supérieures et également humidifié pour le saturer en eau et le réchauffer jusqu'à atteindre la température corporelle et une humidité absolue de 44 mg H₂O / L [2].

L'analyse des gaz artériels du sang permet d'évaluer la qualité des échanges gazeux dans les poumons et conséquemment d'apprécier le degré de gravité d'une insuffisance respiratoire [3-6]. Les principaux indicateurs d'échanges gazeux utilisés à cet effet sont (tableau 1):

- La pression artérielle d'oxygène (PaO₂), soit la pression partielle exercée par l'oxygène dissous dans le sang artériel, reflète l'oxygénation du sang par les poumons [3-6]. Les valeurs de PaO₂ généralement considérées normales varient selon l'âge et sont comprises entre 80 et 100 millimètres de mercure (mmHg) [7]. Les valeurs de PaO₂ visées chez les nouveau-nés prématurés sont de 50 à 70 mmHg et chez les nouveau-nés à terme de 50 à 80 mmHg [8]. En altitude, la PaO₂ diminue, ce qui peut influencer les résultats de la gazométrie.
- La pression partielle de dioxyde de carbone (PaCO₂) permet d'estimer l'élimination du CO₂ et reflète la ventilation pulmonaire. Les seuils de normalité sont de 35 à 45 mmHg [3-6]. Elle peut être estimée en temps réel à l'aide d'un capteur placé sur la peau qui mesure le CO₂ transcutané.
- La saturation pulsée en oxygène (SpO₂) mesurée par une méthode non invasive, l'oxymétrie de pouls, fournit le pourcentage d'hémoglobine oxygénée dans la circulation sanguine. Elle permet de détecter les carences en oxygène, sous les valeurs normales de 95 à 100 % [3-6].
- La saturation en oxygène du sang artériel (SaO₂) représente le pourcentage d'oxygène fixé sur l'hémoglobine transportée dans le sang. Sa mesure nécessite un prélèvement de sang artériel. Une SaO₂ normale se situe entre 95 et 100 % et est considérée comme insuffisante entre 90 et 94 %. Une SaO₂ inférieure à 90 % correspond à une désaturation. Dans l'heure qui suit l'accouchement, les nouveau-nés à terme ont une saturation en oxygène normale basse, typiquement autour de 88 % et elle augmente progressivement jusqu'à atteindre des taux supérieurs à 90 % [9]. Chez les nouveau-nés prématurés, une valeur entre 91 et 94 % est généralement visée [10]. La SaO₂ ne doit pas dépasser 95 % chez ces derniers afin d'éviter tout dommage oculaire [9].
- La fraction inspirée en oxygène (FiO₂) fournit le pourcentage d'oxygène présent dans le mélange gazeux [4]. Par exemple, avec une FiO₂ de 50 %, le mélange insufflé au patient est constitué de 50 % d'oxygène. En conditions normales, la FiO₂ s'élève à 21 % [3]. Le ratio PaO₂ / FiO₂ permet de comparer le niveau d'oxygène présent dans le sang et la concentration d'oxygène dans l'air inspiré et de déterminer la gravité du problème de transfert de l'oxygène depuis les poumons vers le sang [3]. Chez l'adulte sain, le ratio PaO₂ / FiO₂ se situe entre 400 et 500. Ce ratio est également utile pour classer le niveau de gravité d'un syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA), de léger (selon la définition de Berlin : 200 < PaO₂ / FiO₂ ≤ 300), modéré (100 < PaO₂ / FiO₂ ≤ 200) à sévère (PaO₂ / FiO₂ ≤ 100) [11]. Différentes définitions du SDRA avec des seuils légèrement modifiés ont été proposées récemment [12]. Pour les patients sous ventilation mécanique en raison d'une détresse respiratoire aiguë, il est recommandé d'administrer de l'oxygène avec le plus faible niveau de FiO₂ en visant une SaO₂ entre 90 et 94 % ou une PaO₂ entre 60 et 80 mm Hg [13].
- L'équilibre acido-basique est évalué par les mesures du pH et de la PaCO₂ dans le sang artériel. Le sang est normalement légèrement basique, avec un pH qui varie entre 7,35 et 7,45 [3]. Le CO₂, qui est faiblement acide, est transporté par le sang et éliminé par les poumons lors de l'expiration. Si le CO₂ s'accumule dans le sang, le pH sanguin diminue (l'acidité augmente). Les troubles acido-basiques sont des modifications pathologiques de la PaCO₂ ou du bicarbonate sérique (HCO₃⁻) qui produisent des valeurs de pH artériel anormales [14]. En fonction du contexte clinique et de la cause de la variation du pH, les troubles acido-basiques primaires sont qualifiés de métaboliques lors d'un changement de la

concentration du HCO_3^- ou de respiratoires si le changement concerne la PaCO_2 . Ainsi, l'acidose respiratoire, caractérisée par une PaCO_2 supérieure à 40 mmHg (hypercapnie) est causée par une diminution de la fréquence ou du volume respiratoire et l'alcalose respiratoire par une augmentation de ces éléments [3].

TABLEAU 1. INDICATEURS D'ÉCHANGES GAZEUX ET DE FONCTION RESPIRATOIRE

Abréviation	Indicateur	Valeurs normales	Valeurs critiques	Référence
PaO_2	Pression partielle d'oxygène	75 à 100 mmHg	< 50 mmHg	[7]
PaCO_2	Pression partielle de dioxyde de carbone	35 à 45 mmHg	> 45 mmHg (hypercapnie) < 35 mmHg (hypoxie)	[4]
SaO_2	Saturation en oxygène	95 à 99 %	< 90 %	[9]
SpO_2	Saturation pulsée en oxygène mesurée par oxymétrie de pouls	95 à 100 %	< 95 % (hypoxie modérée) < 90 % (hypoxie sévère)	[9]
FiO_2	Fraction inspirée en oxygène	21 %	< 21 %	[11]
Ratio $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2$	Indicateur de la fonction pulmonaire	400 à 500	< 200 (SDRA modérée) < 100 (SDRA sévère)	[11]
pH artériel	Potentiel hydrogène	7,35 à 7,45	< 7,35 (acidose) > 7,45 (alcalose)	[14]

mmHg : millimètre de mercure, SDRA : syndrome de détresse respiratoire aigüe

Plusieurs paramètres doivent cependant être pris en considération dans l'interprétation des résultats des analyses de gazométrie, tels que la température corporelle du patient, le tabagisme, le débit d'oxygène ou encore le type de ventilation (spontanée, assistée ou contrôlée) [7].

2.2 Prise en charge de l'insuffisance respiratoire

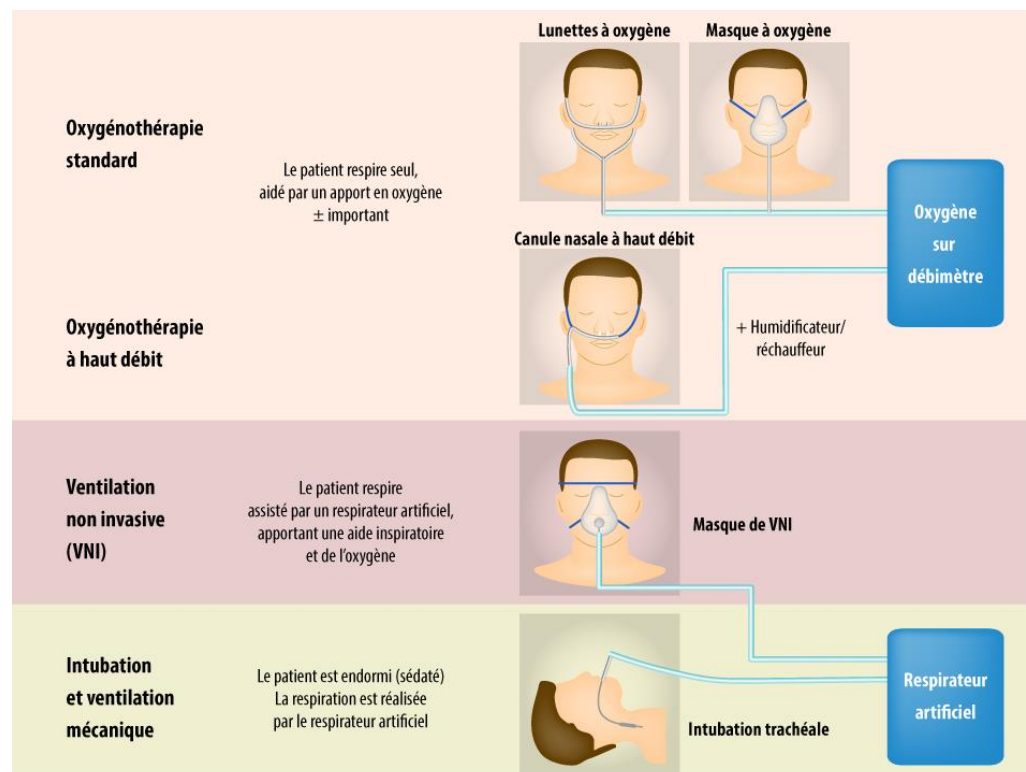
Le processus physiologique de conditionnement des gaz est altéré chez les patients dont l'état de santé nécessite un support ventilatoire. Une assistance ventilatoire est indiquée chez l'adulte lorsque la PaO_2 est inférieure à 60 mmHg ou la SpO_2 inférieure à 90 %, associée ou non à une hypercapnie, définie par une PaCO_2 supérieure à 45 mmHg [15]. Chez l'enfant, une désaturation est définie par une SpO_2 inférieure à 95 % à l'éveil ou inférieure à 92 % pendant le sommeil [16]. L'oxygénothérapie consiste à administrer de l'oxygène à bas débit dans les voies aériennes, généralement par l'entremise d'un masque facial ou d'une canule nasale, à un niveau supérieur à la concentration observée dans l'air ambiant, soit de 21 à 100 %, afin de prévenir ou traiter les symptômes d'hypoxie tissulaire [6]. Les différentes modalités de ventilation mécanique sont illustrées à la figure 1. Les deux principaux modes de ventilation assistée sont la ventilation invasive et la VNI. Lors de la ventilation invasive, l'accès aux voies respiratoires pour l'administration d'oxygène et d'autres gaz médicaux se fait par l'entremise d'un tube endotrachéal ou par trachéotomie et à l'aide d'un ventilateur mécanique [17]. L'assistance ventilatoire contribue à stabiliser l'état des patients en insuffisance respiratoire hypoxémique ou hypercapnique par une diminution du travail respiratoire et une redistribution du flux sanguin des muscles respiratoires vers d'autres tissus afin d'assurer des échanges gazeux sécuritaires [17], de même qu'une amélioration du débit ventilatoire (ventilation minute) et de la perméabilité des voies respiratoires supérieures [18]. Par ailleurs, comparativement à la VNI, la ventilation invasive serait associée à un risque plus élevé de barotraumatisme, de sténose laryngotrachéale, de lésion pulmonaire induite par le ventilateur et d'échec au sevrage de la ventilation [19]. Elle nécessite de plus une expertise pointue pour être efficacement exécutée. Étant difficile à tolérer chez le patient éveillé, elle serait associée à une utilisation plus fréquente de la sédation et à une augmentation de la durée d'hospitalisation [20]. De plus, des événements indésirables sont fréquents lors des transports intrahospitaliers de patients sous ventilation invasive incluant divers types d'altérations cardiorespiratoires telles que des changements de tension artérielle, de pH sanguin ou d'indicateurs physiologiques respiratoires [21]. Les cas de pneumothorax, notamment chez les nouveau-nés [22], et d'hypotension constituent également des complications potentielles durant les transports d'urgence des patients sous ventilation mécanique invasive [23].

La VNI désigne l'ensemble des techniques d'assistance ventilatoire mécanique, incluant la ventilation en pression positive continue (CPAP pour *continuous positive airway pressure*) ou à deux niveaux de pression (BiPAP pour *bilevel positive airway*

pressure), qui ne requièrent pas d'intubation endotrachéale [15]. Le CPAP fournit un flux constant de pression d'air pour maintenir les voies respiratoires ouvertes alors que le BiPAP fournit deux niveaux de pression distincts : une pression plus élevée pour l'inhalation (pression inspiratoire) et une pression plus basse pour l'expiration (pression expiratoire). Les dispositifs d'oxygénothérapie conventionnels permettent des débits variant de 0,5 à 6 litres par minute (L/min) ou supérieurs avec des masques de type Venturi ou à réservoir dit « à haute concentration », mais ne dépassent que rarement 15 L/min [15]. En présence d'une détresse respiratoire aiguë sévère, les débits inspiratoires requis peuvent atteindre 30 à plus de 120 L/min [6]. Les principaux effets indésirables potentiels sont la dessiccation de la muqueuse respiratoire, une altération de la fonction mucociliaire et du surfactant, l'ulcération de la muqueuse, le développement de micro-atélectasies, l'apparition de bouchons muqueux pouvant mener à l'obstruction du circuit respiratoire, l'hypoxémie et la survenue d'infections [24]. Contrairement à la ventilation invasive, la VNI permet de préserver la capacité à avaler, tousser et parler et minimiserait l'usage de la sédation [25]. Les patients sous VNI seraient aussi moins à risque de détresse psychologique [26].

Une autre modalité non invasive, l'oxygénothérapie à haut débit permet d'administrer jusqu'à 100 % d'oxygène humidifié et réchauffé à un débit maximal de 40 à 60 L/min [27]. Elle fonctionne en combinant l'effet de trois mécanismes : le conditionnement des gaz, un haut débit d'air ou d'oxygène et une pression expiratoire positive (PEP) [27]. Le haut débit contribue à réduire l'effet de dilution causé par l'apport de l'air ambiant de la pièce dans le circuit d'oxygène afin d'administrer une FiO₂ élevée, soit à un niveau de 95 à 100 % [19]. Différents dispositifs permettent d'administrer une oxygénothérapie à haut débit à l'aide d'une canule nasale. L'oxygénothérapie nasale à haut débit (ONHD) est en utilisation croissante dans les unités de soins intensifs pédiatriques depuis la dernière décennie pourrait s'expliquer par sa facilité d'utilisation, sa tolérabilité et son impact favorable dans la prise en charge des infections des voies respiratoires et de la détresse respiratoire [28]. Elle pourrait aussi limiter le recours à l'intubation et être utilisée en dehors des soins intensifs [29]. En néonatalogie, l'augmentation de l'utilisation de l'ONHD et des autres différentes modalités non invasives de ventilation s'expliquerait par divers facteurs tels que l'emploi accru de stéroïdes prénataux, les transferts de mères à haut risque de complications vers des établissements tertiaires, le développement ou l'amélioration de protocoles de réanimation et de nouveaux modes d'assistance respiratoire et l'accroissement de la survie notamment des bébés très prématurés [30]. L'ONHD est également utilisée pour la clientèle adulte hospitalisée aux soins intensifs [31].

FIGURE 1. LES DIFFÉRENTES MÉTHODES D'OXYGÉNOTHÉRAPIE



Source : image libre de droits, DocDeclic, disponible à : <https://www.docdeclic.fr/>

La ventilation mécanique entraîne un assèchement des voies respiratoires qui augmente avec le débit d'oxygène ou d'autres gaz médicaux insufflés [15]. L'insertion d'un tube endotrachéal ou d'une canule altère le processus physiologique normal de réchauffement et d'humidification de l'air inspiré avec le risque de causer des lésions alvéolaires et bronchiques [32]. Une humidification insuffisante est ainsi susceptible d'entraîner diverses complications dont la gravité dépend de facteurs tels que la durée de la ventilation, les changements fréquents du circuit respiratoire ou le nombre de réintubations. Pour éviter ce phénomène, un dispositif d'humidification et de réchauffement des gaz est intégré au circuit du ventilateur. L'humidification des voies respiratoires chez les patients sous ventilation invasive est requise [33, 34]. L'humidification peut également être combinée à la VNI afin de compenser pour les effets refroidissants et asséchants des gaz de ventilation et rendre l'usage de l'oxygène plus confortable pour le patient. Deux types de dispositifs sont utilisés à cet effet : les circuits humidifiants et chauffants (CHC) et les échangeurs de chaleur et d'humidité (ECH) [35]. L'humidification avec un ECH est dite passive, ne nécessitant pas d'apport énergétique externe. Le mode de fonctionnement repose plutôt sur la capacité du dispositif à retenir la chaleur et l'humidité durant l'expiration afin d'en redistribuer environ 70 % au moment de l'inspiration subséquente. Ces dispositifs, aussi appelés « nez artificiels », sont placés entre le tube endotrachéal du patient et le raccord en Y du circuit respiratoire. Les CHC sont des systèmes qualifiés d'actifs qui nécessitent un apport énergétique et comprennent un réservoir d'eau, un élément chauffant et un système de contrôle pour réguler la température et l'humidité. Ils sont généralement placés en amont du circuit de ventilation [35].

2.3 Ventilation assistée durant les transports médicaux interétablissements aériens et terrestres

Les problèmes de santé critiques qui requièrent des transferts hospitaliers peuvent être associés à la présence de détresse respiratoire [4]. La nécessité d'un support ventilatoire lors de transports médicaux critiques est conséquemment fréquente [30]. Selon le guide d'exercice sur les transferts interétablissements du Collège des médecins du Québec (CMQ) publié en 2021, l'établissement d'origine, et plus précisément le médecin référent, est responsable de planifier le transfert [36]. Celui-ci doit évaluer l'état de l'usager afin de déterminer le niveau d'encadrement clinique nécessaire. Cette responsabilité comprend la stabilisation préalable, l'analyse des risques et la désignation d'une escorte adaptée. La décision d'un transfert interétablissements est généralement prise conjointement par le médecin référent et le médecin consultant [36]. De plus, une communication efficace entre les équipes médicales des centres référent et receveur est essentielle avant le transfert d'un patient, incluant la transmission de toutes les informations cliniques pertinentes. Un résumé médical complet, avec les examens et résultats, doit accompagner le patient. Le transfert doit être effectué par du personnel qualifié, bien informé de l'état du patient et équipé adéquatement. Ainsi, avant tout transfert médical critique, la stabilisation du patient doit comprendre, lorsque requis, le maintien de la perméabilité des voies aériennes et des mesures pour assurer sa stabilité durant le transfert. Les conditions nécessitant un accompagnement médical sont également décrites par le CMQ. Ainsi, tout patient adulte en infarctus du myocarde, en détresse respiratoire sévère (fréquence respiratoire > 32 / minute ou < 8 / minute, ou saturation en oxygène < 90 %) ou intubé à risque de complications nécessite la présence d'un médecin durant le transfert. Pour la clientèle pédiatrique, le risque de complications étant plus important, tout enfant intubé doit être accompagné par un médecin lors d'un transport interétablissements. Pour ces populations, si le médecin responsable de l'épisode de soins décide qu'un accompagnement médical n'est pas requis, il doit impérativement documenter sa décision et la raison de cette situation exceptionnelle [36, 37].

En juillet 2025, Santé Québec a publié un guide proposant diverses balises pour appuyer la présence d'une escorte clinique lors des transports interétablissements, en fonction de la condition clinique, des traitements en cours de même que pour définir les interventions autorisées selon le niveau de qualification des paramédics en soins primaires et en soins avancés [38]. Lorsque les soins requis dépassent le champ de pratique paramédical, en raison de l'absence d'un protocole applicable ou de la complexité de la situation, l'établissement devrait désigner une escorte adaptée (médecin, infirmière, inhalothérapeute, etc.), conformément aux recommandations du CMQ. Les patients stables ventilés sous CPAP pourraient être accompagnés uniquement de paramédics en soins primaires ou de paramédics en soins avancés. Il est recommandé que les enfants sous support ventilatoire (tout type de support) soient accompagnés d'une escorte médicale. La prise en charge par une escorte médicale est également suggérée pour les patients intubés à risque élevé de détérioration, dans un contexte de garde préventive avec contention chimique, en présence d'un risque de convulsion, d'un drain médiastinal ou d'un lavage vésical en continu, pour le transport d'une femme enceinte en travail actif ou lors de toute thérapie ou tous médicaments à administrer au besoin hors du champ de pratique des paramédics en soins primaires ou avancés.

En plus de l'évaluation clinique et de la stabilisation du patient, la planification d'un transport médical pour un patient sous assistance respiratoire doit comprendre l'estimation de la tolérance de ce dernier envers le type de ventilation envisagé, et ce, dans le but de minimiser les interventions pendant le transfert. Plusieurs autres éléments devraient également être considérés lors de la planification du transport tels que l'équipement initial pour un patient ventilé et requis en cas de détérioration ou de complication respiratoire de même que la durée du transport [37]. Il faut aussi considérer que les transports médicaux sont associés à des contraintes imposées par le nombre limité de personnel, l'espace et les moyens d'investigation restreints. Par ailleurs, des risques de complications techniques liés aux mouvements d'accélération et de décélération pouvant entraîner par exemple le déplacement ou l'obstruction du tube endotrachéal ou encore la défaillance du matériel sont également présents. Le système respiratoire et la qualité des échanges gazeux peuvent aussi être affectés par le mouvement, les vibrations et l'instabilité. Les conditions atmosphériques peuvent également entraîner une détérioration physiopathologique. Par exemple, une baisse de la pression barométrique entraîne une réduction de la PaO_2 dans les alvéoles et une augmentation du volume pulmonaire. L'altitude élevée est aussi associée à une baisse de la température. Ces éléments nécessitent des ajustements au matériel médical [30].

2.4 Contexte d'évaluation

Contexte macrologique

Au Québec, les transports interhospitaliers aériens sont sous la responsabilité du programme d'Évacuations aéromédicales du Québec (EVAQ). Celui-ci assume la gestion de la centrale de coordination responsable de traiter l'ensemble des demandes de transfert et assure le transport entre les établissements pour les personnes hospitalisées en région éloignée du Québec et du nord du Nouveau-Brunswick dont l'état de santé nécessite des soins spécialisés qui ne sont pas offerts dans leur région. Le territoire desservi par les services d'EVAQ couvre 1 667 926 km² et compte actuellement plus de 50 médecins escortes et régulateurs et 30 infirmières et infirmiers avec expertise en soins critiques et spécialisés en transport aéromédical. Le programme est financé par le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). La coordination des demandes ainsi que l'encadrement médical et clinique du programme (personnel médical et paramédical, équipement clinique, suivi de clientèle, centrale de coordination des demandes, régulation médicale) sont assurés par le CHU de Québec. La centrale reçoit les demandes de transfert des établissements de santé du réseau, détermine les priorités et supporte la planification du transfert. Le Service aérien gouvernemental (SAG), qui relève du ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTMD), assure quant à lui la gestion des opérations aériennes du programme (aéronefs, personnel navigant, contrôleurs de vol et répartition). De plus, un programme de transport médical hélicoptère public doit être implanté et intégré au programme d'EVAQ en 2027 ou 2028, le Québec étant la seule province canadienne ne disposant pas de ce service. Quatre premiers hélicoptères ont été construits au Centre hospitalier régional de Lanaudière à Joliette, à l'hôpital de Roberval, au Centre universitaire de santé McGill (CUSM) et à l'hôpital du Sacré-Cœur-de-Montréal. Un autre hélicoptère est planifié dans le cadre de travaux du nouveau complexe hospitalier (NCH) du CHU de Québec.

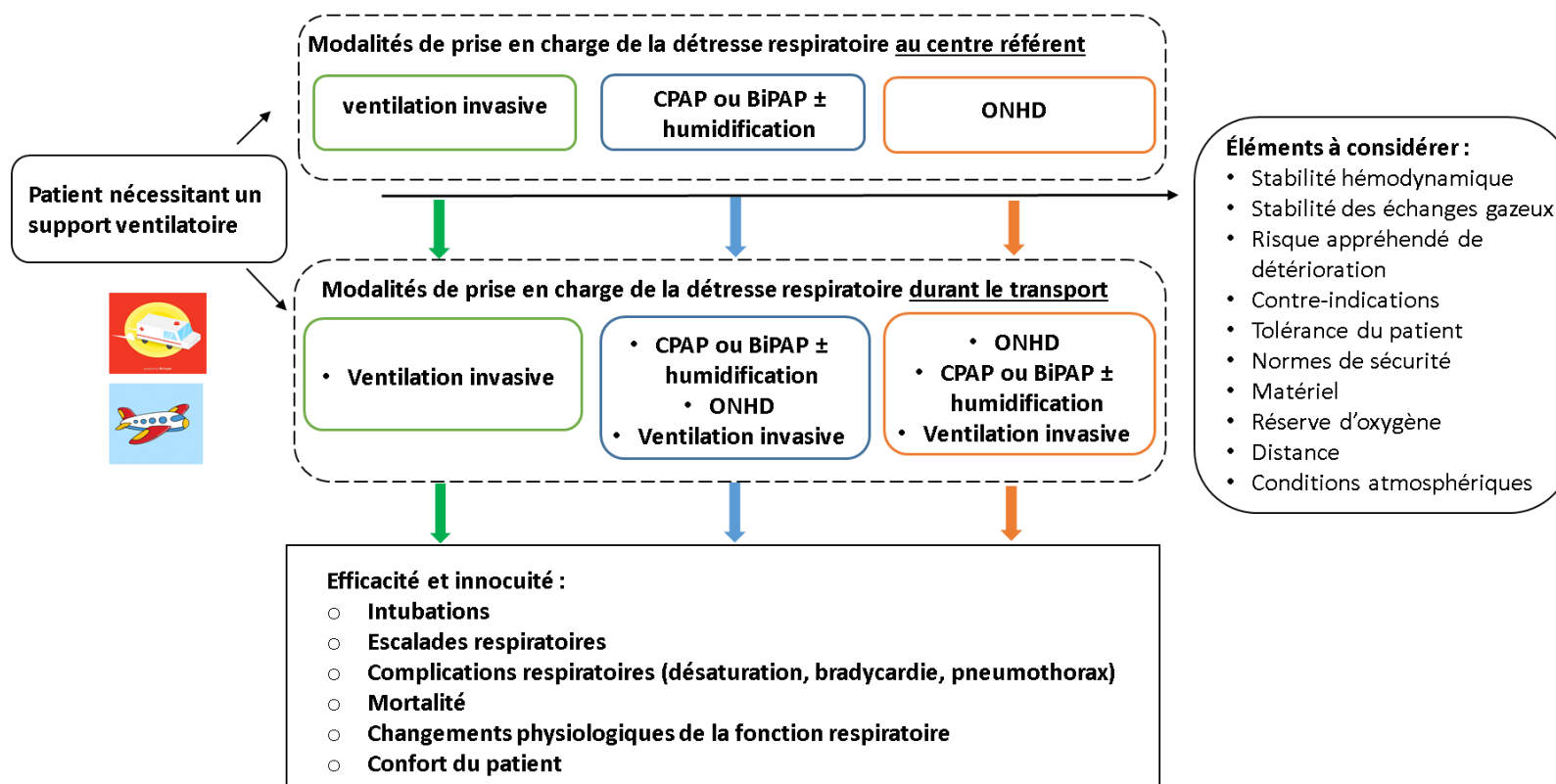
La coordination des transferts des patients adultes nécessitant des soins intensifs et si besoin les demandes d'avis médical sont assurées par le Centre d'optimisation d'occupation des lits en soins intégrés du Québec (COOLSIQc) piloté par le MSSS [39]. Cependant, l'implication du COOLSIQc dans les transferts aux soins intensifs n'est pas actuellement systématique puisque des trajectoires de prise en charge sont déjà définies pour le transfert de certaines clientèles, par exemple les patients des unités coronariennes, receveurs d'organes, polytraumatisés, grands brûlés, victimes d'amputation ou d'accidents vasculaires cérébraux. La centrale d'appels du COOLSIQc est basée au Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM). Le COOLSIQc ne prend pas en charge la gestion des transports. Une fois le centre receveur identifié par l'infirmière du COOLSIQc, les médecins des centres demandeur et receveur sont mis en contact. Si le transfert est accepté, l'implication du COOLSIQc est alors terminée. Le Centre de coordination en périnatalogie et pédiatrie du Québec (CCPPQ) assure quant à lui la gestion des lits de soins intensifs pour les clientèles néonatales et pédiatriques. Le CIUSSS de la Capitale-Nationale assure la coordination des services de transport par ambulance et les soins préhospitaliers d'urgence pour la région de la Capitale-Nationale par le biais de compagnies privées sous contrat avec le MSSS et selon les directives des services de santé dans la région. Dans la région de la Capitale-Nationale, Dessercom et la Coopérative des techniciens ambulanciers du Québec (CTAQ) réalisent la majorité des transports par ambulance.

Modalités de transferts des patients sous ventilation mécanique

Le modèle logique présenté à la figure 2 vise à illustrer les différentes modalités de ventilation durant le transport d'un patient en détresse respiratoire d'un centre référent à un centre receveur de même que les éléments à considérer afin d'en assurer la sécurité. La planification des transports médicaux des patients sous ventilation mécanique vise à mettre en place les conditions pour prévenir l'escalade dans l'assistance respiratoire, les épisodes de désaturation et d'hypercapnie tout en assurant le meilleur confort possible des patients. Actuellement, lors des transports médicaux terrestres de patients vers le CHU de Québec, la VNI est utilisée avec ajout d'humidité chaude seulement si le transport est effectué par l'équipe de transport néonatal du CHU de Québec. Pour la pédiatrie, l'humidité relative provenant de l'air ambiant par la turbine du respirateur est estimé suffisant. L'ONHD quant à elle est possible pour le transport médical terrestre des bébés prématurés et nourrissons, avec un dispositif homologué pour ce contexte. Pour la clientèle adulte, la ventilation invasive est généralement privilégiée. Pour les transports aériens, la VNI est occasionnellement utilisée pour une prise en charge de courte durée. Le transport par voie aérienne d'un patient sous VNI sans l'ajout d'un humidificateur est considéré comme une mission spéciale devant être préalablement approuvée par les responsables du programme d'EVAQ et nécessite la présence d'un inhalothérapeute à bord.

FIGURE 2. MODÈLE LOGIQUE

PRISE EN CHARGE DE LA DÉTRESSE RESPIRATOIRE LORS DES TRANSPORTS INTERÉTABLISSEMENTS TERRESTRES ET AÉRIENS



BiPAP : ventilation positive à deux niveaux de pression (*bilevel positive airway pressure*), CPAP : ventilation en pression positive continue (*continuous positive airway pressure*), ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit, VNI : ventilation non invasive

3. QUESTIONS DÉCISIONNELLE ET D'ÉVALUATION

3.1 Question décisionnelle³

Est-ce que les pratiques relatives à la ventilation non invasive durant les transports médicaux terrestres au CHU de Québec et durant les transports aériens réalisés dans le cadre du programme d'Évacuations aéromédicales du Québec devraient être modifiées ?

3.2 Questions d'évaluation

1. Quelles sont les recommandations de bonnes pratiques et les normes de sécurité applicables à la ventilation non invasive durant les transports médicaux aériens et terrestres ?
2. Quelle est l'efficacité de la ventilation non invasive durant les transports médicaux aériens et terrestres ?
3. Quelle est l'innocuité associée à la ventilation non invasive durant les transports médicaux aériens et terrestres ?
4. Quelles pratiques relatives à la ventilation non invasive sont implantées durant les transports médicaux ?
 - Lors de transferts terrestres : entre les installations du CHU de Québec et les autres établissements de santé du Québec
 - Lors des transferts terrestres dans les autres établissements de santé universitaires du Québec
 - Lors des transferts aériens du programme d'EVAQ et d'autres programmes canadiens ou à l'international
5. Quels seraient les impacts organisationnels pour le CHU de Québec et le programme d'EVAQ d'une modification des pratiques relatives à l'utilisation de la ventilation non invasive durant les transports médicaux aériens et terrestres ?

³ Les pratiques relatives à la ventilation non invasive incluent celles liées à l'utilisation de dispositifs pour l'humidification des voies respiratoires.

4. MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION

La démarche mise en œuvre dans le cadre de ce projet d'évaluation suit les différentes étapes décrites dans le guide méthodologique de l'UETMIS du CHU de Québec [40]. Un groupe de travail interdisciplinaire associant les principaux acteurs concernés par la question décisionnelle a été constitué (voir la liste en page iii). Les membres du groupe de travail ont participé à l'élaboration du plan d'évaluation⁴, à l'analyse des résultats, à la compréhension du contexte de l'établissement ainsi qu'à l'appréciation des constats et des recommandations. La méthodologie utilisée pour identifier et analyser les données probantes issues de la recherche documentaire, des entrevues avec des informateurs-clés et de l'enquête de pratiques est présentée ci-après.

4.1 Évaluation de l'efficacité, de l'innocuité et de la sécurité

4.1.1 Recherche documentaire

Le tableau 1 résume les critères de sélection, les limites ainsi que les indicateurs définis *a priori* et utilisés pour effectuer la recherche documentaire en lien avec les questions d'évaluation pour les volets efficacité et innocuité. Une recension des publications scientifiques a été effectuée à partir des banques de données bibliographiques Medline (*PubMed*), *Embase*, du *Centre for Reviews and Dissemination*, de la bibliothèque *Cochrane* et d'autres sources documentaires (littérature grise) afin d'identifier d'autres études originales, les études de synthèse avec ou sans méta-analyse, de même que les guides de pratique. Les sites Internet d'organismes en évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (ETMIS) ainsi que ceux d'associations professionnelles ont été consultés afin de rechercher des documents pertinents. La liste des organismes et des bases de données considérés est présentée à l'annexe 1. Les stratégies de recherche utilisées sont présentées à l'annexe 2. Les bibliographies des articles pertinents ont aussi été examinées pour relever d'autres références d'intérêt. Une recherche complémentaire a été réalisée en utilisant le moteur de recherche *Google Scholar*. La recherche de protocoles d'études de synthèse en cours de réalisation a été effectuée dans la bibliothèque *Cochrane* et dans la base de données PROSPERO du *Centre for Reviews and Dissemination* (*The University of York, National Institute for Health Research*; www.crd.york.ac.uk/prospero/). Les sites www.clinicaltrials.gov des U.S. *National Institutes of Health* et *Current Controlled Trials Ltd. de Springer Science+Business Media* (*BioMed Central*, www.controlled-trials.com) ont été consultés pour retracer des ECR en cours. Les résultats de cette recherche sont présentés à l'annexe 3.

Les bases de données gouvernementales sur les effets indésirables associés aux matériels médicaux de Santé Canada (Canada Vigilance) et MAUDE (*Manufacturer and User Facility Device Experience*) de la *Food and Drug Administration* (FDA) américaine ont été interrogées pour compléter l'évaluation de l'innocuité et la sécurité de la VNI durant les transports interétablissements. La recherche a été réalisée avec le nom du ventilateur de transport utilisé lors des transferts interétablissements vers le CHU de Québec et par le programme d'EVAQ, soit le Hamilton T^{MC}. Les événements rapportés du 1^{er} janvier 2010 jusqu'au 16 juin 2025 ont été considérés.

4.1.2 Sélection des publications

La sélection des études a été effectuée de manière indépendante par deux évaluateurs (B.L. et R.D.) selon les critères d'inclusion et d'exclusion et les limites spécifiées au tableau 2. En cas de désaccord, l'avis d'une troisième évaluatrice (M.C.L.) était sollicité afin de parvenir à un consensus.

⁴ Le plan d'évaluation est disponible sur le site du CHU de Québec (<https://www.chudequebec.ca/professionnels-de-la-sante/recherche-et-evaluation/evaluation-des-technologies-et-des-modes-d-interve/rapports-de-l-unite-d-evaluation-des-technologies.aspx>).

TABEAU 2. CRITÈRES DE SÉLECTION ET LIMITES DE LA RECHERCHE DOCUMENTAIRE

Critères d'inclusion	
Population	Patients (nouveau-nés, nourrissons, enfants, adolescents, adultes, personnes âgées) transportés par voie aérienne ou terrestre nécessitant un support ventilatoire
Intervention	VNI avec ou sans humidification (CPAP, BiPAP, ONHD) durant un transport interétablissements
Comparateur	Ventilation invasive, autres modalités de VNI, pas de comparateur
Résultats	Recommandations de pratiques cliniques (selon le type de transport, aérien ou terrestre) <ul style="list-style-type: none"> Modalités de VNI à privilégier (CPAP, BiPAP, ONHD) selon la situation clinique Niveaux d'oxygénation ciblés selon les clientèles (adulte, pédiatrique, néonatale) et la situation clinique Humidification des voies respiratoires (niveau d'oxygénation, clientèle) Contre-indications à la VNI
	Efficacité Indicateurs primaires <ul style="list-style-type: none"> Escalade de l'assistance respiratoire (intubation non planifiée ou autre indicateur selon la définition des auteurs, p. ex. : augmentation du débit ≥ 2 L/min ou de la $FiO_2 \geq 20\%$) jusqu'à 24 heures suivant l'admission Transport réussi : ventilation tolérée et sans escalade de l'assistance respiratoire (selon la définition des auteurs) Mortalité de toutes causes jusqu'à 24 heures suivant l'admission
	Indicateurs secondaires <ul style="list-style-type: none"> Épisode de désaturation (SpO_2 ou SaO_2 inférieures à 90 % ou selon la définition des auteurs) Changement de la valeur d'un ou des indicateurs d'échanges gazeux (CO_2 transcutané, FiO_2, SpO_2, ratio SpO_2 / FiO_2, pH sanguin) (mesure intra-individuelle ou de groupe) Changement du débit respiratoire et de la fréquence cardiaque évalué avant et après transport (mesure intra-individuelle ou de groupe) Autres interventions requises pour une assistance respiratoire (p. ex. : manœuvres de dégagement des voies respiratoires, ventilation au ballon masque, aspiration des sécrétions) Confort (irritation cutanée, sécheresse nasale ou des voies respiratoires supérieures)
	Innocuité Complications respiratoires (atélectasie, hypoxie, hypercapnie, aspiration, pneumothorax, embolie pulmonaire, apnée) Complications cardiaques Hypotension Distension abdominale Nausées, vomissements Blessures thermiques (humidification)
	Normes de sécurité Compatibilité des appareils avec le mode de transport Inflammabilité Taux d'humidité relative de l'air ambiant minimal Réserve d'oxygène requise et durée du transport
Dysfonctionnements (p. ex. : occlusion de tubes, bris)	
Types de documents recherchés	<ul style="list-style-type: none"> Rapports d'ETMIS, revues systématiques avec ou sans méta-analyse, guides de pratique ECR Études observationnelles Séries de cas Études de cas Avis ou consensus d'experts
Limites	Critères d'exclusion
<ul style="list-style-type: none"> Langue : français et anglais Période : à partir de 2010 jusqu'au 14 août 2025 	<ul style="list-style-type: none"> VNI dans un autre contexte que lors d'un transport (p. ex. : contexte périopératoire, USI) Qualité méthodologique insuffisante

BiPAP : ventilation positive à deux niveaux de pression, CO_2 : dioxyde de carbone, CPAP : ventilation en pression positive continue, ECR : essai clinique randomisé, FiO_2 : fraction inspirée en oxygène, ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit, SaO_2 : saturation en oxygène, SpO_2 : saturation pulsée en oxygène, USI : unité de soins intensifs, VNI : ventilation non invasive

4.1.3 Évaluation de la qualité des publications et extraction des données

La qualité des publications a été évaluée de manière indépendante par deux évaluateurs (B.L. et R.D.). L'évaluation de la qualité méthodologique des revues systématiques ainsi que des guides de pratique clinique a été réalisée à l'aide des grilles

AMSTAR-2 [41] et AGREE II [42], respectivement. Les séries de cas ont été évaluées à partir d'une grille pour ce type de devis développée par l'*Institute of Health Economics* (IHE) [43]. L'avis d'une troisième évaluatrice (M.C.L.) a été sollicité lors de désaccords sur l'appréciation de la qualité afin de parvenir à un consensus. Les études dont la qualité méthodologique était insuffisante ont été exclues. L'extraction des données a été effectuée par deux évaluatrices indépendantes (B.L. et R.D.) à l'aide d'une grille spécifique à ce projet. La liste des publications exclues ainsi que les raisons d'exclusion sont présentées à l'annexe 4.

4.2 Enquête auprès des établissements de santé universitaires du Québec

Des entrevues semi-dirigées ont été réalisées avec du personnel du programme d'EVAQ ou impliqué dans les transports médicaux terrestres au CHU de Québec (inhalothérapeutes, médecins, infirmières). Des informateurs clés d'autres établissements de santé universitaires du Québec (Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM), Centre universitaire de santé McGill (CUSM), Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Estrie – Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke (CIUSSS de l'Estrie-CHUS), Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec (IUCPQ), Hôpital de Montréal pour enfants (HME), Centre hospitalier universitaire (CHU) Ste-Justine ont également été contactés (voir liste à la page iv). L'objectif principal de ces entrevues était de décrire la planification et le déroulement des transports médicaux interétablissements des clientèles nécessitant un support ventilatoire. Le canevas d'entrevue utilisé à cet effet est présenté à l'annexe 5. Les éléments associés à la ventilation mécanique durant les transports interétablissements suivants ont été documentés :

- Aspects logistiques et organisationnels (organisation du transport, équipe de transport)
- Choix du type de ventilation (ventilation invasive ou non invasive, protocole ou critères pour cibler les clientèles)
- Enjeux organisationnels, techniques, légaux, éthiques ou autres
- Enjeux liés au type de transports (aérien ou terrestre)
- Impacts des modalités de ventilation sur la surveillance clinique durant le transport

Les entrevues d'une durée de 30 à 60 minutes se sont déroulées entre le 23 octobre 2024 et le 26 février 2025. Elles ont été enregistrées et une synthèse qualitative des différents éléments discutés lors de ces entretiens a été réalisée par une évaluatrice (B.L. ou R.D.) et révisée par une deuxième (R.D. ou B. L.).

4.3 Enquête sur les pratiques des programmes de transports aériens

Une enquête sur les pratiques cliniques relatives à la ventilation assistée durant les transports aériens a été réalisée à l'aide d'un sondage auprès de responsables de différents programmes de transports médicaux aériens. Les responsables des programmes de transports aériens des provinces canadiennes suivants ont été sollicités :

- Évacuations aéromédicales du Québec (EVAQ), Québec
- *Acute Neonatal Transfer Service* (AANTS), Royaume-Uni
- *British Columbia Emergency Health Services* (BCEHS), Colombie-Britannique
- *Shock Trauma Air Rescue Service* (STARS), Alberta, Manitoba, Saskatchewan
- Ornge, Ontario
- *Emergency Health Services (EHS) Lifeflight*, Nouvelle-Écosse
- Medavie, Nouveau Brunswick

Des responsables des programmes spécialisés hors Canada suivants ont aussi été sollicités :

- *Adult Retrieval Victoria*, Australie
- *Children's Acute Transport Service* (CATS), Royaume-Uni
- *Neonatal and Pediatric Transport Service-New South Wales* (NETS-NSW), Australie
- New South Wales (NSW) Ambulance, Australie
- *National Neonatal Transport Program* (NNTP), Irlande

Un questionnaire autorapporté, présenté à l'annexe 6, a été acheminé par courriel et rempli par la personne contactée qui pouvait aussi consulter des collègues de son établissement. Les thèmes abordés étaient :

- Les modalités de ventilation privilégiées selon le type de clientèle transportée
- Les critères de sélection et les conditions d'utilisation de la ventilation invasive et non invasive
- L'humidification des voies respiratoires
- Les aspects logistiques et les enjeux liés au transport

Les questionnaires complétés ont été retournés entre le 12 mai et le 3 juin 2025. L'extraction et l'analyse des données recueillies ont été réalisées par une évaluatrice (B.L.) et révisées par une deuxième (R.D.).

4.4 Autres sources d'information

Différentes sources d'information ont été consultées afin de recueillir des données contextuelles au CHU de Québec et relatives aux transports réalisés dans le cadre du programme d'EVAQ et d'estimer les impacts organisationnels potentiels associés à une modification des pratiques actuelles. Une recherche a été effectuée par du personnel de la Direction de la performance, de la valorisation des données et de la transformation numérique (DPVDTN) dans la base de données Maintenance et exploitation des données pour l'étude de la clientèle hospitalière (Med-Echo) et des données du programme d'EVAQ afin d'identifier les modalités de ventilation en place pour les clientèles nécessitant un support respiratoire lors des transports interétablissements terrestres vers le CHU de Québec et aériens. Les cas d'intubation dans une urgence du CHU de Québec ou durant les 24 premières d'hospitalisation à la suite d'un transport terrestre ou aérien durant l'année financière 2023-2024 ont été identifiés pour les clientèles en néonatalogie, pédiatrie et adultes. Le nombre de transports aériens effectués par les services d'EVAQ au cours des années financières 2021-2022, 2022-2023 et 2023-2024 a été extrait du dernier rapport d'activités disponible. Les incidents ou accidents déclarés au Système d'information sur la sécurité des soins et des services (SISSS) du CHU de Québec et liés à un transport interhospitalier au cours des deux dernières années financières (2023-2024 et 2024-2025) ont été recherchés par le Module qualité, partenariats et expérience patient de la Direction de la qualité, de l'évaluation et de l'éthique (DQEE). Afin d'approfondir certains éléments associés à la ventilation mécanique durant les transports par ambulance, des consultations ont été menées auprès de responsables des Services préhospitaliers d'urgence du Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux (CIUSSS) de la Capitale-Nationale et d'un ambulancier conseiller clinique au CIUSSS de la Capitale-Nationale. Un pneumologue-intensiviste de l'IUCPQ a aussi été consulté au sujet de l'humidification de voies respiratoires.

4.5 Analyse des données

Les données issues de la littérature ont été analysées séparément puis combinées aux autres sources d'information (entrevues, enquête, données contextuelles, consultations) afin de répondre aux questions d'évaluation et d'en dégager les principaux constats. Lorsque les mesures de tendance centrale (moyenne ou médiane) et de dispersion (écart type ou étendue) n'étaient pas rapportées, elles ont été calculées à partir des données individuelles disponibles dans les études originales. L'âge gestationnel a été exprimé en semaines, le poids en kilogrammes (kg), la durée des transports en minutes et la distance parcourue pendant des transports aériens en kilomètres (km). L'analyse a été réalisée séparément pour les transports terrestres et aériens, lorsque possible, et selon le type de clientèle (nouveau-nés, enfants, adultes). L'ensemble des données probantes ont été triangulées afin d'en dégager les différents constats généraux. Ces constats ont été discutés et validés avec les membres du groupe de travail interdisciplinaire et ont servi de base de réflexion pour le développement des recommandations. Les recommandations ont été élaborées de façon indépendante par l'équipe de l'UETMIS, puis discutées avec les membres du groupe de travail interdisciplinaire.

4.6 Révision

Le rapport a été révisé par les membres du groupe de travail interdisciplinaire. Les membres du Conseil scientifique de l'UETMIS l'ont également révisé et adopté lors de leur réunion du 4 novembre 2025.

4.7 Modifications au plan d'évaluation

Les modifications suivantes ont été apportées au plan d'évaluation présenté au groupe de travail le 19 juin 2024 :

- La formulation de la seconde question d'évaluation sur les recommandations de bonnes pratiques a été modifiée pour y combiner les normes applicables à la ventilation mécanique durant les transports interétablissements.

- Les indicateurs secondaires d'efficacité suivants ont été ajoutés : le changement (mesure intra-individuelle ou de groupe avant et après transport) des indicateurs d'échanges gazeux (CO₂ transcutané, FiO₂, SpO₂, ratio SpO₂ / FiO₂, pH sanguin) et du débit respiratoire et de la fréquence cardiaque.
- Les indicateurs de dépression respiratoire (apnée et hypoventilation) ont été déplacés avec les autres indicateurs d'innocuité.
- Les indicateurs d'innocuité suivants ont été ajoutés : embolie pulmonaire, complications cardiaques.
- Une consultation auprès d'un pneumologue-intensiviste et de responsables des services préhospitaliers d'urgence de la Capitale-Nationale a été effectuée pour approfondir certains éléments associés à la ventilation mécanique durant les transports interétablissements.

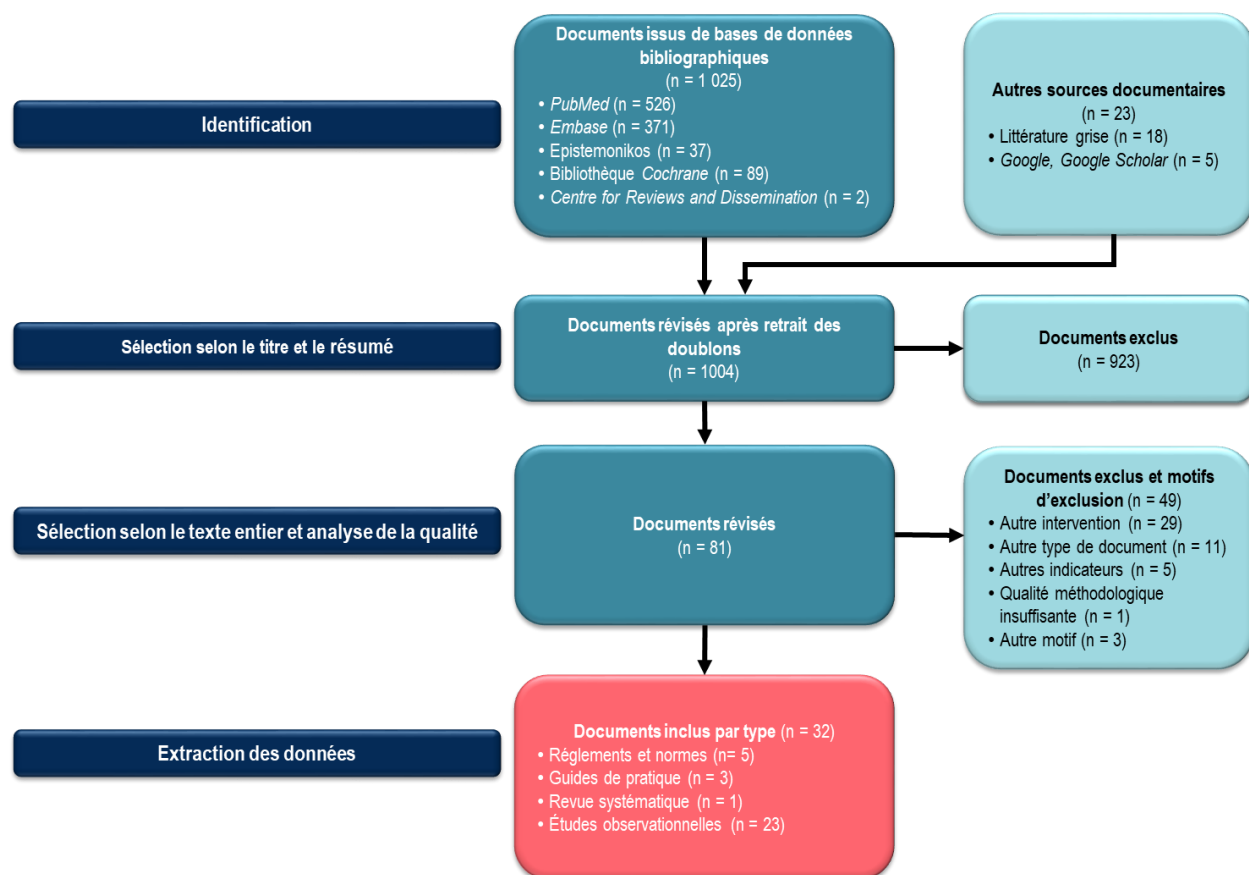
Selon l'évaluation effectuée par l'équipe de l'UETMIS, ces modifications au plan d'évaluation n'ont pas introduit de biais dans l'interprétation des résultats, l'élaboration des constats et le développement des recommandations.

5. RÉSULTATS

5.1 Résultats de la recherche documentaire

La figure 3 présente le processus de sélection des documents. La recherche documentaire a permis d'identifier 1004 documents différents parmi lesquels 5 règlements ou normes applicables à la ventilation mécanique durant les transports interétablissements [44-48], 3 consensus d'experts [37, 49, 50], une revue systématique [51] et 23 études originales [52-74], soit 8 en néonatalogie [52-59], 10 en pédiatrie [60-68, 74] et 5 [69-73] menées auprès de populations adultes, ont été retenus après évaluation de l'admissibilité et de la qualité. Les études exclues et les raisons d'exclusion sont présentées à l'annexe 4.

FIGURE 3. PROCESSUS DE SÉLECTION DES DOCUMENTS



Date de la dernière recherche documentaire : 14 août 2025

5.1.1 Règlements et normes de sécurité applicables à la ventilation mécanique durant les transports interétablissements

Divers règlements et normes encadrent l'utilisation des dispositifs de ventilation mécanique durant les transports médicaux interétablissements.

Règlement de l'aviation canadien (RAC) DORS/96-433

Le Règlement de l'aviation canadien (RAC DORS/96-433) est un règlement fédéral qui encadre l'ensemble des activités liées à l'aviation civile au Canada [44]. Il est établi en vertu de la Loi sur l'aéronautique et administré par Transports Canada [75]. Certaines parties de la norme 723 de ce Règlement s'appliquent aux opérations d'ambulance aérienne. Lorsqu'un aéronef est opéré comme ambulance aérienne, les appareils médicaux à bord doivent être conformes aux exigences opérationnelles et assurer la sécurité des passagers et de l'équipage. Ainsi :

723.22(1)(b) – *L'équipement médical transporté à bord doit être solidement fixé de manière à ne pas se déplacer pendant le vol, y compris en cas de turbulence ou d'atterrissage d'urgence. Tous les dispositifs de fixation doivent être approuvés pour l'utilisation en vol selon les normes de navigabilité applicables.*

723.22(1)(c) – *L'équipement médical requis pour les soins aux patients doit être facilement accessible au personnel médical pendant toutes les phases du vol, sans compromettre la sécurité de l'aéronef ou des occupants.*

Une compagnie qui développe des arrimages (fixation ou ancrage) d'équipements utilisés en transport aérien doit donc se conformer à ce règlement pour sécuriser les appareils médicaux lors des transports d'urgence.

Homologation de Santé Canada et Règlement sur les instruments médicaux DORS/98-282

L'homologation des équipements par Santé Canada est régie par le Règlement sur les instruments médicaux DORS/98-282, établie en vertu de la Loi sur les aliments et drogues du Canada [76], ce qui lui confère un caractère obligatoire. Il s'applique notamment à la vente et la publicité, l'importation et la distribution des instruments médicaux. Il stipule que le fabricant doit veiller à ce que l'instrument médical satisfasse aux exigences en matière de sûreté et d'efficacité. Il impose des obligations au fabricant, notamment d'identifier les risques inhérents, de les éliminer ou les atténuer dans la mesure du possible et de mettre en place des mesures de protection telles qu'une fonction d'alarme. Le règlement comporte également une classification des instruments selon leur niveau de risque, répartie en quatre classes, la classe I représentant le risque le plus faible et la classe IV le risque le plus élevé. Les principaux critères de cette classification sont : 1) le degré d'invasivité (un instrument qui pénètre le corps est généralement classé plus haut qu'un instrument non invasif), 2) la durée du contact, 3) la partie du corps concernée (un contact avec la peau intacte est ainsi associé à un risque faible alors qu'un contact avec des muqueuses ou le système circulatoire sera associé à un risque plus élevé), et 4) le niveau de dépendance à l'instrument (classe plus élevée si un mauvais fonctionnement peut entraîner des conséquences graves). Une homologation de Santé Canada est requise pour les instruments de classe de risque II, III et IV. Pour un équipement de classe I, bien qu'il ne requiert pas d'homologation, une licence d'établissement pour les instruments médicaux (LEIM) est tout de même obligatoire pour les fabricants, les importateurs ou les distributeurs pour vendre ou importer l'équipement.

Les exigences relatives à l'homologation d'un instrument médical varient en fonction de sa classe et plus le risque associé est élevé (p. ex. classe IV), plus les exigences sont strictes. Ainsi, les respirateurs servant à administrer la ventilation mécanique sont classés par Santé Canada comme des instruments médicaux de classe III (risque élevé). Ils présentent un haut degré d'invasivité puisqu'ils peuvent être connectés directement aux voies respiratoires internes lors d'une intubation endotrachéale. Ils assurent le soutien ou remplacent la respiration, une fonction vitale, et toute défaillance pourrait entraîner des conséquences graves, voire mortelles. Les ECH sont des dispositifs de classe I (faible risque) et ne nécessitent pas une homologation de Santé Canada. Les CHC sont classés de niveau de risque II (modéré) : ils sont considérés comme des accessoires au système de ventilation, ce qui réduit leur niveau de risque comparé au ventilateur lui-même. Néanmoins, bien qu'ils n'interviennent pas directement dans la fonction respiratoire, un mauvais fonctionnement (p. ex. : surchauffe, condensation excessive) ou la contamination d'un tel dispositif peuvent avoir des effets indésirables pour les patients.

Ce règlement exige également que le fabricant assure une surveillance post-commercialisation. Plus spécifiquement, les fabricants de dispositifs médicaux de classe II, III et IV doivent être certifiés ISO 13485 par un organisme de certification reconnu, signifiant qu'ils disposent d'un système de gestion de la qualité permettant de documenter les processus de conception, fabrication, distribution et maintenance de leurs produits. Cette certification suppose une documentation permettant d'assurer la traçabilité des dispositifs, essentielle en cas de rappel ou d'incident. À défaut d'avoir une certification à la norme CSA 60601-1-12, lorsque le manuel d'utilisation d'un dispositif indique, dans la section « utilisation attendue », que celui-ci peut être employé en milieu de services médicaux d'urgence (EMS), cela est interprété comme une démonstration de l'innocuité et de l'efficacité du produit dans ce contexte, au moment de l'évaluation réglementaire.

Norme CSA 60601-1-12

La norme canadienne CSA 60601-1-12 établit les exigences générales de sécurité de base et de performance requises pour les appareils et les systèmes électromédicaux destinés à être utilisés dans un environnement de services médicaux d'urgence, incluant les transports interétablissements, qu'ils soient terrestres ou aériens [46]. Cette norme, dite collatérale, vient compléter la norme générale CSA 60601-1, en définissant les exigences fondamentales de sécurité pour les équipements médicaux électriques et en intégrant des éléments spécifiques liés à une utilisation en transport d'urgence ou dans des situations extrêmes. Il s'agit d'une norme volontaire, ce qui signifie qu'elle n'est pas légalement contraignante. Sa conformité n'est pas obligatoire pour obtenir une homologation de Santé Canada. Pour qu'une norme soit obligatoire et qu'elle devienne juridiquement obligatoire, elle doit être mentionnée dans une réglementation nationale ou internationale. La norme CSA 60601-1-12 n'est pas mentionnée dans le *Règlement sur les instruments médicaux* DORS/98-282 [76] ni dans le *Règlement de l'aviation canadien* DORS/96-433 de Transports Canada [44]. Les dispositifs médicaux électriques qui répondent à cette norme sont supposés sécuritaires dans des conditions ambiantes différentes des conditions intérieures. Ils doivent ainsi résister aux extrêmes de température, d'humidité, aux chocs ou aux vibrations, aux variations de pression, par exemple en altitude, fonctionner avec une alimentation instable ou limitée, être conçus et adaptés au transport fréquent, assurer une protection contre les risques électriques ou mécaniques et être fiables et précis dans les situations d'urgence. Le ventilateur utilisé pour les transports interétablissements au CHU de Québec et dans le cadre du programme d'EVAQ répond à cette norme.

Norme SAE J3043

La norme SAE J3043 est une pratique recommandée par la *Society of Automotive Engineers* (SAE) qui établit les procédures d'essai pour évaluer l'intégrité des dispositifs ou systèmes de fixation d'équipement dans les ambulances [47]. Elle vise à garantir que les équipements médicaux installés à bord d'une ambulance restent solidement arrimés en cas de collision frontale ou latérale, décélération brutale ou de vibrations pendant le transport. Elle est exigée pour l'arrimage sécuritaire des équipements dans les ambulances terrestres au Québec, selon les directives émises par Urgences-santé.

Norme BNQ 1013-110

Cette norme technique élaborée par le Bureau de normalisation du Québec (BNQ) définit les exigences relatives aux caractéristiques des ambulances pour le transport d'occupants en tenant compte de leur confort et de leur sécurité [48]. Elle spécifie que les ancrages, attaches, systèmes de fixation ou de retenue utilisés pour fixer les objets à bord de l'ambulance doivent être conçus de façon à demeurer à leur point d'attache lorsqu'une force correspondant à 10 fois leur poids, auquel s'ajoute une marge de 10 %, est appliquée. Cette norme n'est pas directement intégrée à la *Loi sur les services préhospitaliers d'urgence*, mais elle peut être exigée dans des appels d'offres ou des protocoles de certification pour garantir la qualité et la sécurité des véhicules ambulanciers utilisés dans le réseau de la santé.

5.1.2 Consensus d'experts

Intensive Care Society (2021)

Ce regroupement d'experts du Royaume-Uni a produit un guide pour fournir des conseils fondés sur des données probantes et promouvoir des normes de soins lors du transfert de patients adultes gravement malades [37]. Une revue systématique de la littérature parue à partir de 2009 a été réalisée. La méthode utilisée pour formuler les recommandations est toutefois peu décrite, si ce n'est qu'en raison de la faible qualité des données publiées disponibles concernant les transferts, les recommandations reposent largement sur des avis d'experts et des conseils de représentants de patients. Le document comporte des directives générales sur la décision de transférer un patient, la structure organisationnelle, la planification des transferts et les exigences en termes de compétences des équipes de transport. Les patients doivent être réanimés et stabilisés de manière appropriée avant le transfert afin de réduire les risques de troubles physiologiques liés au mouvement et de détérioration pendant le transfert. Une recommandation stipule que tous les équipements de surveillance doivent être adaptés à l'environnement de transfert et installés sur le chariot de transfert conformément aux normes de sécurité nationales en vigueur. L'affichage des moniteurs portables doit être clair et les alarmes visibles et audibles en tenant compte

du niveau de bruit ambiant. Il doit aussi être spécifié par le fabricant que l'équipement est adapté à une utilisation dans l'environnement de transport dans lequel il est utilisé (terrestre ou aérien). Par exemple, un équipement peut convenir à une utilisation par voie terrestre, mais ne pas avoir la certification d'équipement médical aéronautique. La certification pour une utilisation en vol est spécifique à chaque pièce d'équipement individuelle, associée à un type d'aéronef particulier et doit être obtenue auprès d'un fournisseur agréé avant le vol. En ce qui concerne la prise en charge des patients, ceux gravement malades doivent normalement être accompagnés par un ou deux membres du personnel soignant dûment formés et expérimentés lors de leur transfert. Les compétences requises dépendent de la nature de la maladie sous-jacente, des comorbidités et du risque de détérioration du patient pendant le transfert. Ainsi, pour les patients à faible risque, il peut être requis d'obtenir les services d'une infirmière (ou d'un autre professionnel agréé) alors que ceux à risque élevé de détérioration nécessitent généralement la présence d'un clinicien supplémentaire possédant des compétences en réanimation et en soins intensifs, notamment en techniques avancées de ventilation. Le choix du mode de ventilation mécanique, si requis, n'est pas abordé directement dans ce guide. Cependant, il est mentionné que les voies aériennes doivent être évaluées et, si nécessaire, sécurisées et protégées. Les patients intubés doivent généralement être sous sédation, avec l'administration de myorelaxants et ventilés mécaniquement. Le niveau d'oxygène inspiré doit être guidé par la SaO_2 et la ventilation par la concentration en CO_2 en fin d'expiration toutes deux mesurées à l'aide d'un capnographe. Après stabilisation sur le ventilateur de transport, une analyse des gaz du sang artériel doit être réalisée avant le départ afin de garantir des échanges gazeux adéquats. Ces mesures de la fonction respiratoire font partie des standards minimaux de surveillance durant le transport de patients sous VNI ou intubés. Les gaz administrés aux patients devraient être humidifiés à l'aide d'un ECH jetable. La concentration, le débit et l'apport d'oxygène inspirés doivent être suivis chez tous les patients recevant de l'oxygène. Chez ceux sous ventilation mécanique invasive ou non invasive, les réglages du respirateur et la pression des voies aériennes doivent également être surveillés.

American Heart Association (2024)

L'*American Heart Association* (AHA) a publié en 2024 un énoncé de position sur la prise en charge des patients ayant subi un arrêt cardiaque nécessitant un transfert interétablissements [49]. À la suite d'une recherche exploratoire, un sous-groupe de trois coauteurs a rédigé une synthèse des données probantes portant sur différents thèmes incluant les niveaux de soins requis, la stabilisation du patient avant le transport et la gestion de la ventilation. Le document a été rédigé et révisé de manière itérative puis revu par des pairs. Les auteurs stipulent que bien que le transfert vers un centre de soins régional soit recommandé, le transport des patients après une réanimation cardiaque n'est pas sans risque. Ces risques peuvent néanmoins être atténués par une bonne coordination avant le transport et une sélection appropriée des patients, incluant une évaluation du risque de détérioration. Les signes vitaux instables doivent être optimisés avant le transport, la stabilisation et la prise en charge du patient en amont étant guidées par une évaluation diagnostique ciblée afin d'identifier la pathogénèse et les séquelles de l'arrêt cardiaque nécessitant un traitement d'urgence. En ce qui concerne plus spécifiquement la gestion des voies respiratoires, les auteurs précisent que les données probantes disponibles pour optimiser la prise en charge de la ventilation pendant un transport interétablissements après un arrêt cardiaque sont limitées. Un dispositif respiratoire avancé devrait être mis en place avant le transport afin de sécuriser les voies aériennes en cas de décompensation et de permettre à l'équipe de transport de consacrer des ressources à d'autres tâches. L'installation du dispositif devrait être effectuée par le clinicien le mieux formé et à l'aise en matière de gestion des voies aériennes. Il est raisonnable que les cliniciens effectuant le transfert aient un entretien direct avec un médecin du centre receveur avant toute tentative de gestion des voies aériennes afin de déterminer l'expert le plus approprié pour la mise en place du dispositif. Si un support ventilatoire n'est pas déjà installé, l'intubation endotrachéale par un expert habilité à le faire ou l'intubation supraglottique par masque laryngé sont considérées appropriées pour les patients nécessitant un transport interétablissements. Cependant, une intubation endotrachéale est préférable si l'expertise nécessaire est disponible pour réaliser la procédure. Les cliniciens qui réalisent un transfert interhospitaliers après un arrêt cardiaque doivent posséder des compétences suffisantes pour mettre en place une voie respiratoire de secours en cas de déplacement ou de défaillance d'une voie respiratoire préexistante. Dans ces situations, il est essentiel de disposer de protocoles, de compétences psychomotrices et de l'autorisation de réintuber les patients, de poser un dispositif supraglottique ou de procéder à une trachéotomie.

Association of Anaesthetists et Neuro Anaesthesia and Critical Care Society (2019)

Des membres de l'*Association of Anaesthetists* et de la *Neuro Anaesthesia and Critical Care Society* (AA-NACCS) du Royaume-Uni ont émis 11 recommandations pour la prise en charge des patients transférés en urgence en raison de lésions

cérébrales causées par un traumatisme ou un accident vasculaire cérébral (AVC) [50]. Ces recommandations développées par consensus visent à garantir la sécurité du transfert de patients atteints d'une lésion cérébrale. Il est ainsi recommandé que des directives locales soient élaborées entre les hôpitaux référents, les centres de neurosciences et les services ambulanciers en cohérence avec les directives nationales. Le transfert de responsabilité des soins du patient doit être convenu entre ces parties. Bien que le transfert soit souvent urgent, la réanimation et la stabilisation du patient doivent être réalisées afin d'éviter de transférer un patient hypotendu ou hypoxique. De plus, il est recommandé que les patients présentant un score de Glasgow (indicateur de l'état de conscience) inférieur ou égal à 8, une détérioration significative de leur niveau de conscience (p. ex. : une baisse de deux points ou plus du score de Glasgow ou une baisse d'un point ou plus du score moteur), soient intubés avant le transport. La perte des réflexes laryngés protecteurs, l'incapacité à atteindre une PaO_2 supérieure ou égale à 98 mmHg, l'hypercapnie ($\text{PaCO}_2 > 45$ mmHg), l'hyperventilation spontanée ($\text{PaCO}_2 < 30$ mmHg), une fracture bilatérale de la mandibule, des saignements abondants dans la bouche ou des convulsions constituent également des indications de procéder à une intubation endotrachéale. Durant le transport d'un patient intubé, la ventilation devrait permettre d'atteindre une PaO_2 supérieure ou égale à 98 mmHg et une PaCO_2 inférieure ou égale à 34-38 mmHg. L'administration d'oxygène doit être guidée par une évaluation des gaz sanguins avant le départ, et le CO_2 expiratoire devrait être surveillé en continu durant le transport.

Les experts de l'AA-NACCS se sont également prononcés sur différents aspects organisationnels des transports interétablissements. Bien qu'il soit de la responsabilité de l'hôpital référent d'assurer le transfert en toute sécurité du patient et de décider si une intubation endotrachéale et une ventilation sont nécessaires, la planification du transfert doit être partagée entre l'hôpital référent et l'unité d'accueil. Ainsi, la décision de transférer le patient doit être prise par l'équipe médicale senior de l'hôpital référent, en concertation avec l'équipe du centre receveur. Un accompagnement médical durant le transport est requis pour un patient gravement malade présentant une lésion cérébrale aiguë par un clinicien possédant la formation, les aptitudes, les compétences et l'expérience nécessaires. Ce dernier doit être capable d'initier, d'administrer et de modifier de manière autonome les mesures pharmacologiques, physiologiques et la ventilation pulmonaire afin de minimiser les lésions cérébrales secondaires. De plus, il doit pouvoir réaliser une intubation pendant le transfert, si la situation l'exige. Si un résident ou un stagiaire accompagne le patient il doit pouvoir consulter, par téléphone portable ou l'équivalent, un médecin expérimenté. Le choix du clinicien accompagnateur dépend, dans une certaine mesure, de la condition clinique du patient et de facteurs locaux, mais ces derniers ne sont pas précisés dans le document. Durant le transport, des normes minimales de surveillance doivent être appliquées et la surveillance doit être continue tout au long du transfert. Tous les écrans, y compris les écrans des respirateurs, doivent être visibles par le personnel médical.

Des informations additionnelles sont également apportées par les auteurs pour les transferts de patients pédiatriques, qui sont majoritairement assumés au Royaume-Uni par des équipes spécialisées. Les mêmes principes de pratique, de compréhension de la physiologie et de prise en charge restent valables pour cette population. L'équipe chargée du transfert d'un enfant devrait idéalement comprendre un anesthésiste avec expérience préalable en matière de transfert de patients pédiatriques atteints de lésions cérébrales. Si cela n'est pas possible, une discussion avec l'équipe pédiatrique locale permettra de déterminer la meilleure composition de l'équipe de transfert, en envisageant l'accompagnement d'une infirmière pédiatrique. Les critères d'intubation des enfants demeurent similaires à ceux émis pour les adultes, mais les auteurs précisent que l'équipement requis pour assurer la ventilation doit être adapté à l'âge du patient.

5.1.3 Revue systématique

L'objectif de la revue systématique de Cheema *et al.* publiée en 2018 était de déterminer si l'utilisation de la VNI pour la prise en charge de la détresse respiratoire aiguë durant les transports médicaux critiques de la clientèle néonatale et pédiatrique hospitalisée est efficace et sécuritaire [51]. Les ECR et les études observationnelles publiés en anglais jusqu'au 15 mars 2017 ont été recherchés dans différentes bases de données bibliographiques. La qualité méthodologique des études a été évaluée à l'aide d'une grille adaptée d'un outil validé pour les séries de cas [43], la majorité des études identifiées reposant sur ce devis. La sélection, l'extraction et l'évaluation de la qualité des publications retenues ont été réalisées de manière indépendante par deux évaluateurs. Les indicateurs primaires d'efficacité sont l'intubation et l'escalade de l'assistance respiratoire durant le transport ou jusqu'à 24 heures. Les indicateurs secondaires sont la mortalité, la fréquence cardiaque, la fréquence respiratoire, le travail respiratoire, la SaO_2 , la FiO_2 et les mesures transcutanées ou en fin d'expiration du CO_2 sanguin. Les événements indésirables survenus durant le transport et jusqu'à 24 heures évalués

incluent les épisodes d'apnée, de désaturation, de bradycardie, l'utilisation de la ventilation au ballon-masque et la réanimation cardiopulmonaire durant la même période de temps.

Au total, huit études sans groupe de comparaison ont été incluses dans la revue systématique soit sept séries de cas rétrospectives [52, 54-56, 60, 61, 68] et une étude observationnelle prospective [64]. Cinq études portaient sur l'utilisation du CPAP [52, 54-56, 61], deux sur le CPAP et le BiPAP [60, 64] et une sur l'ONHD [68]. Les études incluses dans la revue systématique comptaient entre 31 et 207 patients. L'âge moyen variait d'un jour à 6 mois ou l'âge gestationnel moyen était de 30 ou 37 semaines. Dans l'ensemble des études cumulant 858 patients, 518 (60,4 %) ont été transférés à partir d'une unité de soins intensifs et 340 (39,6 %) d'une unité régulière d'hospitalisation. Les résultats individuels de ces études sont présentés à la section 5.1.4 avec les résultats des autres études identifiées dans le cadre de la présente évaluation.

Dans l'ensemble des études, une escalade dans l'assistance respiratoire, incluant l'intubation, durant le transfert a été rapportée chez 1 enfant parmi les 708 (0,1 %) inclus dans les sept séries de cas sur le CPAP et le BiPAP et 2 (1,3 %) parmi les 150 traités par ONHD dans une étude [68]. En combinant ces deux modalités de VNI, la proportion des enfants intubés ou qui ont connu une escalade respiratoire durant le transport médical s'élève à 0,4 %. En considérant les événements survenant jusqu'à 24 heures après l'admission au centre receveur, un total de 60 (12,0 %) intubations ou escalades dans l'assistance respiratoire parmi les enfants traités avec le CPAP ou le BiPAP et 3 (2,0 %) parmi ceux sous ONHD ont été observés. La différence observée entre ces deux types de modalités à 24 heures est statistiquement significative (rapport de cotes (RC) = 6,68; intervalle de confiance (IC) à 95 % : 2,4 à 18,6). La majorité des événements indésirables sont rapportés dans des études sur le CPAP ou le BiPAP, soit 8 cas d'utilisation du ballon-masque rapportés dans une étude [60] et correspondant à un taux de 1,4 %, 9 épisodes de désaturation correspondant à un taux de 1,8 % et 11 cas de bradycardie, soit un taux de 3,8 % dans 2 études [52, 60]. Deux épisodes d'apnée ont été observés dans une étude comptant 100 enfants [52]. Les résultats de quelques études suggèrent peu d'impact des modalités de VNI sur la SaO₂, la FiO₂ et le CO₂ transcutané [54-56, 60, 61]. Aucun décès n'a été rapporté dans les études ayant évalué cet indicateur [54, 56, 68]. Les auteurs de la revue systématique ont conclu que la VNI pendant les transports médicaux critiques en néonatalogie ou en pédiatrie semble sécuritaire, mais les données ne permettent pas de statuer sur son efficacité en raison du peu de preuves solides disponibles. Selon les auteurs, des ECR ou des études observationnelles de meilleure qualité seraient requis. La qualité méthodologique de cette revue systématique qui est détaillée à l'annexe 7, est modérée selon l'évaluation réalisée à l'aide de la grille AMSTAR 2. La recherche a été conduite dans plusieurs bases de données bibliographiques. Il n'est pas clair cependant si la méthodologie a été définie *a priori*, aucune mention à l'enregistrement d'un protocole n'étant faite. Le financement des études originales n'est pas rapporté. De plus, les résultats des études réalisées en néonatalogie ou en pédiatrie ont été combinés.

5.1.4 Études originales sur les transports médicaux interétablissements pour la clientèle néonatale sous VNI

La recherche documentaire a mené à l'inclusion de six séries de cas rétrospectives portant sur des nouveau-nés transportés sous CPAP [52-57] et deux sous ONHD [59, 77] qui sont décrites au tableau 3. Ces études portaient sur des transports médicaux interétablissements par voie terrestre uniquement [52, 53, 57, 77] (de 24 à 102 selon les études) ou incluaient des transports par avion [54-56, 59] (de 7 à 26 selon les études), par hélicoptère [54, 55] (de 19 à 44 selon les études), ou encore 68 transferts par voie aérienne sans autre précision et 301 par voie terrestre dans l'étude de Resnick *et al.* [56]. Dans cette dernière étude, 26 transports intrahospitaliers ont également été inclus [56]. Dans l'étude de Zein *et al.*, les transports électifs d'une unité de soins intensifs (USI) de niveau 3 du *Foothills Medical Centre* de Calgary vers des USI régionales de niveau 2 étaient ciblés [57]. Les transports évalués dans l'ensemble des études étaient réalisés dans le cadre d'un programme de transport dédié à la néonatalogie du Royaume-Uni [52, 77], du Canada [57] ou encore d'un programme pédiatrique et néonatal en Australie [54-56] desservant plusieurs établissements. Dans celle de Daverkar *et al.*, les données retenues portent sur l'innocuité de la VNI et proviennent de transports réalisés entre des hôpitaux et une USI néonatale de la ville de Nagpur en Inde [53]. Dans les études où cette information est disponible, les critères d'admissibilité au transport sans intubation étaient la stabilisation sous CPAP ou ONHD depuis 10 à 20 minutes [55], 30 minutes [54] ou depuis 24 heures [52, 57]. Les autres critères d'inclusion dans les études sont basés sur l'âge gestationnel [52, 54, 56, 57, 77], le nombre d'heures de vie [52-54, 56, 77], le poids de l'enfant [53, 77], différents indicateurs de fonction respiratoire [53, 59, 77] ou certaines conditions cliniques [53, 56, 57] sont rapportés au tableau 3. De 48 à 369 nouveau-nés ont été évalués entre 2002 et 2023 dans le cadre de ces études. Les durées moyennes ou médianes des transports, lorsque rapportées, variaient de

35 à 93 minutes [52, 53, 55, 57] ou encore des distances médianes parcourues de 74 km (étendue : 31-219) [77] et 150 km (étendue : 0,74 à 765) [54] ont été mentionnées dans deux autres études.

TABLEAU 3. DESCRIPTION DES ÉTUDES SUR L'EFFICACITÉ ET L'INNOCUITÉ DE LA VNI DURANT LES TRANSPORTS INTERÉTABLISSEMENTS EN NÉONATOLOGIE

Auteur, année [ref] Programme / pays	Critères d'inclusion	Éligibles à la VNI (n patients)	Mode de transport (n patients)	Durée des transports médiane (étendue) ou moyenne ± ET (min)	Période de recrutement
Études sur le CPAP					
Bomont, 2006 [52] ANTS / Royaume-Uni	NR	CPAP (100)	terrestre (100)	62,3 ± 3,4	2003-2005
Daverkar, 2024 [53] Transports dans la ville de Nagpur / Inde	≤ 12 h de vie, DR importante (score de Silverman ≥ 4) ^a , sans comorbidité ni poids extrêmement faible	CPAP (48)	terrestre (48)	38 [12-120] [‡]	2023
Jani, 2014 [54] NETS / Australie	AG < 32 sem. et < 72 h de vie	CPAP (50)	terrestre (24) avion (7) hélicoptère (19)	NR	2009-2010
Murray, 2008 [55] NETS / Australie	Tous les nouveau-nés éligibles ou transportés sous CPAP	CPAP (220)	terrestre (190) avion (10) hélicoptère (20)	35 (3-160)	2004-2005
Resnick, 2010 [56] WANTS ^b / Australie	AG ≥ 32 sem. et ≤ 48 h de vie, sans malformation ou maladie cardiaque	CPAP (NR)	terrestre (301) ^c aérien (68) ^c	NR	2002-2004
Zein, 2018 [57] SANTS / Canada	AG corrigé > 30 sem. et ≥ 1250 g, sous VNI pour apnée ou maladie pulmonaire chronique légère ou modérée, FiO ₂ < 30 %	CPAP (NR)	terrestre (99)	45 (NR)	2014-2016
Études sur l'ONHD					
Boyle, 2017 [77] ANTS / Royaume-Uni	AG corrigé > 28 sem. et FiO ₂ ≤ 35 % Transport électif : > 1,2 kg, débit respiratoire ≤ 5 L/min. Urgence : > 900 kg, débit respiratoire ≤ 6 L/min.	ONHD (102)	terrestre (102)	NR	2013-2015
Muniyappa, 2019 [59] IHLF / États-Unis	Sans DR ou DR légère sous ONHD (> 1 et ≤ 6 L/min) ou sous CPAP (≤ 6 cm H ₂ O et FiO ₂ ≤ 30 %), sans distension abdominale, apnée ou hernie diaphragmatique	ONHD (195)	terrestre (99) avion (26) hélicoptère (44) intra-hospit. (26)	93 ± 38	2012-2013

AG : âge gestationnel, ANTS : *Acute Neonatal Transport Services (East of England)*, CPAP : ventilation en pression positive continue, DR : détresse respiratoire, ET : écart type, FiO₂ : fraction inspirée en oxygène, g : grammes, h : heures, IHLF : *Intermountain Healthcare Life Flight*, intra-hospit. : intrahospitaliers, L : litres, min. : minutes, NETS : *Neonatal and Pediatric Transport Service (New South Wales)*, NR : non rapporté, ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit, SANTS : *Southern Alberta Neonatal Transport Service*, VNI : ventilation non invasive, WANTS : *Western Australian Neonatal Transport Service*

[‡] moyenne et étendue

^a Le score de Silverman mesure le niveau de détresse respiratoire à partir de cinq items chacun coté de zéro à deux : battement des ailes du nez, tirage, geignement respiratoire, entonnoir xiphoïdien, balancement thoraco-abdominal. La détresse respiratoire est importante si le score est supérieur ou égal à quatre.

^b Ancien nom du programme NETS

^c Le mode de transport est précisé globalement pour les 369 enfants transférés, quel que soit le mode ventilatoire (CPAP, oxygénothérapie conventionnelle ou intubation). Il n'est pas spécifié quel type de transport aérien était réalisé (avion ou hélicoptère)

Les principales caractéristiques des populations des études sont rapportées au tableau 4. Lorsque précisés, entre 2 et 5 % des nouveau-nés sous VNI ont été intubés avant le transport [52, 54, 55, 59, 77]. Les populations étudiées étaient constituées de 44 à 207 nouveau-nés, de sexe masculin dans des proportions de 44 à 62 %, avec un âge gestationnel médian ou moyen entre 28 et 36 semaines et un poids à la naissance de 1 à 3 kg. Dans l'étude de Bomont *et al.*, des enfants âgés jusqu'à 100 jours au moment du transport étaient inclus [52] et dans celle de Murray *et al.* l'âge médian était de 1 jour, mais des patients âgés jusqu'à 175 jours au moment du transport étaient également inclus [55]. Un diagnostic de SDRA était rapporté pour tous les nouveau-nés dans une étude [54]. Dans une autre, la détresse respiratoire était causée par un SDRA, une pneumonie, un sepsis ou l'aspiration de méconium [56]. Deux études incluaient majoritairement des problèmes respiratoires (bronchiolite ou autres), mais également quelques patients ayant une maladie cardiaque congénitale, représentant 5 et 12 % de la population à l'étude [55, 59]. Les diagnostics n'étaient pas précisés dans quatre études [52, 53, 57, 77].

TABEAU 4. CARACTÉRISTIQUES DES POPULATIONS DES ÉTUDES ORIGINALES SUR LA VNI DURANT LES TRANSPORTS INTERÉTABLISSEMENTS EN NÉONATOLOGIE

Auteur, année [ref]	Éligibles à la VNI n patients	Transférés sous VNI			
		n patients	Sexe masc. (%)	Âge gestationnel médiane (étendue) ou moyenne ± ET (sem.)	Poids à la naissance médiane (étendue) ou moyenne ± ET (kg)
Études sur le CPAP					
Bomont, 2006 [52]	100	98 ^a	NR	29,2 ± 20,9	1,6 ± 0,9 ^b
Daverkar, 2024 [53]	48	48	48	NR (28 à > 37) ^c	NR
Jani, 2014 [54]	50	44 ^d	44	30 (27-31)	1,5 (0,9-2,4)
Murray, 2008 [55]	220	207 ^e	58	34 (23-40)	2,5 (0,6-6,1)
Resnick, 2010 [56]	NR	167	NR	36 (32-41)	3,0 (1,0-4,8)
Zein, 2018 [57]	NR	99	49	28 (26-29)	0,96 (0,8-1,3)
Études sur l'ONHD					
Boyle, 2017 [77]	102	97 ^f	62	28 (23-41)	0,97 (0,51-4,32)
Muniyappa, 2019 [59]	195	195	NR	36 ± 4,0	2,7 ⁱ ± 0,90

CPAP : ventilation en pression positive continue, EI : écart interquartile, ET : écart type, kg : kilogrammes, NR : non rapporté, ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit, VNI : ventilation non invasive, masc. : masculin, sem. : semaines

^a Deux (2 %) nouveau-nés intubés avant le transport

^b Poids au moment du transport, en moyenne à 28 jours de vie (étendue : 0 à 100 jours)

^c 14 (29 %) nouveau-nés avaient un âge gestationnel de 28 à 30 semaines, 24 (50 %) de 31 à 34 semaines, 6 (13 %) de 36 à 37 semaines et 4 (8 %) de plus de 37 semaines

^d Six (12 %) nouveau-nés intubés avant le transport

^e 13 (6 %) nouveau-nés intubés avant le transport

^f 5 (5 %) nouveau-nés intubés avant le transport

Description des pratiques de transport interétablissements

Choix du support ventilatoire

Lors de la demande de transfert, la décision quant au type de support ventilatoire à privilégier durant le transport était généralement prise par les cliniciens des centres référents et des centres receveurs sur la base de la stabilité des nouveau-nés, la condition clinique, l'âge gestationnel ainsi que le risque de détérioration de la fonction respiratoire appréhendé et réévalué par l'équipe de transport avant l'embarquement. Certains auteurs précisent également qu'une consultation avec les responsables des programmes de transport pouvait être réalisée [54, 55]. Dans trois études, des guides ou protocoles incluant des seuils basés sur l'âge, des mesures de fonction respiratoire ou d'autres critères objectifs ont été utilisés pour soutenir la prise de décision quant au choix du mode de ventilation [57-59]. Dans une étude sur le CPAP, des indications

pour procéder à une intubation avant le transport terrestre ou aérien ont été précisées : une FiO₂ supérieure à 60 %, une valeur de pH inférieure à 7,2 ou un échec à l'essai du CPAP durant 15 à 20 minutes (incapacité à tolérer le CPAP, aggravation de la détresse respiratoire ou augmentation de la FiO₂) [56]. Des contre-indications à l'ONHD pour le transport terrestre des nouveau-nés ont aussi été précisées dans une étude et incluaient la distension abdominale, l'apnée et un diagnostic de hernie diaphragmatique [59].

Composition des équipes de transport

Selon les données disponibles, les équipes de transport étaient constituées d'un médecin ou résident en pédiatrie [55, 77], d'un néonatalogiste, urgentologue ou pédiatre [54] et d'une infirmière spécialisée en soins intensifs néonataux ou pédiatriques [54, 55] ou d'un inhalothérapeute dans une étude [59]. Dans l'étude de Bomont *et al.*, les transports terrestres étaient réalisés par une équipe supervisée par une infirmière pour les nouveau-nés stables depuis 48 heures ou transférés pour une chirurgie alors que les transports critiques nécessitaient la présence d'un médecin [52]. La composition des équipes de transport n'est pas précisée dans trois études [53, 56, 57].

Dispositifs et paramètres de ventilation et d'humidification

Les dispositifs (ventilateurs et interfaces patients) et les principaux paramètres utilisés dans les études pour l'administration de la ventilation en mode CPAP ou ONHD sont synthétisés au tableau 5. La ventilation était prodiguée aux nouveau-nés à l'aide de différents modèles commerciaux de ventilateurs et canules nasales, avec une pression moyenne de départ entre 5 et 10 cm H₂O. La ventilation était initiée par l'équipe de transport pour tous les transferts dans deux études [56, 57], pour 46 % [54] et 60 % [55] dans deux études sur le CPAP et pour 43 % dans une étude sur l'ONHD [77], alors que dans une autre tous les nouveau-nés étaient déjà sous CPAP [52]. Dans l'étude de Daverkar *et al.*, une canule généralement utilisée pour l'administration de l'ONHD a été combinée au dispositif utilisé pour la ventilation en mode CPAP [53]. Peu d'informations relatives à l'humidification des voies respiratoires sont rapportées dans les études. Dans celle de Murray *et al.*, il est spécifié que le ventilateur utilisé permettait l'administration de gaz réchauffés et humidifiés [55] et dans celle de Muniyappa *et al.* sur l'ONHD que 20 millilitres d'eau stérile étaient d'abord ajoutés à la cartouche de l'humidificateur puis réchauffés pour atteindre 38°C [59]. De l'eau stérile supplémentaire était ajoutée si nécessaire lors des transports plus longs.

TABEAU 5. DISPOSITIFS ET PARAMÈTRES DE VENTILATION RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES SUR LES TRANSPORTS INTERÉTABLISSEMENTS EN NÉONATOLOGIE

Auteur, année [ref]	Ventilateur	Interface patient	PEP moyenne au départ [étendue] (cm H ₂ O)	VNI initiée par l'équipe de transport n (%)
Études sur le CPAP				
Bomont, 2006 [52]	Babylog 2000 ^{MC}	canule nasale	NR	0 (0)
Daverkar, 2024 [53]	MVP-10	canule RAM avec pièce T ^a	NR	NR
Jani, 2014 [54]	NR	canule nasale	6 [5-7]	23 (46)
Murray, 2008 [55]	Stephan ^{MC}	canule nasale	7 [5-10]	133 (60)
Resnick, 2010 [56]	Stephan ^{MC}	canule nasale	NR [5-6]	167 (100)
Zein, 2018 [57]	NR	NR	NR	99 (100)
Auteur, année [ref]	Ventilateur	Interface patient	débit (L / kg / min) moyenne (étendue)	VNI initiée par l'équipe de transport n (%)
Études sur l'ONHD				
Boyle, 2017 [77]	Optiflow ^{MC}	canule nasale	NR	44 (43)
Muniyappa, 2019 [59]	Neopod T ^{MC}	canule nasale	NR	NR

cm : centimètres, CPAP : ventilation en pression positive continue, kg : kilogramme, L : litre, min L minute, NR : non rapporté, ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit, PEP : pression expiratoire positive, VNI : ventilation non invasive

^a Masque utilisé pour les nouveau-nés de très faible poids

RÉSULTATS SUR L'EFFICACITÉ

Escalade respiratoire et intubation

Les résultats sur l'escalade respiratoire et l'intubation durant le transport et jusqu'à 24 heures après l'admission au centre receveur sont présentés au tableau 6. Les données sur l'escalade respiratoire incluent les intubations et tous les autres événements retenus par les auteurs selon les différentes définitions utilisées. Deux études sur le CPAP portaient uniquement sur des transports terrestres [52, 57] alors que les trois autres portaient sur les transports terrestres et aériens combinés [54-56]. Des proportions de cas d'escalade respiratoire durant le transport de 0 à 2,0 % ont été observées dans cinq études sur le CPAP [52, 54, 55, 56, 57] et de 0 ou 12,8 % dans deux sur l'ONHD [59, 77]. Dans l'étude de Muniyappa *et al.* sur l'ONHD, une analyse stratifiée selon le mode de transport indique une proportion de cas d'escalade respiratoire de 10 % durant les transports par voie terrestre (10 cas sur 99 transports), de 25 % durant les transports par hélicoptère (11 cas sur 44 transports) et de 25 % durant les transports par avion (2 cas sur 8 transports) [59]. Dans les études sur le CPAP où l'escalade respiratoire était mesurée jusqu'à 24 heures après l'admission [54, 55, 57], ces proportions s'élevaient de 4,5 à 15,6 % dans l'étude de Murray *et al.* [55].

Pour les résultats spécifiques aux intubations durant le transport, cinq cas (2,6 %) ont été rapportés dans une étude sur l'ONHD durant des transports terrestres ou aériens [59], alors qu'aucun n'a été observé dans l'autre [77] portant sur cette même modalité de ventilation ni dans celles sur le CPAP. Dans les quatre études ayant rapporté cette information jusqu'à 48 heures après l'admission et toutes celles portant sur le CPAP, les cas d'intubation variaient de 0 à 13,7 % [54, 55, 56, 57]. Une analyse stratifiée par type de transport a été réalisée dans l'étude de Murray *et al.* et les résultats n'indiquent pas de différences statistiquement significatives entre les nombres de cas d'intubation durant les transports aériens (3 cas, 10 %) ou terrestres (25 cas, 13 %) sous CPAP [55].

TABLEAU 6. RÉSULTATS SUR L'ESCALADE RESPIRATOIRE DURANT ET JUSQU'À 24 HEURES APRÈS LE TRANSPORT INTERÉTABLISSEMENTS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES SUR LA VNI EN NÉONATALOGIE

Auteur, année [ref]	Patients transférés sous VNI	Définition de l'escalade respiratoire	Escalade respiratoire			
			Tous les événements		Intubation	
			durant le transport n (%)	jusqu'à 24 heures n (%) ^a	durant le transport n (%)	jusqu'à 24 heures n (%) ^a
Études sur le CPAP						
Bomont, 2006 [52]	98	Intubation durant le transport	0	NR	0	NR
Jani, 2014 [54]	44	Intubation, ventilation au ballon-masque, détresse respiratoire modérée ou sévère continue, augmentation de la FiO ₂ ou de la PaCO ₂ > 55 mm Hg	0	2 (4,5)	0	2 (4,5)
Murray, 2008 [55]	207	Intubation durant le transport, ventilation au ballon-masque, SpO ₂ < 88 % malgré une oxygénothérapie appropriée (sauf pour cardiopathie congénitale) ou augmentation du CO ₂ transcutané > 7 mm Hg combinée à > 60 mm Hg à la fin du transport	4 (1,9) ^b	32 (15,6)	0	28 (13,5) ^b
Resnick, 2010 [56]	167	Intubation jusqu'à 24 heures après l'admission	0	22 (13,7)	0	22 (13,7)
Zein, 2018 [57]	99	Intubation, augmentation de la PEP au-dessus du niveau initial jusqu'à 48 heures après l'admission ^c	2 (2,0)	12 (12,1)	0	0
Études sur l'ONHD						
Boyle, 2017 [77]	97	Intubation durant le transport	0	NR	0	NR
Muniyappa, 2019 [59]	195	Intubation, augmentation du débit respiratoire ≥ 2 L/min ou augmentation de la FiO ₂ ≥ 20 % durant le transport	25 (12,8)	NR	5 (2,6)	NR

CPAP : ventilation en pression positive continue, FiO₂ : fraction inspirée en oxygène, L : litre, min : minute, NR : non rapporté, ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit, PaCO₂ : pression partielle de dioxyde de carbone, PEP : pression expiratoire positive, SpO₂ : saturation pulsée en oxygène, VNI : ventilation non invasive

^a Incidence cumulée d'événements durant le transport et jusqu'à 24 heures après l'admission au centre receveur

^b Incluant une intubation pour une chirurgie élective

^c Définition de cas non précisé, estimée à partir des informations rapportées dans la section résultats de l'article

Facteurs de risque d'escalade respiratoire

Différentes analyses statistiques visant à identifier les facteurs de risque d'escalade respiratoire et d'intubation durant le transport sous VNI ont été réalisées dans trois études sur le CPAP [54-56] et dans une sur l'ONHD [59]. Dans les études sur le CPAP, une comparaison entre les nouveau-nés transportés avec succès et ceux ayant nécessité une escalade respiratoire a été réalisée sur la base des caractéristiques cliniques, des indicateurs physiologiques de fonction respiratoire et de la durée du transport ou de la ventilation [54-56]. Dans l'étude de Jani *et al.*, les résultats indiquent que l'APGAR à 1 ou 5 minutes de vie, le poids à la naissance, l'âge gestationnel, le débit cardiaque et respiratoire et la FiO₂ au moment de la stabilisation ou encore la durée sous CPAP avant le transport n'étaient pas différents entre ces groupes [54]. La FiO₂ à l'admission au centre receveur était cependant inférieure pour les 37 nouveau-nés transportés par voie terrestre avec succès (médiane 21 %; étendue : 21 à 100)⁵ comparativement aux mesures prises pour les 7 cas d'échec du transport sous CPAP (médiane : 30 %; étendue : 21 à 30 %; $p < 0,05$) [54]. Dans l'étude de Murray *et al.* sur des transports réalisés par voie terrestre et aérienne, la comparaison des nouveau-nés sous CPAP ayant nécessité une intubation durant et jusqu'à 24 heures après le transport ($n = 28$) à ceux transférés avec succès ($n = 164$), suggère une FiO₂ plus élevée au début (médiane : 50 %; étendue : 21 à 100 % versus 37 %; étendue : 21 à 100 %; $p < 0,001$) qu'à la fin du transport (médiane : 45 %; étendue : 21 à 89 % versus 32 %; étendue : 21 à 100 %; $p < 0,001$) [55]. Dans l'étude de Resnick *et al.*, comparativement aux 145 patients transportés avec succès, les 22 nouveau-nés qui ont été intubés durant les 24 heures suivant le transport terrestre ou aérien avaient initialement une FiO₂ supérieure (médiane : 55 %; étendue : 35 à 95 % versus 45 %; étendue : 21 à 100 %; $p < 0,0001$) [56]. Dans l'étude sur l'ONHD menée par Muniyappa *et al.*, selon l'analyse de régression linéaire effectuée, deux facteurs seraient faiblement associés au risque d'intubation ou d'escalade respiratoire durant le transport terrestre [59]. Ainsi, le ratio SpO₂ / FiO₂ avant le transport (RC : 0,995; IC à 95 % : 0,991-0,999) et la durée du transport terrestre (RC : 1,03; IC à 95 % : 1,01-1,05) étaient faiblement associés au risque d'escalade respiratoire. Une faible association a également été rapportée entre la durée du transport et le risque d'intubation (RC : 1,06; IC à 95 % : 1,02-1,09).

Indicateurs physiologiques de la fonction respiratoire

Des données sur différents indicateurs physiologiques de la fonction respiratoire ont été rapportées dans deux études sur le CPAP [54, 56] et deux sur l'ONHD [59, 77]. Les mesures de la FiO₂ prises avant (après stabilisation des patients) et après le transport, issues de quatre études sont présentées au tableau 7. Dans l'étude de Jani *et al.*, les résultats sont rapportés séparément pour les nouveau-nés pour lesquels le transport terrestre a été un succès et ceux qui ont subi une escalade respiratoire (échec) [54]. Peu de différences sont observées entre les valeurs de FiO₂ médianes avant et après le transport, et ce, tant chez les nouveau-nés transférés sous CPAP sans échec (avant : 25 % étendue : 21-50 % et après : 21 %; 21-100 %) que pour les transports non réussis (avant : 25 %; étendue : 21-35 % et après : 30 %; étendue : 21-30 %). Les résultats de l'étude de Murray *et al.* montrent une légère diminution des valeurs médianes de la FiO₂ pendant le transport, de 45 à 34 %, qui est statistiquement significative [55]. Une sous-analyse indique des résultats similaires tant pour les transports terrestres qu'aériens. Les auteurs précisent que pour 173 nouveau-nés (79 %), la FiO₂ n'a pas changé ou a diminué alors que chez ceux pour qui elle a augmenté ($n = 59$), une augmentation supérieure à 0,1 a été observée chez 9 nouveau-nés seulement. Les différences observées entre les valeurs médianes de la FiO₂ avant et après le transport représentent des modifications de 6 % avec des variations individuelles de -17 à +45 %. Dans l'étude de Boyle *et al.*, des mesures de FiO₂ étaient disponibles pour 77 % des nouveau-nés transportés sous ONHD et les résultats montrent une diminution statistiquement significative de la valeur moyenne avant et après le transport par voie terrestre de 2 % (IC à 95 % : 0,4 à 4 %) [77]. Les auteurs précisent que cette différence n'est cependant pas significative du point de vue clinique. Dans l'autre étude sur l'ONHD, la valeur médiane de la FiO₂ mesurée au départ dans le groupe des nouveau-nés pour qui le transport a été un succès est peu différente de celle mesurée après le transport alors que la différence est un peu plus marquée pour le groupe de 25 nouveau-nés qui ont eu une escalade respiratoire [59]. De plus, le ratio SpO₂ / FiO₂ avait également peu changé. Les valeurs médianes, estimées à partir d'une figure, pour le groupe transport réussi étaient d'environ 270 avant et 300 après transport et pour le groupe ayant subi une escalade respiratoire de 160 et 140 respectivement avant et après transport. Les auteurs précisent cependant que ces deux indicateurs de l'assistance respiratoire requise (FiO₂ et ratio SpO₂ / FiO₂) n'ont pas changé de manière significative pendant le transport au sein de chaque groupe.

⁵ La valeur maximale (100 %) est expliquée par un dysfonctionnement du dispositif

TABLEAU 7. RÉSULTATS SUR LA FIO₂ MESURÉE AVANT ET APRÈS LE TRANSPORT INTERÉTABLISSEMENTS DANS LES ÉTUDES EN NÉONATOLOGIE

Auteur, année [ref]	Patients transférés sous VNI	Données disponibles n (%)	FiO2 %		Valeur p
			avant médiane (étendue) ou moyenne [†]	après médiane (étendue) ou moyenne	
Études sur le CPAP					
Jani, 2014 [54]	37	S : 37 (100)	21 (21-50)	21 (21-100)	NR
	7	E : 7 (100)	25 (21-35)	30 (21-30)	
Murray, 2008 [55]	207	220 (100) ^a	45 (21-100)	34 (21-100)	< 0,001
Études sur l'ONHD					
Boyle, 2017 [77]	97	75 (77)	26 [†]	28	< 0,05
Muniyappa, 2019 [59]	195	S : 170 (100)	35 [†]	31 [†]	NR
		E : 25 (100)	60 [†]	70 [†]	

E : échec du transport sous VNI, CPAP : ventilation en pression positive continue, FiO₂ : fraction inspirée en oxygène, NR : non rapporté, ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit, S : succès du transport sous VNI, VNI : ventilation non invasive

[†] valeur médiane estimée à partir d'une figure

^a Incluant les mesures prises chez les 13 nouveau-nés intubés avant le transfert

Dans l'étude de Boyle *et al.*, des mesures de CO₂ transcutané, du pH sanguin et du débit respiratoire étaient également disponibles pour 77 % des nouveau-nés transférés sous ONHD [77]. Des valeurs moyennes similaires du CO₂ mesuré avant (66,6 mmHg) et après (66,7 mmHg) le transport ont été rapportées. Les valeurs du pH sanguin mesuré avant et après le transport n'étaient pas non plus différentes avec des moyennes de 7,349 et 7,353 respectivement. Enfin, les valeurs moyennes du débit respiratoire s'élevaient à 4,69 L / mi. avant le transport comparativement à 4,85 L / min après le transport et la différence de moyennes de 0,16 L / min n'atteint pas le seuil de signification statistique (IC à 95 % : -0,03 à 0,36).

RÉSULTATS SUR L'INNOCUITÉ

Complications respiratoires et interventions requises

Diverses complications respiratoires observées lors de l'utilisation du CPAP en néonatalogie pendant des transports interétablissements ou jusqu'à 24 heures après l'admission au centre receveur ont été rapportées dans 5 études [52, 53, 55-57] (Tableau 8). Parmi les 4 études ayant nommément évalué la survenue de pneumothorax [52, 54, 56, 57], 7 (3,4 %) cas parmi les 207 nouveau-nés transportés sous CPAP ont été observés après l'admission au centre receveur dans une étude [56] alors qu'aucun pneumothorax n'a été observé dans les autres études [52, 54, 57]. Des épisodes de bradycardie ont été observés dans deux études [52, 57]. Dans celle de Zein *et al.*, 5 cas de bradycardie (5,1 %) ont été observés durant les 99 transports terrestres réalisés [57]. Les auteurs de cette dernière étude précisent que quatre des épisodes de bradycardie se sont résorbés sans intervention et un a nécessité le repositionnement de l'interface pour l'administration de la ventilation. Des épisodes de désaturation sont rapportés dans deux [52, 53] des trois études [52, 53, 57] ayant évalué cet indicateur. Un cas de désaturation observé durant un des 100 transports terrestres sous CPAP réalisés dans le cadre de l'étude de Bomont *et al.* a mené à une stimulation et au repositionnement de la canule [52]. Dans l'étude de Daverkar *et al.*, huit épisodes de désaturation ont nécessité une augmentation de la FIO₂ [53]. Dans cette étude, une succion nasale pour deux, une stimulation pour deux et un repositionnement du CPAP pour trois nouveau-nés ont dû être réalisés [53]. Dans la série de cas de Boyle *et al.*, aucun événement indésirable significatif n'aurait été causé par l'ONHD au cours de l'étude [77].

TABLEAU 8. RÉSULTATS SUR LES COMPLICATIONS ET LES INTERVENTIONS OBSERVÉES DURANT OU JUSQU'À 24 HEURES APRÈS LE TRANSPORT INTERÉTABLISSEMENTS DANS LES ÉTUDES EN NÉONATOLOGIE

Auteur, année [ref]	Patients n	Complications respiratoires observées (n)	Intervention excluant l'intubation (n cas)
Études sur le CPAP			
Bomont, 2006 [52]	97	Pneumothorax (0), bradycardie (1), désaturation (1), apnée (1) ^a	Stimulation (1), repositionnement de la canule (1)
Daverkar, 2024 [53]	48	Désaturations (8)	Succion nasale (2), stimulation (2), repositionnement de la canule (3)
Jani, 2014 [54] [†]	44	Pneumothorax (0)	NR
Murray, 2008 [55]	207	Non rapporté	Ballon masque (0)
Resnick, 2010 [56]	167	Pneumothorax (7)	NR
Zein, 2018 [57]	99	Pneumothorax (0), bradycardie (5), désaturation (0) ^b	Repositionnement CPAP (1)
Étude sur l'ONHD			
Boyle, 2017 [77]	97	Aucun événement indésirable significatif	NR

CPAP : ventilation en pression positive continue, NR : non rapporté, ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit

^a Complications observées chez le même nouveau-né

^b Complications évaluées jusqu'à 24 heures après le transport

Mortalité

La mortalité a été spécifiquement abordée dans deux études [54, 56]. Les auteurs de ces études précisent qu'aucun décès n'a été observé durant les transports sous CPAP des nouveau-nés et suivant l'admission [54] ou jusqu'à 24 heures après aux soins intensifs pédiatriques [56]. De plus, dans une de ces études, les auteurs rapportent une augmentation du nombre de nouveau-nés transportés par voie aérienne sous CPAP, de 14 % en 2002 (3 / 21 des transports) à 23 % en 2004 (7 / 31 des transports), sans observation d'un accroissement de la mortalité chez cette population [56].

Autres complications

Dans l'étude de Daverkar *et al.*, 3 cas de blessures nasales ont été observés durant le transport sous ONHD de 48 nouveau-nés [53]. Dans l'étude de Zein *et al.*, un nourrisson a eu des régurgitations qui ont dû être aspirées durant le transport terrestre [57]. Dans celle de Murray *et al.*, aucun problème lié à l'oxygénation nécessitant l'arrêt du CPAP durant les transports terrestres (n = 190) ou aériens (n = 30) réalisés n'a été observé [55].

Dysfonctionnements des dispositifs de ventilation

Un dysfonctionnement du CPAP durant un transport terrestre a mené à l'administration d'oxygène avec une FiO₂ de 100 % dans l'étude de Jani *et al.* [54].

Synthèse et appréciation des études sur la VNI durant les transports en néonatalogie

Les données pour évaluer l'efficacité et l'innocuité de l'utilisation de la VNI pendant les transports interétablissements en néonatalogie proviennent de six études sur le CPAP [52-57] et deux sur l'ONHD [59, 77]. De plus, selon les descriptions sommaires des pratiques et des contextes dans lesquels elles se sont déroulées, le mode de ventilation durant le transport interétablissements reposait sur des critères physiologiques objectifs définis dans un protocole ou un guide pour trois études [57-59] et sur une décision prise au cas par cas par les cliniciens des centres référents et receveurs dans trois études [52, 54, 55]. Les équipes de transport, décrites dans cinq études, incluaient toujours [54, 55] ou uniquement pour les transports urgents ou de nouveau-nés instables [52], un médecin ou un résident et toujours une infirmière spécialisée ou un

inhalothérapeute [52, 54, 55, 77]. Les résultats indiquent que des escalades respiratoires durant le transport ont été observées dans deux études sur le CPAP, chez respectivement quatre (1,9 %) [55] et deux (2,0 %) [57] nouveau-nés transférés en raison de détresse respiratoire. Aucune intubation n'a été requise durant les transports dans ces études. Dans une étude sur l'ONHD, une proportion de cas d'escalade respiratoire durant le transport de 12,8 % a été observée et parmi ces escalades, 5 cas (2,6 %) étaient des intubations [59]. Les proportions de cas d'escalade respiratoire 24 heures après l'admission dans un centre receveur s'élevaient entre 4,5 et 13,7 % dans quatre études sur le CPAP [54-57]. Des proportions de cas d'intubations à 24 heures de 2 à 14 % ont été observées dans trois de ces études [54-56] alors qu'aucun patient n'a été intubé dans l'autre [57]. Certaines analyses suggèrent que la FiO_2 [55, 56, 58] ou le ratio SpO_2 / FiO_2 [59] mesurés avant le transport constituent des facteurs de risque d'escalade respiratoire ou d'intubation bien qu'un résultat inverse ait aussi été observé pour la FiO_2 dans une étude [54]. La durée du transport était aussi associée au risque d'escalade respiratoire et d'intubation dans une étude [59]. Peu de différences étaient généralement observées entre les indicateurs physiologiques de la fonction respiratoire mesurés avant et après le transport, à l'exception d'une FiO_2 plus faible après le transport dans une étude [55] et d'une légère différence non significative au plan clinique dans une autre [77]. Les auteurs de deux études précisent qu'aucun décès n'a été observé jusqu'à 24 heures [56] ou 7 jours [54] après l'admission aux soins intensifs chez les enfants transportés sous CPAP. Des complications respiratoires durant le transport interétablissements ont été rapportées dans cinq études sur le CPAP, soit sept cas de pneumothorax dans une étude portant sur le transfert de 167 nouveau-nés [56], un [52] et cinq [57] cas de bradycardie dans deux études, un [52] et huit [53] cas de désaturation, un [52] et six [54] épisodes d'apnée de même qu'un cas de régurgitations qui ont dû être aspirées dans une étude [57]. Aucun événement indésirable significatif n'a été causé par l'ONHD durant les transports selon les auteurs d'une étude [77] alors que trois cas de blessures nasales pendant un transfert ont été rapportés dans une autre portant sur l'utilisation d'une canule habituellement dédiée à l'ONHD pour l'administration de la ventilation en mode CPAP [53].

Les limites suivantes doivent être considérées dans l'interprétation des résultats issus de ces études :

- Le devis rétrospectif de l'ensemble de ces séries de cas ne permet pas de contrôler l'effet possible d'autres facteurs ni d'établir de façon certaine un lien de causalité entre le type de ventilation et les résultats d'efficacité et d'innocuité observés;
- À l'exception d'une étude dans laquelle les transports ont été réalisés en 2023 [53], les transports sous VNI se sont déroulés entre 2002 et 2016, cette période ne reflétant peut-être pas les pratiques actuelles;
- Les co-interventions administrées pour la prise en charge de la détresse respiratoire (p. ex. : surfactant, caféine et sédation) ne sont pas décrites dans certaines études [52, 55, 57, 77];
- Les données proviennent plus largement de transports terrestres, soit 989 (81 %) des 1183 transferts sous VNI alors que seulement 43 transferts par avion et 83 par hélicoptère ont été évalués;
- Les critères d'inclusion variables d'une étude à l'autre mènent à l'étude de populations différentes en termes d'âge gestationnel, de poids à la naissance et de gravité des symptômes respiratoires nécessitant un transfert;
- La description des populations ne permet pas de déterminer si les nouveau-nés étaient à un stade similaire de la maladie ou présentaient un état de détresse respiratoire plus avancé pouvant augmenter le risque de complications durant le transport;
- Certaines études n'ont porté que sur les intubations durant le transport [52] ou jusqu'à 24 heures après l'admission au centre receveur [56];
- La survenue d'escalade respiratoire a été évaluée en utilisant différentes définitions de cas [54, 55, 57];
- L'évaluation des autres complications respiratoires est peu standardisée ou systématique, les événements considérés sont rarement définis *a priori*;

5.1.5 Études originales sur les transports interétablissements des clientèles pédiatriques sous VNI

Les études sur les différentes modalités de VNI durant les transports interétablissements des populations pédiatriques sont présentées au tableau 9. Deux études ont porté sur le CPAP, le BiPAP et l'ONHD [62, 63], deux sur le CPAP et le BiPAP [60, 64], deux exclusivement sur le CPAP [61, 65] et quatre exclusivement sur l'ONHD [66-68, 74]. Les données sont issues de programmes régionaux de transferts médicaux pédiatriques en Australie [61, 67], au Royaume-Uni [63] ou aux États-Unis [66] ou encore d'une analyse des transports vers un centre hospitalier spécifique américain [60], canadien [62, 65], espagnol [64] ou australien [68, 74]. Les principaux critères d'inclusion dans les études sont basés sur différents seuils pour l'âge, soit de moins de 2 ans [61, 65, 68] et jusqu'à 16 ans ou 18 ans dans d'autres études [62, 63, 66, 67]. Les périodes de recrutement s'échelonnent de 2003 à 2020. Les études portaient majoritairement sur des transports médicaux par voie terrestre, en incluant de 25 à 317 transferts, pour un total de 928 [60-64, 67, 68]. Entre 5 et 70 transports par avion, pour un total de 148, ont aussi été analysés dans 5 études [61, 62, 65, 68, 74] de même que des transferts par hélicoptère pour 2 et 27 enfants dans 2 études [61, 68]. Dans une étude, environ 60 % des 358 transports réalisés l'ont été par voie terrestre (information obtenue des auteurs) [66]. À l'exception de l'étude pilote de Millan *et al.* où les données étaient recueillies de façon prospective [64], les études reposent sur des devis rétrospectifs. Six sont des séries de cas sur la VNI sans groupe de comparaison [60-63, 65] alors que les quatre études traitant exclusivement de l'ONHD comparent des périodes avant et après l'implantation de son utilisation pour la prise en charge de la détresse respiratoire pendant des transports interétablissements [66-68, 74]. Des durées de transports de 35 à 163 minutes ont été rapportées et, à l'exception de deux études [62, 66], les moyennes ou médianes ne dépassaient pas 60 minutes.

TABEAU 9. DESCRIPTION DES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'EFFICACITÉ ET L'INNOCUITÉ DE LA VNI DURANT LES TRANSPORTS INTERÉTABLISSEMENTS EN PÉDIATRIE

Auteur, année [ref] Programme ou centres / pays	Critères d'inclusion	Type de ventilation (n transports)	Mode de transport (n)	Durée des transports en minutes moyenne \pm ET ou médiane (EI)	Période de recrutement
Études sur le CPAP et autres modalités de VNI					
Baird, 2009 [60] <i>Morgan Stanley Children's Hospital</i> / États-Unis	≤ 18 ans, DR sans arrêt cardiorespiratoire, choc, trauma tête, visage ou cou ou incapacité à protéger les voies respiratoires (toux ou réflexe nauséeux absents)	CPAP (16) BiPAP (9)	terrestre (31) ^a	38 \pm 27 82 \pm 12	2005-2006
Fleming, 2012 [61] NETS / Australie	Diagnostic de bronchiolite	CPAP (51)	terrestre (44) avion (5) hélicoptère (2)	57 \pm 51	2003-2007
Holbird, 2020 [62] <i>Royal University Hospital</i> / Canada	30 jours à < 17 ans, sans trachéotomie	CPAP (40) BiPAP (69) ONHD (9)	terrestre (48) avion (70)	163 \pm 51	2017-2018
Hutton, 2022 [63] CATS / Royaume-Uni	> 1,5 kg, ≤ 16 ans	CPAP (144) BiPAP (31) ONHD (142)	terrestre (316) aérien (1) ^c	40 (27-59) 45 (34-59) 40 (25-65)	2017-2019
Millan, 2017 [64] <i>Hospital San Joan Déu</i> / Espagne	Tout enfant avec insuffisance respiratoire aiguë	CPAP (50) BiPAP (58)	terrestre (108)	NR (20-70) [‡]	2010-2013
Roy, 2022 [65] QGH au CHEO / Canada	0-24 mois, détresse respiratoire	CPAP (33)	avion (33)	NR ^b	2016-2019
Études exclusivement sur l'ONHD					
Kemper, 2023 [66] CMCCT / États-Unis	> 30 jours, < 18 ans, ONHD (≥ 4 L /min) durant le transport, sans trauma	ONHD	terrestre, avion ou hélicoptère (358) ^d	80 (69-115) [†]	2019-2020
Miura, 2021 [67] PIPER / Australie	< 18 ans, DR ou diagnostic associé, sans arrêt cardiaque, sepsis, choc septique, trouble neurologique, trauma, brûlure ou intoxication	ONHD	terrestre (269)	NR	2015-2019
Schlapbach, 2014 [68] <i>Mater Children's Hospital</i> / Australie	< 2 ans, transférés vers une USI	ONHD	terrestre (117) hélicoptère (25) avion (8)	60 (6-228) [‡]	2009-2012
Yap, 2025 [74] RFDS / Australie (WA)	0-16 ans	ONHD	avion (32)	79 (NR)	2015-2018

BiPAP : ventilation positive à deux niveaux de pression, CATS : *Children's Acute Transport Service*, CHEO : *Children's Hospital of Eastern Ontario*, CIPAP : ventilation en pression positive continue, CMCCT : *Children's Mercy Critical Care Transport*, DR : détresse respiratoire, EI : écart interquartile, ET : écart type, L : litre, min : minute, NETS : *Neonatal and Pediatric Transport Service (New South Wales)*, NR : non rapporté, ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit, PIPER : *Paediatric Infant Perinatal Emergency Retrieval*, QGH : *Qikiqtani General Hospital*, RFDS : *Royal Flying Doctor Service*, SDRA : syndrome de détresse respiratoire aiguë, USI : unité de soins intensifs, WA : *Western Australie*

[‡] moyenne et étendue

^a 31 transports pour 25 enfants, incluant des retours au domicile d'enfants sous VNI depuis au moins un mois en raison d'une maladie neurologique (n = 9)

^b Les auteurs mentionnent que les vols duraient environ 3 heures

^c Sans autre précision

^d Environ 60 % de transports terrestres (information obtenue de l'auteur)

Les principales caractéristiques des populations étudiées sont décrites au tableau 10. Des informations sur le nombre d'enfants éligibles à la VNI durant le transport sont rapportées dans cinq études [60-62, 65, 74]. Dans celles-ci, entre 2 et 52 % des enfants sous VNI ont été intubés avant le transport. Les populations étudiées comptaient entre 39 à 76 % de garçons avec un âge moyen ou médian de près d'un jusqu'à 27,6 mois. Dans une étude, 35 % des enfants avaient moins d'un an [67]. Dans quatre études, les auteurs mentionnent avoir inclus des nouveau-nés de moins d'un mois [60, 61, 63, 65] et dans celle où cette information est disponible, la population étudiée comptait 30 % de nouveau-nés [65]. Le poids moyen ou médian des enfants se situait entre 3,6 et 12,9 kg. Les diagnostics ayant mené à un transport interétablissements étaient majoritairement d'ordre respiratoire. Ainsi, les populations incluaient de 9 à 77 % d'enfants atteints de bronchiolite dans sept études [62-65, 67, 68, 74] et 100 % dans une autre [61]. Dans certaines études, une infection ou une maladie respiratoire constituait de 12 à 58 % des diagnostics rapportés [60, 62-65, 67, 68]. Dans quatre études, il est spécifié que de 1 à 41 % des enfants souffraient d'une maladie cardiaque [60, 63, 67, 68] alors que ce diagnostic était exclu dans une étude [61]. Une étude incluait des enfants avec un problème neurologique dans une proportion de 40 % [60]. Les diagnostics ne sont pas précisés dans l'étude de Kemper *et al.* sur l'ONHD [66].

TABEAU 10. CARACTÉRISTIQUES DES POPULATIONS DES ÉTUDES ORIGINALES SUR LA VNI DURANT LES TRANSPORTS INTERÉTABLISSEMENTS EN PÉDIATRIE

Auteur, année [ref]	Éligibles à la VNI	Transférés sous VNI			
		n (%)	Sexe masc. (%)	Âge en mois moyenne ± ET ou médiane (EI)	Poids en kg moyenne ± ET ou médiane (EI)
Études sur le CPAP ou le BiPAP					
Baird, 2009 [60] - CPAP - BiPAP	26	25 ^a (96)	NR	0,8 ± 0,7 6 ± 5	NR
Fleming, 2012 [61]	54	51 ^b (94)	50	1,8 ± 1,3 ^c	3,6 ± 0,8
Holbird, 2020 [62]	120	118 ^d (98)	48	27,6 ± 43,2	12,9 ± 12,5
Hutton, 2022 [63] - CPAP - BiPAP	NR	144 31	57 39	3,1 (0,4-7,0) 27,3 (16,3-86,1)	4,1 (2,9-6,3) 11,4 (8,1-18,7)
Millan, 2017 [64]	NR	288	62	3,4 (1,2-17)	NR
Roy, 2022 [65]	34	33 ^e (97)	76	0,6 (0,0-3,4) ^f	4,3 (2,8-6,6)
Études sur l'ONHD					
Hutton, 2022 [63]	NR	142	54	5,2 (1,4-31,2)	5,7 (3,3-13,1)
Kemper, 2023 [66]	NR	358	NR	8,4 (3,6-12,0)	8,3 (6,2-11,0)
Miura, 2021 [67]	NR	286	61	NR	NR
Schlapbach, 2014 [68]	NR	150	NR	6,2 (0,3-23) [‡]	6,7 (2,3 à 13,5) [‡]
Yap, 2025 [74]	61	32 (52) ^g	59	6 (8) [~]	7 (4) [~]

BiPAP : ventilation positive à deux niveaux de pression, CPAP : ventilation en pression positive continue, EI : écart interquartile, ET : écart type, kg : kilogrammes, masc : masculin, NR : non rapporté, ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit

[‡] moyenne et étendue, [~] médiane et écart interquartile

^a Un enfant de neuf ans éligible à la VNI n'a pas toléré le CPAP et a été exclu des analyses

^b Trois enfants sous CPAP ont été intubés avant le transport

^c La population inclut des nouveau-nés sans précision du nombre

^d Données manquantes pour deux enfants

^e Un enfant transféré sous CPAP vers Iqaluit puis vers le CHEO avec des canules nasales a été exclu des analyses

^f Cette étude inclut 10 (30,0 %) nouveau-nés

^g 29 enfants ont été intubés avant le transport

Description des pratiques de transports interétablissements

Choix du support ventilatoire

Dans les études analysées, la sélection du mode de support ventilatoire pour le transport interétablissements découlait généralement d'une décision clinique prise au cas par cas après discussion entre le médecin du centre référent et l'équipe de transport. Dans l'étude de Yap *et al.*, le choix du mode ventilatoire n'est pas décrit [74]. Certains auteurs spécifient les critères sur lesquels les modalités de ventilation étaient choisies, soit la stabilité de l'enfant ou la sévérité des symptômes respiratoires [61, 63-65], la réponse au test initial avec la VNI effectué avant le transport [62, 63], l'interprétation des gaz sanguins [61], le mode et la durée du transport [61] ou encore l'expertise locale et la disponibilité des équipements [63]. Pour l'estimation de la sévérité des symptômes d'asthme, le score de Wood-Downes [78] et celui de BROSJOD (*bronchiolitis score of Sant Joan de Déu*) [79] pour celle de la bronchiolite, ont été utilisés dans l'étude de Millan *et al.* [64]. Des critères objectifs pour exclure le transport sous VNI d'enfants atteints de bronchiolite sont précisés dans une étude, soit un niveau de pH inférieur à 7,25 ou une apnée sévère nécessitant une stimulation fréquente et un besoin en oxygène supérieur à 80 % pour maintenir la saturation en oxygène supérieure à 93 % [61]. Un protocole a été développé dans une autre étude en Australie sur l'intégration en 2014-2015 de l'ONHD pour les transports terrestres vers une USI pédiatrique des enfants ayant besoin d'un support ventilatoire [67]. Ce protocole stipule que l'ONHD peut être utilisée pour les mêmes indications que le CPAP, soit la détresse respiratoire due à une bronchiolite, une pneumonie, une insuffisance cardiaque, une maladie neuromusculaire, de l'apnée liée à la prématurité, une hypoxémie ($\text{SpO}_2 < 90\%$) et des signes de détresse respiratoire modérée à sévère malgré un débit d'oxygène standard. Les contre-indications au transport sous VNI sont l'obstruction des voies nasales, l'atrésie des choanes⁶ et un traumatisme ou une chirurgie du nasopharynx. Des contre-indications générales à l'utilisation du CPAP sont également précisées dans une autre étude, soit les pneumothorax non drainés, la pneumopathie bulleuse, la paralysie des cordes vocales, l'instabilité hémodynamique, un score de Glasgow de 12 et moins, un saignement digestif actif, une chirurgie gastrique ou de l'œsophage récente, des vomissements, une occlusion intestinale, une infection des sinus, une pneumoencéphalie confirmée ou un traumatisme facial [64]. De plus, des contre-indications à la VNI spécifiques au transport doivent également être respectées, soit :

- Absence d'amélioration de la capacité respiratoire sous VNI depuis 15 à 30 minutes avant le transport ou période de stabilisation estimée plus longue que le transport;
- Gestion inappropriée des sécrétions;
- Ratio $\text{SpO}_2 / \text{FiO}_2$ inférieur à 150 après 30 minutes sous VNI si suspicion de SDRA;
- Besoin en oxygène élevé ($\text{FiO}_2 > 60\%$) de 15 à 30 minutes avant le transfert;
- Obstruction des voies respiratoires supérieures;
- Enfant peu collaboratif malgré la sédation;
- Faible synchronisation de la respiration [64].

Dans une autre étude, les indications pour procéder à l'intubation avant le transport par voie terrestre suivantes ont été rapportées : une augmentation du travail respiratoire, des épisodes d'apnée récurrents, un faible niveau de conscience, l'aggravation de l'hypoxémie ($\text{SpO}_2 < 91\%$ et $\text{FiO}_2 > 60\%$) ou de l'hypercapnie et la présence d'acidose respiratoire [63].

Composition des équipes de transport

Selon les études disponibles, les équipes de transport des enfants sous VNI étaient constituées soit 1) de deux ambulanciers accompagnés d'un résident en soins critiques pédiatriques pour tous les transports d'enfants gravement malades (insuffisance cardiovasculaire, pulmonaire ou neurologique aigüe, défaillance multiviscérale, traumatisme multiple ou grave) [60], 2) de deux professionnels de la santé (ambulanciers paramédicaux en soins avancés, infirmières autorisées ou inhalothérapeutes) [65], et 3) d'un pédiatre, d'une infirmière et d'un ambulancier [64]. La présence d'un résident et d'une infirmière spécialisés en transport était requise lors de tous les transports terrestres et aériens dans une étude [61]. Les auteurs de trois études spécifient que des intensivistes pédiatriques, néonatalogistes ou obstétriciens réalisaient le triage pour toutes les missions et assuraient une surveillance médicale durant le transport [61, 62, 66]. À noter que dans trois études sur l'utilisation de l'ONHD, la composition des équipes de transport n'est pas spécifiée [67, 68, 74].

⁶ Maladie congénitale caractérisée par une obstruction osseuse ou membraneuse, empêchant la communication entre la cavité nasale et le nasopharynx

Dispositifs et paramètres de ventilation et d'humidification

Les dispositifs et les paramètres de ventilation utilisés dans les études sur la VNI pendant le transport de clientèles pédiatriques sont décrits au tableau 11. Dans les études sur le CPAP, la VNI était administrée avec divers modèles de ventilateurs à une pression expiratoire positive initiale moyenne entre 5 et 6 cm H₂O. Elle était généralement initiée par l'équipe de transport en raison du manque d'équipement ou d'expertise en inhalothérapie dans les centres référents dans une étude [62], pour près du tiers [60] et des deux tiers des transports dans une autre [61]. La ventilation était prodiguée aux enfants à l'aide de différents modèles de ventilateurs et canules nasales, avec une pression moyenne de départ entre 5 et 10 cm H₂O. Aucune donnée relative à l'humidification des gaz n'est spécifiée dans les études sur le CPAP. Dans une étude sur l'ONHD, il est précisé qu'un humidificateur chauffant conforme aux directives de la *Federal Aviation Administration* américaine est utilisé pour l'humidification des voies respiratoires (Anapod Humi-Therm^{MC} et Humidified Wick Breathing System^{MC}) [66]. Les paramètres d'utilisation de l'ONHD ne sont pas décrits dans une étude [74].

TABEAU 11. DISPOSITIFS ET PARAMÈTRES DE VENTILATION DANS LES ÉTUDES SUR LA VNI DURANT LES TRANSPORTS INTERÉTABLISSEMENTS EN PÉDIATRIE

Auteur, année [ref]	Ventilateur	Interface patient	PEP (cm H ₂ O) moyenne (étendue)	VNI initiée par l'équipe de transport n (%)
Études sur le CPAP				
Baird, 2009 [60]	Pulmometrics LTV-1000 ^{MC} Bio-Med MVP-10 ^{MC} (pour enfants < 4 kg)	Canule nasale (n = 27) Masque oronasal ou nasal (n = 4)	CPAP : 5 (NR) BiPAP : NR (10-20)	7 (28)
Fleming, 2012 [61]	Stephan Reanimator 120 ^{MC}	Canule nasale	7 (NR)	34 (67)
Holbird, 2020 [62]	Hamilton T1 ^{MC}	Canule nasale ou masque oronasal	NR	NR ^a
Hutton, 2022 [63]	Pneupac babyPAC ^{MC} (avant juillet 2018) Hamilton T1 ^{MC} (à partir de juillet 2018)	NR	CPAP : 6 (5-7) [‡] BiPAP : 6 (6-7) [‡]	NR ^b
Millan, 2017 [64]	Crossvent 2+ ^{MC} (62 %) Oxylog 3000 ^{MC} (35 %) Dispositif maison (3 %)	masque oronasal (32 %), canule binasale (34 %), tube nasopharyngé (33 %) ^b	6 (5-8)	94
Roy, 2022 [65]	Hamilton T1 ^{MC}	NR	6 (5-7) [‡]	NR
Auteur, année [ref]	Ventilateur	Interface patient	débit (L / kg / min) moyenne (étendue)	VNI initiée par l'équipe de transport n (%)
Études sur l'ONHD				
Holbird, 2020 [62]	Hamilton T1 ^{MC}	Canule nasale	NR	NR ^a
Hutton, 2022 [63]	Optiflow ^{MC} et Hamilton T1 ^{MC} (à partir de juillet 2018)	Canule nasale	1,9 (1,5-2,0) [‡]	NR
Kemper, 2023 [66]	Anapod ^{MC}	Canule nasale	1,2 (NR) [‡]	NR
Miura, 2021 [67]	NR	Canule nasale	2 (NR)	NR
Schlapbach, 2014 [68]	Fisher & Paykel system	Canule nasale	NR	NR
Yap, 2025 [74]	NR	Canule nasale	NR	NR

BiPAP : ventilation positive à deux niveaux de pression, cm : centimètres, CPAP : ventilation en pression positive continue, L : litre, min : minute, NR : non rapporté, ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit, PEP : pression expiratoire positive, VNI : ventilation non invasive
[‡] médiane (écart interquartile)

^a La VNI a été initiée par l'équipe de transport pour 107 (91 %) des 118 enfants transférés sous CPAP, BiPAP ou ONHD

^b Selon une communication personnelle rapportée par les auteurs de la revue systématique [51]

RÉSULTATS SUR L'EFFICACITÉ

Escalade respiratoire et intubation

Les résultats des études originales sur l'escalade respiratoire et l'intubation lors des transports interétablissements pour des clientèles pédiatriques sous VNI sont présentés au tableau 12. Différentes définitions d'un épisode d'escalade respiratoire ont été utilisées par les auteurs des études alors que dans quatre sur le CPAP, seuls les cas d'intubation ont été considérés [60-62, 64]. Deux cas d'escalade respiratoire ont été observés durant le transport sous VNI (CPAP ou BiPAP) dans deux [64, 65] des cinq études [60-62, 64, 65] qui rapportent cet indicateur. Dans l'étude de Millan *et al.*, il s'agissait d'une intubation durant le transport terrestre d'un enfant qui n'aurait pas dû être transféré sous VNI puisque ce cas de SDRA persistant constituait, selon le protocole en place dans cet établissement, une contre-indication à la VNI et aurait dû être détecté avant le transfert [64]. Dans celle de Roy *et al.*, il s'agissait de l'intubation d'un enfant de 19 mois transféré en raison d'apnée qui s'est aggravée pendant le transport [65]. Pour ce dernier, la ventilation à l'aide du CPAP a été initiée en vol et l'apnée persistante a nécessité une ventilation au ballon-masque puis, après un essai en mode BiPAP, un atterrissage d'urgence pour procéder à l'intubation en milieu contrôlé et sécuritaire a été effectué. Aucune intubation n'a été rapportée durant le transport dans quatre études sur le CPAP ou le BiPAP [60-63]. Dans trois études, les proportions de cas d'escalade respiratoire observées jusqu'à 24 heures après l'admission au centre receveur varient de 6,5 à 13,9 % [60, 63, 65]. Des proportions de cas d'intubation jusqu'à 24 heures après l'admission au centre receveur entre 3,2 et 15,2 % ont été observées dans 5 études [60, 61, 63-65]. Les auteurs de trois études ont précisé que selon eux, ces intubations ne sont pas liées à un échec de la VNI durant le transport, mais pourraient s'expliquer par la progression de la maladie [60, 61, 65]. Pour Millan *et al.*, la décision de procéder à une intubation dans les hôpitaux tertiaires recevant les enfants reposait sur plusieurs autres facteurs que ceux liés au transport [64].

Parmi les cinq études sur l'ONHD [63, 66-68, 74], des cas d'escalade respiratoire durant le transport ont été rapportés dans trois études [66, 68, 74]. Dans Kemper *et al.*, la proportion de cas d'escalade respiratoire était de 9,5 % durant le transport [66], de 1,3 % dans celle de Schlapbach *et al.* [68] et de 34,3 % dans celle de Yap *et al.* [74]. À l'exception d'une intubation durant le transport ayant été rapportée dans l'étude de Yap *et al.* [74], aucun autre cas n'a été observé dans les quatre autres études [63, 66-68]. Dans l'étude de Kemper *et al.*, aucun cas d'intubation n'a été observé jusqu'à 24 heures après l'admission au centre receveur [66], alors que la fréquence variait entre 3,3 et 8,6 % dans les autres études [63, 67, 68]. De plus, l'introduction de l'ONHD pour le transport interétablissements dans les pratiques d'un établissement était associée à une baisse du risque d'intubation selon le résultat d'une analyse de régression linéaire multivariée réalisée dans l'étude de Schlapbach *et al.* (RC ajusté pour l'âge, la distance, le diagnostic et la gravité des symptômes : 0,51; IC à 95 % : 0,27-0,95) [68]. Les taux d'escalade respiratoire à 24 heures s'élevaient entre 7,3 et 32,9 % dans l'étude qui incluait la transition de l'ONHD vers la VNI et l'augmentation du débit respiratoire [66]. Dans l'étude de Miura *et al.*, aucune escalade respiratoire n'a été observée durant le transport [67]. Cependant 23 intubations ont été réalisées durant toute la durée du séjour aux soins intensifs, bien qu'elles aient été faites pour la majorité des cas durant le premier 24 heures (médiane : 19,6 heures, EI : 3,8-35,3) [67].

TABLEAU 12. RÉSULTATS SUR L'ESCALADE RESPIRATOIRE DURANT ET JUSQU'À 24 HEURES APRÈS LE TRANSPORT RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES SUR LA VNI EN PÉDIATRIE

Auteur, année [ref]	Patients transférés sous VNI	Définition de l'escalade respiratoire	Escalade respiratoire			
			Tous les événements		Intubation	
			durant le transport n (%)	jusqu'à 24 heures n (%) ^a	durant le transport n (%)	jusqu'à 24 heures n (%) ^a
Études sur le CPAP et le BiPAP						
Baird, 2009 [60]	25	Intubation jusqu'à 24 heures après l'admission	0	3 (12,0) ^b	0	3 (17,6) ^b
Fleming, 2012 [61]	51	Intubation jusqu'à 24 heures après l'admission	0	5 (9,8)	0	5 (9,8)
Holbird, 2020 [62]	118	Intubation durant le transport	0	NR	0	NR
Hutton, 2022 [63]	CPAP : 144 BiPAP : 31	Intubation, baisse de la SpO2 et augmentation de la FiO2 ou ajustement de la VNI ^c	NR	11 (7,6) 2 (6,5)	0 0	9 (6,3) 1 (3,2)
Millan, 2017 [64]	108	Intubation jusqu'à 24 heures après l'admission	1 (0,9)	15 (13,9) ^d	1 (0,9)	15 (13,9) ^d
Roy, 2022 [65]	33	Intubation jusqu'à 24 heures après l'admission ou passage au BiPAP	1 (3,0)	NR ^e	1 (3,0)	5 (15,2)
Études sur l'ONHD						
Hutton, 2022 [63]	142	Intubation, baisse de la SpO2 et augmentation de la FiO2 ou ajustement de la VNI	0	14 (9,9)	0	11 (7,7)
Kemper, 2023 [66]	358	Intubation, transition vers VNI ou augmentation du débit respiratoire jusqu'à 24 heures après l'admission	34 (9,5)	118 (32,9)	0	0
Miura, 2021 [67]	269	Intubation ou escalade du mode ventilatoire jusqu'à 4 heures après l'admission aux soins intensifs	0	23 (8,6) ^f	0	0
Schlapbach, 2014 [68]	150	Intubation, transition vers VNI jusqu'à 24 heures après l'admission aux soins intensifs	2 (1,3)	11 (7,3)	0	5 (3,3)
Yap, 2025 [74]	32	Intubation, augmentation de la FiO2, du débit respiratoire ou passage au BiPAP durant le transport	11 (34,3)	NR	1 (3,1)	NR

BiPAP : ventilation positive à deux niveaux de pression, CPAP : ventilation en pression positive continue, FiO₂ : fraction inspirée en oxygène, NR : non rapporté, ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit, SpO₂ : saturation pulsée en oxygène, VNI : ventilation non invasive

^a Incidence cumulée d'événements durant le transport et jusqu'à 24 heures après l'admission au centre receveur

^b Les données jusqu'à 24 heures sont disponibles pour 17 enfants (55 %) transférés

^c Définition de cas non précisé, estimée à partir des informations rapportées dans la section résultats de l'article

^d Intubations effectuées jusqu'à 12 heures après le transport. Les auteurs rapportent également 11 intubations après 12 heures et jusqu'à la fin de la durée de l'hospitalisation

^e 10 enfants ont nécessité l'utilisation du BiPAP après l'arrivée au centre receveur, mais le moment précis n'est pas rapporté

^f Escalades respiratoires durant le séjour aux soins intensifs et observées 19 heures (médiane) après l'admission

Facteurs de risque d'escalade respiratoire et d'intubation

Études sur le CPAP ou le BiPAP

Dans l'étude de Hutton *et al.*, les facteurs potentiellement associés au risque d'intubation lors d'un transport sous CPAP, BiPAP ou OHND ont été évalués en comparant les caractéristiques cliniques et les indicateurs physiologiques de la respiration des enfants qui n'ont pas présenté d'escalade respiratoire ($n = 269$) pendant le transport à ceux qui ont été intubés jusqu'à 24 heures après l'admission au centre receveur ($n = 21$) [63]. Aucune différence statistiquement significative entre ces groupes n'a été observée pour les indicateurs physiologiques de la respiration, le poids, les comorbidités, le diagnostic, la sévérité des symptômes ou la durée de la ventilation avant le transport. Les 21 enfants qui ont été intubés avaient cependant une FiO_2 légèrement supérieure avant le transport (médiane de 38 %; EI : 25-50 % vs 33 %; EI : 21-40 %; $p = 0,71$). Dans cette même étude, les données disponibles pour 137 (62,1 %) des transports réussis sous VNI et 7 (33 %) de ceux qui ont échoué suggèrent un niveau de CO_2 transcutané un peu plus élevé chez les enfants du premier groupe (médiane de 51,4 mmHg (EI : 34,6–64,5) vs 46,9 mmHg (EI : 38,3–55,5); $p = 0,81$). Le ratio SpO_2 / FiO_2 , disponible pour 13 (61,9 %) et 197 (73,2 %) des enfants de ces deux groupes, était également un peu plus faible pour ceux qui ont été intubés (médiane de 0,24 (EI : 0,19-0,39) vs 0,31 (EI : 0,23-0,45); $p = 0,18$). Ces différences n'étaient toutefois pas statistiquement significatives. Parmi les transports complétés sous VNI avec succès dans l'étude de Hutton *et al.*, une plus grande proportion des enfants avait un diagnostic principal de problème respiratoire (43,9 % vs 28,6 %; $p = 0,17$). Dans l'étude de Fleming *et al.*, il n'y avait pas de différence statistiquement significative entre les enfants transférés sous CPAP avec succès ($n = 49$) et ceux qui ont été intubés après leur admission aux soins intensifs au centre receveur ($n = 5$) au regard du poids, de la prématurité ou des valeurs de pH, CO_2 et FiO_2 mesurées après stabilisation au centre référent [61].

Indicateurs physiologiques de la fonction respiratoire

Des données sur différents indicateurs physiologiques de la fonction respiratoire ont été rapportées dans trois études sur le transport d'enfants sous CPAP [60, 61, 65]. Dans l'étude de Fleming *et al.*, la FiO_2 moyenne observée chez l'ensemble des enfants ($n = 51$) après le transport était inférieure à la valeur moyenne observée avant le transport ($40 \pm 0,14$ % vs 62 ± 29 %; $p < 0,001$) [61]. Dans Roy *et al.*, la valeur médiane de la FiO_2 avant et après le transport était identique chez les 33 enfants transférés sous CPAP (30; EI : 21-30 %) [65]. Un résultat similaire était observé en excluant les 10 nouveau-nés inclus dans l'étude. En ce qui a trait aux résultats de CO_2 sanguin disponibles, pour 40 des 51 (78 %) enfants transférés sous CPAP, Fleming *et al.* n'ont observé aucune différence statistiquement significative entre les valeurs moyennes mesurées avant et après le transport (49 et 45 respectivement; $p = 0,5$) [61]. Roy *et al.*, ont également rapporté une faible variation de la valeur médiane de CO_2 sanguin avant et après transport sous CPAP, variation qui n'atteignait pas le niveau de signification statistique (45; EI : 35-50 vs 44; EI : 40-54; $p = 0,39$) [65]. La saturation en oxygène moyenne était aussi demeurée stable avant et après le transport (97 ± 6 % vs 98 ± 1 %; $p = 0,9$) dans l'étude de Baird *et al.* [60]. Dans cette dernière étude, des valeurs similaires de pH avant et après le transport étaient également observées dans ce même groupe d'enfants (médianes : 7,3; EI : 7,3-7,4; $p = 0,94$), et ce, également en excluant les nouveau-nés inclus dans l'étude. Une diminution statistiquement significative de la fréquence respiratoire à l'arrivée au centre référent était observée chez 32 enfants transférés sous CPAP dans l'étude de Roy *et al.* (médiane : 52; EI : 42,0-60 vs 64; EI : 50-77,8; $p < 0,001$). Une valeur moyenne un peu plus faible de la fréquence respiratoire après le transport est rapportée dans l'étude de Baird *et al.*, bien que la différence ne soit pas statistiquement significative (37 ± 8 vs 41 ± 9 respirations / minute; $p = 0,36$) [60]. La fréquence cardiaque moyenne après le transport était aussi moins élevée dans cette étude, mais la différence n'atteignait pas le niveau de signification statistique (138 ± 21 vs 143 ± 21 pulsations minute; $p = 0,45$).

Complications respiratoires et interventions requises

Les résultats des études sur les complications respiratoires et les interventions effectuées (autres que l'intubation) durant les transports interétablissements en pédiatrie sont présentés au tableau 13. Les auteurs de deux études sur le CPAP mentionnent qu'aucun événement indésirable ou complication n'a été observé durant le transport, sans précision des événements ciblés [61, 64]. Des épisodes de désaturation, parfois avec bradycardie (sans précision du nombre), ont été observés chez huit enfants transportés sous CPAP dans l'étude de Baird *et al.* et ont nécessité une ventilation au ballon-masque ou une succion [60]. Holbird *et al.* rapportent que trois enfants transférés sous CPAP ont eu un épisode de désaturation ($SaO_2 < 80$ %) causée par de l'apnée [62]. Dans l'étude de Roy *et al.*, un épisode de bradycardie a mené à

l'administration de salin et quatre enfants ont nécessité une ventilation au ballon-masque [65]. Les auteurs d'une étude sur l'ONHD précisent qu'aucun cas de pneumothorax n'a été observé ni aucune réanimation cardiopulmonaire requise [68]. Deux cas de pneumothorax ayant également requis l'administration d'une sédation ont été observés durant le transport dans une autre étude sur l'ONHD [74].

TABLEAU 13. RÉSULTATS SUR LES COMPLICATIONS RESPIRATOIRES ET LES INTERVENTIONS DURANT OU JUSQU'À 24 HEURES APRÈS LE TRANSPORT INTERÉTABLISSEMENTS DANS LES ÉTUDES SUR LA VNI EN PÉDIATRIE

Auteur, année [ref]	Patients (n)	Complications respiratoires observées (n)	Intervention excluant l'intubation (n)
Études sur le CPAP			
Baird, 2009 [60]	25	Désaturations (8) ^a	Succion ou ventilation au ballon-masque (8)
Fleming, 2012 [61]	51	Aucun événement indésirable observé durant le transport	Sédation (11) ^b Ventilation au ballon-masque (1)
Holbird, 2020 [62] ^t	118	Désaturations (3) ^c , apnée (3)	Sédation (4)
Millan, 2017 [64]	108	Pas de complications durant le transport	--
Roy, 2022 [65]	33	Bradycardie (1)	Bolus de salin normal (1) Ventilation au ballon-masque (4)
Étude sur l'ONHD			
Schlapbach, 2014 [68] ^t	150	Pneumothorax (0), pneumonie par aspiration (0)	Réanimation cardiorespiratoire (0)
Yap, 2025 [74]	32	Pneumothorax (2)	Sédation (2)

CPAP : ventilation en pression positive continue, ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit, VNI : ventilation non invasive

^t Complications évaluées jusqu'à 24 heures après le transport

^a Les auteurs mentionnent que les interventions ont été réalisées en raison des épisodes de désaturation avec parfois présence de bradycardie

^b Sédation administrée après l'initiation du CPAP en raison d'inconfort des enfants

^c Désaturations causées par l'apnée chez les mêmes enfants

Mortalité

Des données relatives à la mortalité ont été rapportées dans deux études sur le CPAP ou le BiPAP [62, 63] et deux sur l'ONHD [63, 67]. Les auteurs d'une étude mentionnent qu'un enfant parmi les 118 transportés sous CPAP (0,8%) est décédé en raison de complications associées à un syndrome de détresse respiratoire aigüe durant son hospitalisation aux soins intensifs [62]. Dans une autre étude, aucun décès n'est rapporté parmi les 144 enfants transférés sous CPAP, 31 sous BiPAP et 142 sous ONHD [63]. Dans l'étude de Miura *et al.*, la proportion d'enfants transférés par voie terrestre sous ONHD en raison d'une maladie respiratoire avant (2010 à 2014) et après (2015 à 2019) implantation de cette modalité ventilatoire est passée de 5,0 (21/420) à 45,9 % (269/586), alors que le taux de mortalité intrahospitalière observé pour ces mêmes périodes est demeuré relativement similaire (1,7 vs 1,0 %; $p = 0,37$) [67]. Dans une autre étude sur l'ONHD, aucun décès parmi les 150 enfants transférés par voie terrestre ou aérienne n'a été observé [68].

Autres complications

Dans une étude, aucune blessure nasale n'a été observée durant le transport par voie terrestre d'enfants sous CPAP ($n = 19$) ou BiPAP ($n = 9$), par contre les auteurs spécifient qu'un enfant de 9 ans n'a pas toléré le CPAP en raison de l'inconfort causé par le masque [60]. De l'inconfort est aussi rapporté dans une étude sur le CPAP, pour les 11 enfants qui ont reçu une sédation (Tableau 11) [61]. Dans l'étude de Millan *et al.* réalisée auprès de 118 enfants, l'intolérance à l'interface utilisée pour la VNI (masque facial, canule binasale ou tube nasopharyngé) constituait l'événement indésirable le plus fréquent et a été observé chez trois d'entre eux (2,5 %) [64]. Dans une autre étude, aucun des 51 enfants transférés sous CPAP n'a vomi ni présenté de signes cliniques suggérant une fuite d'air pulmonaire lors du retrait du dispositif [61]. Des vomissements chez deux enfants sous ONHD ont été rapportés dans l'étude de Yap *et al.* [74]. Aucun arrêt cardiaque n'a été observé dans trois études sur les transports sous ONHD [67, 68, 74] de même qu'aucun cas de pneumonie d'aspiration dans l'une d'elles [68].

Dysfonctionnement des dispositifs de ventilation

Dans Hutton *et al.*, un cas de dysfonctionnement du dispositif de ventilation lors de l'administration du BiPAP chez 31 enfants et un autre chez 142 enfants sous ONHD ont été observés [80] durant le transport. De plus, dans la même étude, un ajustement du masque ou de la canule a été requis pour quatre cas avec l'ONHD, six avec le CPAP et un avec le BiPAP.

Synthèse et appréciation des études sur la VNI durant les transports en pédiatrie

Les données disponibles pour évaluer l'efficacité et l'innocuité de l'utilisation de modalités de VNI pour la prise en charge de la détresse respiratoire durant les transports interétablissements en pédiatrie sont issues de 10 études au total, soit 2 études rétrospectives sur le CPAP, le BiPAP et l'ONHD [62, 63], deux études rétrospectives sur le CPAP et le BiPAP [60, 64], dont une étude pilote prospective [64], deux rétrospectives exclusivement sur le CPAP [61, 65] et quatre exclusivement sur l'ONHD [66-68, 74]. Dans ces études observationnelles, le choix du mode de ventilation était généralement effectué par les cliniciens du centre référent et les équipes de transport et les critères utilisés à cette fin [61, 63-65] ou des contre-indications à la VNI étaient rapportés dans certaines études [64, 67]. Selon les informations disponibles, les équipes de transport incluaient toujours un médecin ou un résident dans trois études [61, 63, 64] ou pour le transfert d'enfants gravement malades dans une autre [60]. Les résultats indiquent que des cas d'intubation durant le transport sont des événements rares ayant été rapportés chez trois enfants et dans peu d'études, soit deux études sur le CPAP ou le BiPAP [64, 65] et une autre sur l'ONHD [74] alors qu'aucun cas ne l'a été dans trois études sur le CPAP ou le BiPAP [60-62] et quatre sur l'ONHD [62, 63, 66, 68]. Des cas d'escalade respiratoire, mais sans intubation, chez 10 % des populations de deux études sur l'ONHD [66, 68] ont été observés durant le transport interétablissements. Les résultats à 24 heures indiquent des proportions d'escalade respiratoire entre 7 et 48 % [60, 61, 63-65] et parmi celles-ci, des intubations sont survenues pour 6 à 18 % des enfants transférés sous CPAP ou BiPAP [60, 61, 63-65]. Dans les études sur l'ONHD durant un transport interétablissements, 11 (8 %) [63], 5 (3 %) [68] et 2 (3,1 %) [74] cas d'intubation ont été rapportés jusqu'à 24 heures après l'admission aux soins intensifs. Une analyse pour identifier des facteurs de risque a été effectuée dans deux études [61, 63] et les résultats d'une étude suggèrent que le ratio SpO_2 / FiO_2 et la valeur du pH sanguin avant le transport [63] seraient associés à la survenue d'escalade respiratoire durant le transport alors que des résultats contradictoires ont été observés pour la FiO_2 et le CO_2 dans l'autre [61]. Les auteurs de trois études sur le CPAP ont mesuré différents indicateurs physiologiques de la fonction respiratoire et les résultats montrent peu de changements dans les valeurs avant et après transport [60, 61, 65], si ce n'est une diminution de la FiO_2 [61] ou de la fréquence respiratoire [65]. Peu d'études ont porté sur la mortalité et les résultats ne suggèrent pas de lien avec la VNI durant le transport [62, 67]. Quelques complications ont été observées durant les transports interétablissements, incluant huit [60] et trois [62] épisodes de désaturation de même que trois cas d'apnée [62] et un de bradycardie [65]. Un cas de pneumothorax a été rapporté durant un transport par avion dans une étude [74]. Dans deux études sur l'utilisation du CPAP ou du BiPAP, aucun événement indésirable [61, 64] n'est survenu durant les transports.

Les limites suivantes doivent être considérées dans l'interprétation des résultats provenant des études disponibles :

- À l'exception d'une étude pilote sur l'ONHD [64], les études reposent sur des devis rétrospectifs qui ne permettent pas de contrôler l'effet possible d'autres facteurs ni d'établir de façon certaine un lien de causalité entre la modalité de ventilation et la survenue d'escalade respiratoire ou encore des autres indicateurs d'efficacité;
- Les co-interventions administrées pour la prise en charge de la détresse respiratoire (p. ex. : surfactant, caféine et sédation) sont décrites dans une seule étude [64];
- Les données proviennent majoritairement de transports terrestres, un total de 1148 transferts ayant été réalisés sous VNI alors que 220 l'ont été par avion et 99 par hélicoptère;
- Les critères d'inclusion variables d'une étude à l'autre mènent à l'étude de populations différentes en termes d'âge, de diagnostic et de comorbidités;
- Les définitions de cas d'escalade respiratoire utilisées dans les études sont hétérogènes;

- La description des populations ne permet pas de déterminer si les enfants étaient à un stade similaire de la maladie lors du transfert, un état de détresse respiratoire plus avancé pouvant influencer le risque de complications durant le transport;
- L'évaluation des autres complications respiratoires est peu standardisée ou systématique, la définition des événements considérés rarement définis *a priori*;
- Peu de résultats pour chacun des indicateurs physiologiques de la fonction respiratoire sont disponibles.

5.1.6 Études originales sur les transports interétablissements des populations adultes sous VNI

Les études portant sur les différentes modalités de VNI durant les transports interétablissements et menées auprès de populations adultes sont présentées au tableau 14. Trois études rétrospectives [69, 72, 81], une étude prospective [70] sur le CPAP ou le BiPAP et une étude prospective sur l'ONHD [73] ont été identifiées. Les transports évalués dans ces études ont été réalisés entre 2008 et 2020, en Australie pour trois études [69, 72, 81] et en Espagne [70] ou en France [73] dans une étude pour ces deux pays. Les études incluaient de 20 à 128 transports, pour un total de 277, majoritairement des transferts médicaux par hélicoptère [70, 72]. Dans l'étude de Garrote *et al.*, la ventilation en mode BiPAP était utilisée par l'équipe de transport par hélicoptère de patients en raison d'une maladie pulmonaire obstructive chronique (MPOC) exacerbée ou d'un œdème cardiopulmonaire, et ce, après stabilisation hémodynamique pour atteindre une saturation de 92 % et une fréquence respiratoire inférieure à 28 respirations par minute [70]. Dans une étude, les transports terrestres, par avion, hélicoptère ou par une navette multi fonction pour le transport de patients bariatriques étaient considérés [69], une autre incluait des transports aériens sans spécification du type [81], une des transports par avion ou hélicoptère et incluait un petit nombre de transports d'origine hors établissement vers un établissement de santé (5 des 128 (5 %) transferts) [72]. Enfin, une étude a évalué le transferts terrestres de patients atteints de COVID-19 et nécessitant des soins intensifs [73].

TABEAU 14. DESCRIPTION DES ÉTUDES ORIGINALES PORTANT SUR L'EFFICACITÉ ET L'INNOCUITÉ DE LA VNI DURANT LES TRANSPORTS INTERÉTABLISSEMENTS DES POPULATIONS ADULTES

Auteur, année [ref] Programme de transport ou centres / pays	Critères d'inclusion	Type de ventilation (n patients)	Mode de transport (n patients)	Pays	Période de recrutement
Études sur le CPAP ou le BiPAP					
Coggins, 2016 [69] GSA-HEMS / Australie	≥ 16 ans, transportés sous VNI	CPAP ou BiPAP (58)	avion, hélicoptère, ambulance ou navette multifonction ^a hélicoptère	Australie	2012-2013
Garrote, 2015 [70] Hélicoptères HEMS / Espagne	≥ 18 ans, œdème cardiogénique ou MPOC exacerbée, SpO ₂ < 90 % à l'air ambiant ou < 90 % et débit respiratoire > 28 resp./min au repos, sans critère d'intubation ^b	BiPAP (20)	hélicoptère	Espagne	2013-2014
Le Cong, 2012 [81] RFDS / Australie	Tous les patients adultes transférés sous VNI pour un problème respiratoire ou circulatoire	CPAP ou BiPAP (29)	aérien (29)	Australie	2008-2011
Weller, 2021 [72] LRM-RSQ / Australie	> 18 ans, sans intubation avant le transport et transporté sous VNI	CPAP ou BiPAP (128)	avion (25) hélicoptère (103)	Australie	2019-2020
Études exclusivement sur l'ONHD					
Dubie, 2021 [73] SMUR / France	Diagnostic de COVID-19 avec polypnée persistante ou hypoxémie réfractaire, sans critère d'intubation ^c	ONHD (42)	terrestre (42)	France	2020

BiPAP : ventilation positive à deux niveaux de pression, COVID-19 : maladie à coronavirus, CPAP : ventilation en pression positive continue, GSA : *Greater Sydney Area*, HEMS : *Helicopter Medical Services*, LRM-RSQ : *LifeFlight Retrieval Medicine-Royal Service Queensland*, MPOC : maladie pulmonaire obstructive chronique, ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit, resp. : respirations, RFDS : *Royal Flying Doctor Service*, SpO₂ : saturation pulsée en oxygène, SMUR : Structure mobile d'urgence et de réanimation de Chambéry et Angers, VNI : ventilation non invasive

^a Les proportions sont rapportées par type de transport pour l'ensemble des missions réalisées (n = 3018) par avion (9 %), hélicoptère (50 %), ambulance (39 %) ou navette multi fonction (1 %), mais ne sont pas spécifiées pour celles spécifiquement sous VNI (n = 106).

^b Arrêt respiratoire, instabilité et tension artérielle systolique < 70 mm Hg, score de Glasgow ≤ 8 ou agitation incontrôlée

^c PaCO₂ > 45 mmHg, instabilité hémodynamique, épuisement respiratoire ou altération de la conscience

Les principales caractéristiques des populations étudiées dans ces études sont décrites au tableau 15. Dans les études où cette information est disponible, tous les patients éligibles au transport sous VNI [72] et 58 des 106 éligibles (54,7 %) [69] ont été transférés sous VNI. Dans l'étude de Garrote *et al.*, 10 patients atteints d'œdème pulmonaire cardiogénique et 10 patients atteints de MPOC ont été sélectionnés consécutivement parmi les 30 éligibles et transférés sous VNI [70]. Les populations étudiées étaient constituées de 20 à 128 personnes, des hommes dans une proportion de 48 à 69 % et avec un âge moyen ou médian entre 63 et 72 ans. Les diagnostics ayant mené aux transports interétablissements les plus fréquents étaient la MPOC comptant pour 20 à 50 % des populations [69, 71, 72], l'œdème pulmonaire cardiogénique pour 24 à 50 % [69-72] et la pneumonie pour 15 à 34 % [69, 71, 72]. Une étude incluait exclusivement des patients avec un diagnostic de COVID-19 [73]. Des durées de transport médianes ou moyennes entre 39 et 65 minutes sont rapportées dans trois études [69, 70, 72].

TABLEAU 15. CARACTÉRISTIQUES DES POPULATIONS DES ÉTUDES ORIGINALES SUR LA VNI DURANT LES TRANSPORTS INTERÉTABLISSEMENTS DES POPULATIONS ADULTES

Auteur, année [ref]	Éligibles à la VNI	Patients n	Transférés sous VNI		
			Sexe masc. (%)	Âge en années médiane (étendue) ou moyenne ± ET	Durée des transports en minutes médiane (étendue)
Études sur le CPAP ou le BiPAP					
Coggins, 2016 [69]	106	58 ^a	60	62(14-85)	40 (30-62) ^b
Garrote, 2015 [70]	30	20 ^c	NR	70 (57-81)	39
Le Cong, 2012 [81]	NR	29	55	66± NR	NR
Weller, 2021 [72]	128	128 ^d	48	69 (61-74) [†]	65 (45-98) [†]
Étude sur l'ONHD					
Dubie, 2021 [73]	42	41 ^e	69	72 (65-78) [†]	NR

BiPAP : ventilation positive à deux niveaux de pression, CPAP : ventilation en pression positive continue, ET : écart type, masc. : masculin, NR : non rapporté, ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit, VNI : ventilation non invasive

[†] écart interquartile

^a 48 patients intubés avant le transport

^b Pour les 106 patients éligibles à la VNI

^c Un patient intubé avant le transport

Description des pratiques de transports interétablissements

Choix du support ventilatoire

La décision quant à la modalité de ventilation durant le transport des patients reposait sur un protocole dans deux études sur le CPAP ou le BiPAP [70, 81]. Dans celle de Garrote *et al.*, l'intubation était indiquée en présence d'arrêts respiratoires, de pauses respiratoires significatives, d'instabilité hémodynamique avec une pression artérielle systolique inférieure à 70 mm Hg, d'une perte de conscience (score de Glasgow \leq 8) ou d'agitation incontrôlée [70]. Dans l'autre, réalisée par Le Cong *et al.*, où un protocole semblait utilisé, les critères ne sont pas spécifiés [81]. Une téléconsultation avec un clinicien senior du programme de transport était effectuée avant le transfert afin de déterminer la modalité de ventilation dans l'étude de Weller *et al.* [72]. Dans l'étude de Dubie *et al.*, l'ONHD était indiquée durant le transport terrestre des patients atteints de COVID-19 en cas de polypnée persistante et d'hypoxémie (basée sur une évaluation subjective) malgré une oxygénothérapie conventionnelle et en l'absence de critères d'intubation immédiate ou prévisible à court terme, soit l'hypercapnie ($\text{PaCO}_2 > 45$ mmHg), l'instabilité hémodynamique, l'épuisement respiratoire ou une altération de la conscience [73].

Composition des équipes de transport

Les patients transportés vers les centres receveurs étaient sous escorte médicale dans les trois études sur le CPAP [69, 71, 72]. Le médecin provenait du centre receveur pour tous les transports par hélicoptère dans une étude [69] et pour ceux par avion, mais non par hélicoptère dans une autre [72]. Un équipage composé d'un médecin et d'une infirmière certifiée pour transport aérien était préconisé par le centre receveur dans une étude [81]. Les équipes incluaient un médecin et étaient complétées par la présence d'une infirmière pour les transports par avion [69, 72] ou par un ambulancier pour les transports terrestres ou par hélicoptère [69]. La composition de l'équipe de transport n'était pas précisée dans deux études [70, 73], mais le nombre de personnes était réduit au minimum dans l'étude sur le transfert par voie terrestre de patients atteints de COVID-19 [73].

Dispositifs et paramètres de ventilation et d'humidification

Dans les études sur l'utilisation du CPAP, du BiPAP ou de l'ONHD durant les transports interétablissements, la ventilation était administrée à l'aide de divers modèles de ventilateurs, soit l'Oxylog 3000^{MC} [69, 81], l'Hamilton T1^{MC} [72], le Monnal T60^{MC} [73] ou encore deux modèles différents (Monnal T60^{MC} ou Oxylog 3000^{MC}) [70]. L'interface patient était constituée d'un masque facial dans les études sur le CPAP ou le BiPAP et d'une canule nasale avec un masque d'intervention (*droplet mask*) dans l'étude sur le transport des patients malades de la COVID-19 vers des soins intensifs sous ONHD [73]. Les paramètres pour l'administration de la ventilation n'étaient pas décrits, à l'exception d'une pression moyenne de départ de 50 L / minute rapportée dans l'étude sur l'ONHD pour le transfert par voie terrestre des patients atteints de COVID-19 [73]. C'est également dans cette étude que la seule information relative à l'humidification des gaz est rapportée, avec la mention de l'utilisation d'un humidificateur chauffant (MR850^{MC}).

RÉSULTATS SUR L'EFFICACITÉ

Escalade respiratoire et intubation

Les résultats des études originales sur l'intubation durant les transports interétablissements, aucune étude n'ayant porté sur d'autres indicateurs d'escalade respiratoire, pour des clientèles adultes sous VNI sont présentés au tableau 16. Les résultats indiquent qu'aucune intubation n'a été réalisée durant les transports de patients ventilés en mode CPAP ou BiPAP par ambulance, avion, hélicoptère ou navette multifonction [69], hélicoptère [70] ou encore par transport aérien sans distinction du type [81]. Une seule étude a évalué les intubations jusqu'à 24 heures et 12 cas (20,7 %) ont été rapportés [69]. Dans l'étude de Dubie *et al.*, 2 des 41 (4,9 %) patients atteints de COVID-19 transférés sous ONHD par ambulance ont été intubés durant le transport [73].

TABLEAU 16. RÉSULTATS SUR L'INTUBATION DURANT ET JUSQU'À 24 HEURES APRÈS LE TRANSPORT INTERÉTABLISSEMENTS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES SUR LA VNI POUR DES POPULATIONS ADULTES

Auteur, année [ref]	Patients transférés sous VNI	Intubation	
		durant le transport n (%)	jusqu'à 24 heures n (%) ^a
Études sur le CPAP ou BiPAP			
Coggins, 2016 [69]	58 ^b	0	12 (20,7)
Garrote, 2015 [70]	20	0	NR
Le Cong, 2012 [81]	29	0	NR
Weller, 2021 [72]	128	0	NR
Étude sur l'ONHD			
Dubie, 2021 [73]	41 ^c	2 (4,9)	NR

BiPAP : ventilation positive à deux niveaux de pression, CPAP : ventilation en pression positive continue, NR : non rapporté, ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit, VNI : ventilation non invasive

^a incidence cumulée d'événements durant le transport et jusqu'à 24 heures après l'admission au centre receveur

^b parmi les 106 patients sous VNI, 48 ont été intubés avant le transport, dont 20 en raison de l'échec au test initial sous VNI

^c parmi les 42 patients sous VNI, un a été intubé avant le transport

Indicateurs physiologiques de la fonction respiratoire

Des résultats sur les changements des indicateurs physiologiques de la fonction respiratoire sont disponibles dans l'étude sur l'ONHD [73]. Initialement, une SaO₂ médiane de 92 % (étendue : 90 à 95 %) était observée avant le transport et la valeur médiane mesurée après le transport s'élevait à 93 % (étendue : 90 à 95 %). La valeur de la FiO₂ après le transport terrestre avait également peu changé avec une médiane de 75 % (étendue : 53 à 100 %) avant et de 80 % (étendue : 50 à 100 %) après le transport. La fréquence respiratoire est également restée similaire, une médiane de 30 respirations / minute (étendue : 26 à 32) avant et de 28 respirations /minute (étendue : 22 à 32) après le transport ayant été rapportées.

RÉSULTATS SUR L'INNOCUITÉ

Mortalité

Le Cong *et al.*, de même que Coggins *et al.* rapportent qu'aucun décès n'est survenu durant le transport aérien [69, 81] ou terrestre [69] des patients sous VNI dans ces études comptant respectivement 29 [81] et 58 [69] personnes.

Autres complications

Diverses complications ont été rapportées dans deux études sur la VNI durant un transport interétablissements par avion ou hélicoptère [72, 81]. Ainsi, dans celle de Le Cong *et al.*, de la fatigue et une intolérance au masque chez respectivement 2 et 4 des 29 patients transférés sous CPAP de même qu'un cas d'hypotension ont été observés alors qu'aucun cas de vomissements n'a été rapporté [81]. De plus, un arrêt cardiaque et deux arrêts respiratoires sont survenus durant le transport, mais n'ont pas été fatals. Dans l'étude de Weller *et al.*, deux cas d'intolérance au masque sont rapportés, mais aucun cas de pneumothorax, désaturation, hypotension ou arrêt cardiaque n'a été observé [72]. Garrote *et al.* mentionnent qu'aucune complication n'a été observée durant le transfert des 20 patients sous CPAP, bien que les événements visés n'aient pas été définis *a priori* [70].

Synthèse et appréciation des études sur la VNI durant les transports pour les clientèles adultes

Les données de la littérature pour évaluer l'efficacité et l'innocuité de l'utilisation des modalités de VNI durant les transports interétablissements de patients adultes sont issues de trois études rétrospectives [69, 72, 81] et d'une étude prospective sur le CPAP ou le BiPAP [70] et d'une étude prospective sur l'ONHD pour le transfert de patients atteints de COVID-19 [73]. Selon les informations disponibles concernant les pratiques des centres où les études ont été menées, le choix du support ventilatoire reposait sur des critères objectifs dans trois études [70, 73, 81] alors que la décision était prise en consultation avec le centre receveur dans une étude [72]. Les équipes de transport incluaient un médecin et une infirmière [69, 72, 81] ou un paramédic pour des transports terrestres ou par hélicoptère dans une étude [69]. Les résultats de ces études montrent peu de cas d'intubation durant les transports, deux cas ont été rapportés durant le transport terrestre de patients COVID sous ONHD dans une étude [73]. Une seule étude avec un suivi jusqu'à 24 heures est disponible et rapporte 12 intubations (20,7 %) réalisées après le transport aérien ou terrestre sous CPAP ou BiPAP [69]. Les indicateurs de fonction respiratoire (FiO_2 , SaO_2 et fréquence respiratoire) avaient peu changé dans l'étude sur le transfert terrestre de patients atteints de COVID-19 vers une USI [73]. Aucun décès n'a été observé durant les transports selon les indications de deux études sur des transferts aériens ou terrestres [69, 71]. Deux études ont identifié la survenue de complications durant le transport sous VNI (CPAP ou BiPAP), soit des cas d'intolérance au masque ($n = 6$), d'hypotension ($n = 1$) et d'arrêt cardiorespiratoire ($n = 3$) [72, 81].

Les limites suivantes sont à mentionner et suggèrent une certaine prudence pour l'interprétation et la généralisation des résultats de ces études auprès de patients adultes :

- Peu de transports et de patients ($n = 277$) ont été inclus dans les études (une seule avec plus de 60 patients [67]);
- Les données proviennent majoritairement d'études sur des transports aériens ($n = 192$ (69 %));
- Le devis rétrospectif ne permet pas d'assurer le contrôle des facteurs pouvant influencer le risque d'intubation et la survenue de complications durant le transport médical interétablissements ni de conclure à un lien de causalité avec le mode de ventilation [69, 72, 81];
- Les populations sont hétérogènes, les études incluant par exemple des proportions variables de patients avec MPOC ou encore tous traités et transférés en raison de complications respiratoires liées à la COVID-19;
- Les paramètres et modalités d'administration de la VNI sont peu décrits;
- Les co-interventions administrées pour la prise en charge de la détresse respiratoire ne sont pas décrites [69, 72, 73, 81];

- La durée des transports n'est pas rapportée dans trois études [70, 73, 81];
- Seuls les cas d'intubation ont été identifiés et peu d'autres indicateurs d'efficacité et d'innocuité de la VNI durant les transports interétablissements ont été mesurés;
- Un suivi jusqu'à 24 heures après le transport a été effectué dans une seule étude [81];

5.1.7 Études en cours

Deux protocoles pour la réalisation de revues systématiques ont été enregistrés sur le site du *National Institute for Health and Care Research* (NIHR) en 2025 [82, 83]. L'objectif de ces études est de recueillir et d'évaluer la littérature pertinente sur les modèles de prédiction des risques d'événements indésirables lors du transport de patients atteints de maladies aiguës et critiques. Il n'est pas explicitement précisé si le mode de ventilation fait partie des facteurs de risque qui seront considérés ni si l'intubation ou d'autres complications respiratoires observées durant les transports de patients critiques sous VNI seront évaluées. Ces revues systématiques doivent être complétées en janvier et en mai 2026.

5.2 Résultats sur la sécurité d'un ventilateur de transport

Quelques incidents en lien avec l'utilisation du ventilateur de transport Hamilton T1^{MC} ont été déclarés dans la base de données MAUDE de la FDA (Tableau 17) et dans celle de Santé Canada (Tableau 18) depuis 2010.

Les déclarations à la FDA sont classées selon la gravité en trois types d'événements : les dysfonctionnements, les blessures potentielles et les décès. En 2023 et 2025, trois cas de dysfonctionnement sans impact pour les patients ont été rapportés. Le premier, un échec aux tests réalisés avant le transport, a mené au report du transfert par hélicoptère d'un patient intubé vers un centre de réadaptation après un infarctus du myocarde avec élévation du segment ST en raison de la détérioration des conditions météorologiques. Deux cas de blessures potentielles ont été rapportés en 2023 et 2024. Les arrêts de la ventilation sans que l'alarme ne se déclenche se sont produits durant une hospitalisation. Finalement, le décès d'un patient hospitalisé et intubé en 2021 en raison de la COVID-19 serait survenu après que le tube de ventilation se soit délogé.

TABLEAU 17. DÉCLARATIONS D'ÉVÉNEMENTS INDÉSIRABLES RAPPORTÉS AVEC L'UTILISATION DU VENTILATEUR HAMILTON T1^{MC} DANS LA BASE DE DONNÉES MAUDE DE LA FDA ENTRE LE 1^{ER} JANVIER 2010 ET LE 16 JUIN 2025

Type d'événement	Description de l'événement	Mois-année
Dysfonctionnement (n = 3)	Échec aux tests d'étanchéité et d'étalonnage du capteur de débit lors du test prétransport	01-2025
	Message d'erreur, mauvais fonctionnement de la valve expiratoire	01-2025
	Message d'erreur lors du test interne	10-2023
Blessure potentielle (n = 2)	Défaillance du circuit alors que le ventilateur est fixé au patient	08-2024
	3 arrêts de la ventilation sans alarme (même patient)	11-2023
Décès (n = 1)	Délogement du tube de ventilation d'un patient atteint de COVID-19 intubé et hospitalisé	01-2021

COVID-19 : maladie à coronavirus, FDA : *Food and Drug Administration*, MAUDE : *Manufacturer and User Facility Device Experience*

Les événements déclarés dans la base de données de Santé Canada sont classés selon la gravité estimée du danger, de « sans effet sur la santé », à ayant un « potentiel de blessure ou de mort » jusqu'à la « mort ». En 2023, 10 déclarations décrivant différents dysfonctionnements avec le ventilateur Hamilton T1^{MC} ont été rapportés, pour lesquels aucun niveau de gravité n'a été attribué. Un cas sans effet sur la santé en 2018 et 14 cas ayant un potentiel de blessure ou de mort de 2012 à 2024 ont été rapportés. Trois de ces événements sont toujours indiqués en attente d'évaluation et les autres dysfonctionnements concernent des problèmes électriques, d'affichage ou des fuites de gaz. Un arrêt imprévu accompagné d'un saignement est survenu en 2025 et deux décès, en 2014 et en 2017, ont été observés bien que le lien avec le ventilateur ne puisse être établi.

La consultation de ces banques comporte certaines limites. Tout d'abord, une sous-déclaration est possible en raison du caractère volontaire de la déclaration des incidents. Les données ne permettent pas non plus d'établir une fréquence d'effets indésirables puisque le dénominateur, dans le cas présent, le nombre total de personnes pour lesquelles le ventilateur de transport a été utilisé, est inconnu. De plus, la définition succincte des événements et du contexte dans lequel ils sont survenus ne permet pas toujours de déterminer si le dispositif a effectivement été utilisé durant un transport ni d'identifier la modalité, invasive ou non invasive, qui était sélectionnée. Ces limites ne permettent pas toujours de conclure à un lien de causalité direct entre l'utilisation du ventilateur et la survenue d'un événement indésirable.

TABLEAU 18. DÉCLARATIONS D'ÉVÉNEMENTS INDÉSIRABLES RAPPORTÉS AVEC L'UTILISATION DU VENTILATEUR HAMILTON T1^{MC} AU REGISTRE DES INCIDENTS LIÉS AU MATÉRIEL DE SANTÉ CANADA ENTRE LE 1^{ER} JANVIER 2010 ET LE 16 JUIN 2025

Gravité du danger	Description de l'événement	Mois-année
Non attribué (n = 10)	En attente d'évaluation	02-2023
	En attente d'évaluation	03-2023
	En attente d'évaluation	03-2023
	En attente d'évaluation	03-2023
	Problème d'utilisation du dispositif, cause non établie	09-2020
	Problème électrique/électronique	07-2023
	Fuite de gaz/air, aucune conséquence sur la santé	10-2023
	Perfusion ou débit insuffisants	12-2023
	Échec de l'étalonnage	12-2023
Sans effet sur la santé (n = 1)	Non précisé	09-2018
Potentiel de blessure ou de mort (n = 14)	Arrêt imprévu, cause non établie	02-2019
	Arrêt imprévu	01-2023
	Aucun affichage	03-2023
	Incapacité à mettre sous tension	04-2023
	Échec de la mise hors tension, panne de courant	05-2023
	En attente d'évaluation	05-2023
	En attente d'évaluation	06-2023
	Arrêt imprévu	06-2023
	Aucun affichage	06-2023
	Bruit audible, en attente de conclusion	08-2023
	Problème de connexion, sortie de gaz	10-2023
	Problème de sortie de gaz	12-2023
	Problème d'interface dispositif-humain, problème d'affichage	01-2024
	Arrêt imprévu, perte de sang	03-2025
Mort (n = 2)	Problème de pile, absence de débit	12-2017
	Arrêt cardiaque, problème de connexion, système d'alarme	08-2014

Par ailleurs, Santé Canada a procédé à deux rappels de produits en lien avec l'utilisation des ventilateurs de marque Hamilton^{MC}. En février 2025, des canules nasales (modèle In2Flow^{MC} avec adaptateur OD15), produites entre le 1^{er} janvier 2022 et jusqu'en janvier 2025, ont été rappelées en raison de plaintes selon lesquelles le bouchon du côté opposé de la tubulure s'était détaché accidentellement, ce qui aurait provoqué des fuites. Il aurait pu en résulter une dégradation de l'assistance respiratoire à haut débit et entraîner une désaturation en oxygène. Le second rappel d'une série de lots en 2023 concernait les panneaux de commande des respirateurs Hamilton T1^{MC} à la suite de mentions d'interruption de la ventilation en raison d'un condensateur défectueux.

5.3 Enquête sur les pratiques de transports terrestres et aériens de patients vers les soins intensifs des établissements universitaires du Québec

Transports terrestres pour la clientèle de néonatalogie et de pédiatrie

Afin de documenter les pratiques et les enjeux reliés au transport terrestre et aux modalités de ventilation en néonatalogie et en pédiatrie, neuf intervenants ont été interrogés : une inhalothérapeute, une infirmière clinicienne et une pédiatre du CHU de Québec; un néonatalogiste, une pédiatre et un inhalothérapeute du CHU Ste-Justine; un néonatalogiste et un pédiatre de l'HME ainsi qu'un pédiatre du CIUSSS de l'Estrie-CHUS. Pour l'ensemble de ces centres, les demandes de transferts terrestres se font habituellement directement auprès du département de néonatalogie ou du département de pédiatrie du centre receveur. Pour les patients se dirigeant au CHU de Québec et au CIUSSS de l'Estrie-CHUS, les ententes de transport sont directement effectuées auprès des départements de néonatalogie et de pédiatrie. Pour les patients transportés vers Montréal, une demande peut être effectuée au Centre de coordination en périnatalogie et pédiatrie du Québec (CCPPQ) qui sera responsable de l'attribution des lits. Le CCPPQ est généralement avisé lorsque le centre receveur n'a pas la capacité d'accueillir le patient. Le médecin responsable au centre receveur, soit un néonatalogiste ou un pédiatre, discute avec le médecin demandeur, recueille les informations cliniques, donne les conseils de stabilisation et les modalités de ventilation et autres traitements médicaux à administrer durant le transport. Les transports terrestres critiques en néonatalogie sont assurés par les équipes de transport des centres receveurs. Au CHU de Québec, au CHU Ste-Justine et à l'HME, les équipes de transport sont composées d'une infirmière de néonatalogie et d'un inhalothérapeute spécialisé qui a les habiletés requises pour procéder à une intubation endotrachéale chez cette clientèle. En néonatalogie, il n'y a habituellement pas de médecin accompagnateur, mais l'équipe est supervisée à distance par le médecin du centre receveur. En pédiatrie, un médecin est généralement présent durant le transport puisqu'une équipe spécialisée est déployée depuis environ un an et demi seulement. L'objectif à moyen terme est que l'équipe constituée d'une infirmière et au besoin d'une inhalothérapeute devienne autonome, un médecin accompagnant les transferts de cas critiques seulement. Au CIUSSS de l'Estrie-CHUS, l'équipe de transport est responsable de la clientèle en néonatalogie et en pédiatrie. Cette équipe est composée d'une infirmière et d'un inhalothérapeute lors du transport d'un patient sous ventilation et il y a toujours la présence d'un médecin et d'un parent à bord de l'ambulance. Les équipes de transport pédiatrique du CHU Sainte-Justine et de l'HME se partagent les gardes aux deux semaines. L'équipe de transport est actuellement composée d'une infirmière, d'un inhalothérapeute et d'un médecin. L'équipe de transport spécialisée en pédiatrie au CHU de Québec est actuellement en cours d'implantation. À plus long terme, le fonctionnement de l'équipe de transport devrait s'apparenter à celle de la néonatalogie et la présence d'un médecin réservée aux cas critiques. Le centre receveur est responsable d'activer l'équipe accompagnatrice et d'informer le service ambulancier.

Une fois au centre référent, une évaluation de l'état clinique du patient est effectuée par les membres de l'équipe chargée d'accompagner le patient. Ainsi, un ajustement des modalités de prise en charge décidées au préalable par le médecin du centre receveur en concertation avec le médecin du centre demandeur, peut être effectué à la suite de l'évaluation de l'état du patient par l'équipe de transport. Il est possible que des patients jugés à risque de détérioration soient intubés avant le départ afin de prévenir une intubation durant le transport. La décision est toujours prise en discussion entre l'équipe de transport et le médecin responsable. L'ensemble des répondants ont mentionné privilégier la VNI à l'intubation endotrachéale, et ce, autant pour la clientèle de néonatalogie que pour la clientèle pédiatrique. De plus, selon eux, l'intubation endotrachéale devrait être évitée dans la mesure du possible en raison des risques qu'elle comporte pour les nouveau-nés et les jeunes enfants (p. ex. : hémorragies cérébrales, pneumothorax). Ces derniers ont également mentionné que la VNI est généralement plus confortable, moins invasive et favorise une récupération plus rapide pour le patient. Les patients sous ventilation invasive devant être transférés vers un autre établissement le seront habituellement en conservant ce type de support respiratoire. Pour l'ensemble des centres, la ventilation se fait majoritairement avec le CPAP ou le BiPAP, l'ONHD étant rarement (Ste-Justine, HME) ou pas du tout utilisée (CIUSSS de l'Estrie-CHUS, CHU de Québec), en raison de l'expertise développée avec le CPAP (CIUSSS de l'Estrie-CHUS), la supériorité non démontrée de cette modalité par rapport à l'ONHD (HME) ou encore l'absence de dispositif homologué pour le transport, à l'exception du Neopod^{MC} pour les nouveau-nés (CHU de Québec). Le CHU Ste-Justine a développé un protocole pour le transport des patients ventilés en néonatalogie. Ainsi, l'équipe de transport débute habituellement la ventilation en mode CPAP avec des paramètres de départ déjà déterminés et un test de tolérance d'environ 30 minutes avant de procéder au transport. Des ajustements dans les paramètres peuvent ensuite être effectués en fonction des besoins du patient. Ce test permet aussi d'évaluer la tolérance au CPAP et si une intubation est requise.

Le choix d'humidifier ou non les voies respiratoires ainsi que la méthode utilisée pour l'humidification n'est pas basée sur des critères établis, mais repose sur le jugement clinique. En ce qui a trait à l'humidification, les filtres ECH sont utilisés lors des transports de la clientèle en néonatalogie et en pédiatrie vers le CHU St-Justine et vers l'HME. Les répondants du CHU Ste-Justine ont également mentionné utiliser occasionnellement le Neopod^{MC} qui permet d'humidifier les voies respiratoires des nouveau-nés sous ONHD. Au CIUSSS de l'Estrie-CHUS, l'humidification des voies respiratoires n'est pas effectuée en raison des courtes distances parcourues (généralement entre une heure et une heure et 30 minutes). Actuellement, lors des transports médicaux terrestres de patients vers le CHU de Québec, la VNI est utilisée sans l'ajout d'un humidificateur, l'apport d'humidité relative provenant de l'air ambiant par la turbine du respirateur étant estimé suffisant.

Selon les répondants, l'utilisation de la VNI lors des transports terrestres pour la clientèle de néonatalogie et de pédiatrie ne poserait pas d'enjeux particuliers. Ce mode de ventilation est généralement bien toléré par les patients. Les répondants ont cependant mentionné le manque d'expertise de certains centres demandeurs pour intuber les nouveau-nés ou les jeunes enfants. Certains répondants ont également mentionné qu'il serait idéal de pouvoir utiliser des circuits humidifiants et chauffants. Certains ont aussi souligné l'importance de s'assurer avant le départ que le réservoir d'oxygène soit suffisamment rempli pour effectuer le trajet.

Transports terrestres pour la clientèle adulte

Afin de documenter les pratiques et les enjeux reliés au transport terrestre et aux modalités de ventilation pour la clientèle adulte, quatre pneumologues-intensivistes provenant du CHU de Québec, de l'IUCPQ et du CHUM ont été interrogés. Pour l'ensemble de ces centres, les demandes de transferts terrestres se font soit directement auprès du département de soins intensifs du centre receveur ou soit par l'intermédiaire du COOLSIQc. L'intensiviste du centre receveur discute avec le médecin demandeur (généralement un urgentologue), recueille les informations cliniques, donne les conseils de stabilisation. Les modalités de ventilation et les autres traitements à administrer durant le transport sont déterminés de concert avec le médecin du centre demandeur. Les transferts sont généralement sous la supervision d'un médecin du centre référent. Lorsque le patient est sous ventilation, la présence d'un inhalothérapeute est fortement recommandée. Seul le CIUSSS de l'Estrie-CHUS a mis en place une équipe de transport spécialisée composée d'une infirmière de soins critiques, d'un inhalothérapeute et parfois d'un médecin, si la condition clinique du patient le requiert.

La majorité des répondants considèrent qu'il est plus sécuritaire de procéder à une intubation endotrachéale chez les patients adultes qui nécessitent un support respiratoire lors du transport par ambulance afin d'éviter d'éventuelles complications durant le transfert. Seul le CIUSSS de l'Estrie-CHUS utiliserait le CPAP ou le BiPAP de façon plus régulière lors du transport de patients avec de faibles risques d'escalade respiratoire et ce, en présence d'une escorte médicale. À noter que les distances parcourues pour les transports de patients vers cet établissement sont en générale assez courtes et ne dépassent pas 1 heure 30 minutes.

Les principaux enjeux relatifs à la ventilation lors des transports interétablissements soulevés par les répondants sont l'absence de critères précis ou de protocoles pour le choix de la modalité de ventilation ou pour préciser le besoin de recourir à une intubation endotrachéale ainsi que la gestion des complications des patients transportés sous VNI en cours de transfert. Le consentement du patient et l'importance de considérer les valeurs et préférences de ce dernier dans le choix d'être intubé ou non lors d'un transfert ambulancier et même à l'égard du choix du patient d'être transféré ou non ont également été soulevés. Certains ont mentionné des enjeux relatifs au transport en tant que tel. Ainsi, le nombre limité de médecins disponibles pour accompagner les patients pourraient causer un enjeu de couverture des urgences du centre demandeur. Un répondant a également soulevé un enjeu relatif à l'organisation du service de transport ambulancier sur l'île de Montréal. Les demandes de transport étant centralisées, les transports interétablissements et de première ligne (par exemple de la résidence d'une personne à l'urgence) étant gérées et coordonnées par le même service, ces derniers pourraient se retrouver en compétition. Selon ce répondant, il serait préférable d'instaurer deux services distincts afin d'améliorer la prise en charge tant en première ligne que pour les transports interétablissements des patients nécessitant des soins critiques.

Transports aériens pour les clientèles de néonatalogie, de pédiatrie et la clientèle adulte

Le programme d'EVAQ coordonne tous les transports aériens au Québec et une partie de ceux en provenance du nord du Nouveau Brunswick. Il prend en charge la réception, l'analyse et la priorisation des demandes de transfert de patients

transmises par les établissements de santé. Le processus de transfert d'un patient par avion-hôpital d'un établissement de santé en région éloignée vers un centre spécialisé débute par l'évaluation du patient par un médecin du centre référent. Si ce dernier considère que le patient doit recevoir des soins qui ne peuvent être donnés dans son établissement, il contacte le centre receveur. Une entente est préalablement conclue entre le médecin du centre référent et celui du centre receveur, ce dernier signifiant la capacité de son à fournir les soins requis. Pour les cas de traumatologie la trajectoire est simplifiée et tous les patients de l'Est du Québec sont dirigés vers l'HEJ et ceux en provenance du Nord et de l'Ouest vers les centres hospitaliers désignés de Montréal. Lorsque le transfert est accepté, la centrale de coordination des services d'EVAQ est contactée afin d'organiser le transport. L'infirmière de la centrale de coordination qui reçoit la demande confirme ou détermine le niveau de priorité à lui accorder, de 1 (critique) à 5 (reportable). Le centre qui demande le transfert organise le transport par ambulance vers l'aéroport désigné et un médecin et, dépendement de la criticité du patient, un médecin et une infirmière du centre peuvent l'accompagner jusqu'au tarmac pour le transfert. Pour les transports aériens gérés par le programme d'EVAQ, l'infirmière de la centrale de coordination, secondée par un médecin régulateur, fait les recommandations nécessaires au centre hospitalier demandeur afin d'assurer un vol sécuritaire selon la condition de l'usager. Pour les patients nécessitant une assistance respiratoire, le médecin référent et receveur déterminent le type de ventilation requis pour assurer un transport sécuritaire du patient. Les directives de préparation du patient doivent tenir compte de la pathologie de l'usager et de l'anticipation des soins requis durant le transport interétablissements. Selon la condition du patient, il peut s'avérer opportun d'évaluer la possibilité que l'équipe d'EVAQ se rende au centre demandeur pour assurer une prise en charge optimale. Une réévaluation du meilleur support respiratoire pour l'usager peut être réalisée pendant le déroulement de la mission par la centrale de coordination EVAQ et le médecin régulateur afin de s'assurer d'un transfert aérien sécuritaire. Pour tout transport médical critique, la tolérance du patient au mode de ventilation en place doit être évaluée. Le matériel requis, incluant la réserve en oxygène et la consommation d'énergie, est déterminé entre autres en fonction de la pathologie du patient, de la distance à parcourir et des conditions météorologiques.

Les transferts des clientèles néonatales et pédiatriques sont assurés par une équipe de transport spécialisée composée d'un médecin, d'une infirmière et d'une inhalothérapeute formée spécifiquement pour le type de clientèle (néonatalogie ou pédiatrie). Le rôle de l'inhalothérapeute est particulièrement critique durant la période pendant laquelle le patient est escorté jusqu'au transbordement qui est associé à des mouvements mettant à risque le système de ventilation en place. L'inhalothérapeute assure la gestion des paramètres de la ventilation, le retrait d'équipement du centre référent et l'installation du ventilateur de vol et est habilité à procéder à une intubation endotrachéale au besoin. Comme pour les transports terrestres, habituellement, le mode de ventilation déjà en place avant le transport est conservé durant le transport. Les patients critiques nécessitant un support respiratoire sont généralement intubés avant le transfert pour assurer leur stabilité pendant le vol. La VNI peut être utilisée pour le transport de la clientèle de néonatalogie et de pédiatrie, en raison notamment des risques inhérents à l'intubation endotrachéale chez cette clientèle. Cette pratique est cependant peu fréquente. Pour la clientèle adulte, l'équipe de transport d'EVAQ est habituellement composée d'un médecin et d'une infirmière. La présence d'une inhalothérapeute est recommandée pour tous les cas pulmonaires complexes ou sous ventilation invasive. La VNI n'est que très rarement utilisée et est considérée comme une mission spéciale devant être préalablement approuvée. Tous les patients adultes intubés qui ne peuvent être sevrés de la ventilation mécanique sont transportés en conservant ce type de ventilation.

Les répondants interrogés ont exprimé des réserves en ce qui a trait à la sécurité d'utiliser la VNI en transport aérien, notamment du fait des risques de décompensation et des difficultés d'intubation en vol en cas de complications. Des limites inhérentes au mode de transport rendant la gestion des voies aériennes plus difficiles ont également été mentionnées telles que l'espace restreint et des turbulences possibles, la consommation élevée d'oxygène et le faible niveau d'humidité relative en altitude.

Synthèse de la consultation réalisée sur l'humidification des voies respiratoires

Selon un chercheur intensiviste de l'IUCPQ consulté pour son expertise sur la ventilation mécanique, l'humidification des voies respiratoires et les dispositifs dédiés à cette fin, aucune étude de qualité portant spécifiquement sur l'humidification des gaz respiratoires durant un transport médical n'est disponible. L'*American Association for Respiratory Care* (AARC) doit cependant intégrer à la prochaine version de son guide de pratique une recommandation spécifique à l'humidification des voies respiratoires durant les transports médicaux sous ventilation mécanique.

Il est reconnu que l'humidification est requise en tout temps lors de l'utilisation de la ventilation invasive puisque les voies aériennes supérieures (qui normalement réchauffent et humidifient les gaz inspirés) sont court-circuitées par le tube endotrachéal et que les gaz délivrés sont plus secs que l'air ambiant. L'humidification des gaz délivrés aux patients devrait conséquemment s'appliquer au transport de patients intubés. Lorsque des modalités non invasives de ventilation sont en place durant le transport, la nécessité d'humidifier les voies respiratoires pourrait être évaluée en fonction de la durée du transport, du type de ventilateur utilisé, des besoins en oxygène et de certaines conditions cliniques. L'humidification des voies respiratoires ne serait probablement pas requise avec l'usage d'un ventilateur à turbine (sans besoin d'une source de gaz comprimé externe) sur une courte période de temps lorsque la FiO_2 est inférieure à 50 %. Par contre, l'humidification des voies respiratoires à l'aide d'un échangeur de chaleur et d'humidité (ECH) ou d'un humidificateur chauffant (HC) serait préférable lorsque la FiO_2 est supérieure à 50 % avec l'usage d'un ventilateur de soins intensifs alimenté par des sources de gaz comprimés. La présence de sécheresse buccale constituerait également une condition justifiant l'humidification des gaz. Chez les patients intubés en cours de transport, en absence de syndrome de détresse respiratoire aigüe (SDRA) ou en présence d'un SDRA peu sévère, un ECH pourrait être intégré au circuit ventilatoire. Le dispositif d'humidification devrait être suffisamment performant, soit idéalement prodiguer plus de 28 mg H_2O / L. Des niveaux d'humidification légèrement moindres seraient acceptables pour une période de ventilation brève (par exemple pour la plupart des transports en ambulance). L'utilisation d'un ECH (qui ajoute un espace mort de 30 à 100 ml) peut être problématique, dans les cas sévères de SDRA, définis par une fréquence respiratoire de plus de 25 respirations par minute, un volume courant inférieur à 6 cc par kg du poids idéal théorique pour maintenir une pression de plateau inférieure à 30 cm H_2O ou une pression motrice inférieure à 15 cm H_2O). Cela est d'autant plus vrai qu'avant le transport, les patients ont déjà une acidose respiratoire malgré une minimisation de l'espace mort (avec l'utilisation d'un CHC). Dans ces situations, il est important de limiter l'espace mort instrumental. Il faudrait idéalement utiliser un CHC pour humidifier les voies respiratoires (pratique difficile avec l'équipement actuel sauf s'il est possible de brancher le CHC chauffant durant le transport. Sinon, il faut privilégier un ECH de faible espace mort (volume inférieur à 60 ml) et performant (> 28 mg H_2O / L)⁷. Dans un contexte d'hypercapnie, il serait également préférable d'utiliser un CHC ou encore un ECH de faible espace mort (< 60 ml). Si l'utilisation d'un CHC n'est pas possible pendant le transport (situation la plus probable), il faut envisager d'évaluer les gaz artériels après 15 à 20 minutes dans les conditions du transport (avec un ECH) chez les patients les plus fragiles. Par ailleurs, ne pas humidifier les gaz lors de la ventilation mécanique pourrait mener à une augmentation de la résistance des voies aériennes, un risque d'inflammation bronchique, de dysfonctionnement mucociliaire et d'atélectasie distale. Une atteinte de la muqueuse bronchique, un arrêt de la fonction mucociliaire et une modification des sécrétions peuvent survenir après seulement quelques minutes sans humidification.

Les références à l'appui de ces recommandations sont disponibles à l'annexe 8.

5.4 Enquête sur les pratiques de ventilation durant les transports interétablissements aériens

Au total, des données sur sept programmes de transports aériens ont été obtenues (Tableau 19). Les questionnaires sur les pratiques relatives à la ventilation mécanique ont été complétés soit par une infirmière en pratique avancée, une inhalothérapeute et une coordonnatrice (EVAQ, Québec); un paramédic en soins avancés (BCEHS, Colombie-Britannique); une directrice de programme (NETS-NSW, Australie); un responsable clinique (STARS, Alberta, Manitoba, Saskatchewan); un médecin accompagnateur (CATS, Royaume-Uni); une néonatalogiste (NNTP, Irlande) ou une clinicienne spécialiste en médecine préhospitalière et en évacuation médicale (NSW Ambulance, Australie). Le programme d'EVAQ, le *Shock Trauma Air Rescue Service* (STARS,) et le *BC Emergency Health Services* (BCEHS) du Canada réalisent des transports aériens pour tout type de clientèle, respectivement par avion et par hélicoptère, à l'exception du programme d'EVAQ qui doit initier ce dernier mode de transport en 2026. Le programme d'EVAQ réalise également des transports planifiés à partir de navettes multipatients pour l'accès à des soins et traitements spécialisés et surspécialisés qui ne sont pas offerts dans leur région et pour le retour à domicile. Ces missions (plus de 5000 par année) n'ont pas été incluses dans la présente description des transports. Le *Children's Acute Transport Service* (CATS) et le *Neonatal and Pediatric Transport Service-New South Wales* (NETS-NSW) desservent des clientèles néonatales et pédiatriques alors que le *National Neonatal Transport Program*

⁷ Selon une évaluation indépendante de la performance des différents dispositifs d'humidification passive disponibles, cinq modèles d'ECH permettent d'atteindre ce niveau d'humidité absolue tout en limitant suffisamment l'espace mort (Hygrobac S^{MC} (utilisé au CHU de Québec), Sedacona ACD-S^{MC}, Hygrovent S^{MC}, HumidStar 55 Plus^{MC}, DAR Adult Pediatric electrostatic foam filter HME^{MC})

(NNTP) le fait en néonatalogie spécifiquement. Tous trois assurent des transports par avion ou par hélicoptère. Le *New South Wales (NSW) Ambulance* assure les transferts interétablissements d'adultes par avion et hélicoptère.

Le NNTP et le CATS transportent en moyenne moins de 15 enfants ou nouveau-nés par année alors que le programme australien *NSW Ambulance* et celui d'EVAQ le font respectivement pour plus de 1 800 adultes et pour plus de 400 nouveau-nés et enfants. Selon les informations disponibles, les programmes de transports aériens desservent de 15 à 250 établissements de leur territoire. La répondante du CATS n'a pas rapporté le nombre total d'hôpitaux desservis, mais a indiqué que les transports sont réalisés vers quatre unités de soins intensifs pédiatriques à Sydney, constituant 90 % de leurs activités. Sauf pour de rares exceptions (p. ex. : escorte de patients vers d'autres pays), les distances maximales parcourues par avion varient de 1500 à 4600 km. Les distances maximales des transports par hélicoptère sont de 278 à environ 730 km. Les durées moyennes des transports aériens (avion et hélicoptère combinés) réalisés dans le cadre de ces programmes ont été estimées à moins d'une heure jusqu'à six heures.

TABEAU 19. DESCRIPTION DES TRANSPORTS RÉALISÉS DANS LE CADRE DES PROGRAMMES DE TRANSPORT MÉDICAL AÉRIEN SONDÉS

Nom du programme Pays	Mode de transport	Nombre moyen de transports par année néonatalogie	pédiatrie	adulte	Hôpitaux desservis	Distance max. (km)	Durée moyenne (h)
EVAQ Canada (QC)	avion	228	232	1880	> 60	1700	2
STARS Canada (AB, MA, SA)	avion hélicoptère	NR	NR	NR	NR ^a	NR	0,5-2 ^b
BCEHS Canada (CB)	avion hélicoptère	NR	NR	NR	47	1500 280	4-6
NNTP Irlande	avion hélicoptère	2 10	S.O.	S.O.	15	2000 450	1
CATS Royaume-Uni	avion hélicoptère	0 3	9 2	S.O.	4 (USI) ^c	> 15 000 ^d 463	NR
NETS-NSW Australie	avion hélicoptère	123 123	112 112	S.O.	250	4600 732	6
NSW Ambulance Australie	avion hélicoptère	S.O.	S.O.	273 1 092	NR ^e	2500 700	4

AB : Alberta, BCEHS : BC *Emergency Health Services*, CATS : *Children's Acute Transport Service*, CB : Colombie Britannique, EVAQ : Évacuations aéromédicales du Québec, km : kilomètres, h : heures, MA : Manitoba, max. : maximale, NETS-NSW : *Neonatal and Pediatric Transport Service-New South Wales*, NNTP : *National Neonatal Transport Program*, NR : non rapporté, NSW : *New South Wales*, QC : Québec, SA : Saskatchewan, S.O. : sans objet, STARS : *Shock Trauma Air Rescue Service*

^a Plusieurs bases couvrant chacune des provinces

^b Cette durée est estimée pour les transports par hélicoptère uniquement. Le STARS est mandaté par le Ministère de la santé du Manitoba pour fournir les soins intensifs à bord des avions ambulances (environ 500 missions par an), mais n'est pas propriétaire des aéronefs.

^c Nombre total d'hôpitaux desservis non rapporté, mais les transports sont réalisés vers quatre unités de soins intensifs pédiatriques de Sydney en Australie

^d Distance estimée par Copilot (intelligence artificielle), pour des missions d'accompagnement départ du Royaume-Uni vers l'Australie

^e Les services de transports aériens couvrent l'ensemble des établissements de santé de l'État de la Nouvelle-Galles du Sud.

Choix du support ventilatoire

À l'exception de la répondante du STARS qui a rapporté l'utilisation d'un protocole standardisé, la décision quant au mode de ventilation pour le transport de patients nécessitant un support respiratoire est prise par le médecin régulateur ou consultant du programme (EVAQ, CATS, NNTP, NETS-NSW) ou par un paramédic en soins avancés dans un programme (BCEHS). La collaboration avec les centres receveur et référent dans cette prise de décision a été spécifiée par trois répondants (EVAQ, *NSW Ambulance*, CATS). Les responsables du programme d'EVAQ ont rédigé une note de service pour guider l'utilisation de la VNI en vol selon certaines spécificités et pour uniformiser cette pratique. Cette note est rendue

disponible à tout le personnel EVAQ autant aux infirmières, aux médecins régulateur, aux médecins de mission qu'aux équipes spécialisés qui collaborent avec EVAQ, soit les infirmières de néonatalogie ainsi que les inhalothérapeutes spécialisés pour la clientèle néonatale et pédiatrique. La répondante du NETS a précisé que, sans être spécifiques au transport, un certain nombre de politiques et de lignes directrices encadrant la gestion de diverses maladies étaient disponibles pour soutenir la prise de décision quant au mode de ventilation et le répondant du BCEHS que cette décision reposait sur les guides et recommandations issus de la littérature sur les soins intensifs. Les critères qui, selon les répondants, guident le choix du mode ventilatoire sont rapportés au tableau 20. Les plus fréquemment mentionnés sont la stabilité hémodynamique et les indicateurs de fonction respiratoire (EVAQ, BCEHS, NNTP, CATS, NETS-NSW, NSW Ambulance), le diagnostic (EVAQ, BCEHS, CATS, NSW Ambulance), le niveau de conscience (BCEHS, NNTP, CATS, NSW Ambulance) et la durée du transport (EVAQ, BCEHS, CATS, NSW Ambulance). De plus, certains ont ajouté tenir compte également de la présence à bord d'un inhalothérapeute (EVAQ), de la quantité de gaz et d'électricité requise (CATS) ou de l'évolution clinique attendue (NSW Ambulance).

TABEAU 20. CRITÈRES UTILISÉS POUR DÉTERMINER LE SUPPORT RESPIRATOIRE (VENTILATION INVASIVE OU NON INVASIVE) DURANT LE TRANSPORT DANS LES PROGRAMMES DE TRANSPORTS AÉRIENS SONDÉS

	EVAQ	BCEHS	NNTP	CATS	NETS-NSW	NSW Ambulance
Âge gestationnel (néonatalogie)	✓	✓				S.O.
Stabilité hémodynamique	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Diagnostic	✓	✓		✓		✓
Niveau de conscience		✓	✓	✓		✓
Indicateurs de fonction respiratoire	✓	✓	✓	✓		✓
Durée du transport	✓	✓		✓		✓
Mode de transport	✓	✓				✓

BCEHS : BC Emergency Health Services, CATS : Children's Acute Transport Service, EVAQ : Évacuations aéromédicales du Québec, NETS-NSW : Neonatal and Pediatric Transport Service-New South Wales, NNTP : National Neonatal Transport Program, NSW : New South Wales, S.O. : sans objet

Modalités de ventilation mécanique en néonatalogie

Les répondants des programmes sondés ont été appelés à estimer les proportions des transports aériens réalisés en néonatalogie sous ventilation invasive ou non invasive (CPAP, BiPAP et ONHD), selon le mode de transport (avion ou hélicoptère). La ventilation invasive est utilisée durant les transports par avion pour 50 % des nouveau-nés ayant besoin d'un support respiratoire (NNTP, NETS-NSW) ou cette option est fréquente pour le programme d'EVAQ (Tableau 21). Pour les transports réalisés par hélicoptère, cette proportion varie de 38 à 86 % (NNTP, NETS-NSW). La VNI en mode CPAP est rarement utilisée dans le cadre des transports par avion réalisés par le programme d'EVAQ, alors qu'elle le serait pour environ 20 % de ceux effectués par avion et environ 30 % de ceux en hélicoptère pour le NNTP. La répondante du NETS-NSW a indiqué que la moitié des transferts en néonatalogie étaient effectués en mode CPAP ou BiPAP. Le mode BiPAP est utilisé par le programme d'EVAQ pour environ 20 % des transports par avion, il n'est pas utilisé lors de transports par avion ou rarement lors de transports par hélicoptère du NNTP. L'ONHD est utilisée par le CATS et par le NNTP, et ce, pour respectivement 14 % et 30 % des transports en néonatalogie nécessitant un support respiratoire. Les informations sur les modalités de ventilation n'ont pas été rapportées ou ne sont pas disponibles dans deux programmes (STARS, BCEHS).

TABLEAU 21. MODES DE VENTILATION LORS DES TRANSPORTS NÉCESSITANT UN SUPPORT RESPIRATOIRE EN NÉONATOLOGIE DANS LES PROGRAMMES AÉRIENS SONDÉS

Nom du programme	Mode de transport	Transports / an	Ventilation invasive (%)	CPAP (%)	BiPAP (%)	ONHD (%)
EVAQ	avion	50	fréquent	rare	~ 20	0
CATS	avion	0	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.
	hélicoptère	3	86	0	0	14
NNTP	avion	2	50	20	0	30
	hélicoptère	10	38	30	rare	30
NETS-NSW	avion	123	50	50		0
	hélicoptère	123	50	50		0

BiPAP : ventilation positive à deux niveaux de pression, CATS : *Children's Acute Transport Service*, CPAP : ventilation en pression positive continue, EVAQ : Évacuations aéromédicales du Québec, NETS : *Neonatal and Pediatric Transport Service- New South Wales*, NNTP : *National Neonatal Transport Program*, ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit, S.O. : sans objet

Modalités de ventilation mécanique en pédiatrie

Les différents modes de support ventilatoire privilégiés lors des transports aériens pour la clientèle pédiatrique sont rapportés au tableau 22. La ventilation invasive est fréquemment utilisée dans le cadre des transports réalisés par le programme d'EVAQ (pourcentage non disponible) et pour 14 à 50 % des transports par avion ou hélicoptère dans deux autres programmes (CATS, NETS-NSW). Le CPAP n'est pas utilisé (CATS), rarement (EVAQ) ou encore la moitié des transports sont réalisés avec cette modalité ou avec le BiPAP (CATS-NSW). L'ONHD est utilisée dans le cadre d'un seul programme aérien, pour environ 59 % des transferts par avion et 43 % de ceux par hélicoptère (CATS). Un répondant n'a pas rapporté les modalités de ventilation utilisées (STARS) et cette donnée n'est pas disponible dans un autre programme (BCEHS).

TABLEAU 22. MODES DE VENTILATION LORS DES TRANSPORTS DE PATIENTS NÉCESSITANT UN SUPPORT RESPIRATOIRE EN PÉDIATRIE SELON LES RÉPONDANTS DES PROGRAMMES AÉRIENS SONDÉS

Nom du programme	Mode de transport	Transports / an	Ventilation invasive (%)	CPAP (%)	BiPAP (%)	ONHD (%)
EVAQ	avion	228	fréquent	rare	rare	0
CATS	avion	9	19	0	22	59
	hélicoptère	2	14	0	0	43
NETS-NSW	avion	112	50	50		0
	hélicoptère	112	50	50		0

BiPAP : ventilation positive à deux niveaux de pression, CATS : *Children's Acute Transport Service*, CPAP : ventilation en pression positive continue, EVAQ : Évacuations aéromédicales du Québec, NETS-NSW : *Neonatal and Pediatric Transport Service- New South Wales*, ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit

Modalités de ventilation mécanique chez les adultes

Pour la clientèle adulte nécessitant un support ventilatoire, la ventilation invasive constitue le mode privilégié pour la grande majorité des transports (EVAQ, pourcentage non disponible) ou pour environ la moitié d'entre eux (NSW *Ambulance*). Un répondant n'a pas rapporté les modalités de ventilation utilisées pour la clientèle adulte (STARS) et cette donnée n'est pas disponible dans un autre programme (BCEHS).

Pratiques relatives à l'humidification des voies respiratoires

L'humidification des voies respiratoires (ECH ou CHC) est une pratique qui est utilisée pour tous les patients transportés sous ventilation invasive dans tous les programmes. Elle n'est pas utilisée avec la VNI dans deux programmes (EVAQ, STARS), fréquemment dans un autre programme canadien (BCEHS) et toujours dans les autres (NNTP, NETS-NSW, CATS, NSW Ambulance). Pour des répondants, l'humidification est une composante essentielle de la ventilation (CATS), elle est nécessaire pour la gestion de la température et la prévention des dommages à la muqueuse respiratoire, pour éviter l'inflammation et l'altération de la fonction mucociliaire (NNTP) ou encore il est jugé inacceptable de ne pas humidifier les voies respiratoires lors de l'utilisation de la ventilation mécanique (NETS-NSW). Les raisons invoquées pour ne pas humidifier les voies respiratoires lors de l'utilisation de la VNI sont l'absence, à l'exception d'un dispositif pour les nouveau-nés, de dispositifs certifiés pour le transport (EVAQ, STARS).

Enjeux associés à la ventilation mécanique durant les transports interétablissements

Questionnés sur le risque d'escalade respiratoire ou d'intubation durant le transport aérien d'un patient sous VNI, les répondants ont estimé qu'il s'agissait d'un événement rare (STARS, BCEHS), très rare (EVAQ, NNTP, CATS) ou encore qui ne survenait jamais (NSW Ambulance). Deux ont mentionné avoir eu connaissance d'un tel événement indésirable (EVAQ, NETS-NSW), mais qui ne se serait produit qu'à deux reprises environ au cours de la dernière décennie, selon l'un d'entre eux (NETS-NSW). Dans trois programmes aériens, l'utilisation de la VNI durant les transports aériens est une pratique qui serait bien acceptée par le personnel soignant et ne serait pas associée à des enjeux particuliers (STARS, NNTP, NETS-NSW), bien qu'une répondante ait mentionné que la clé était d'avoir une équipe de transport bien formée (NNTP) et un autre que l'acceptabilité varie en fonction du temps de transport et de l'avancement de la maladie (BCEHS). Des enjeux ont été identifiés par une répondante qui a souligné que la VNI pourrait être associée à des problèmes de contrôle des infections ou que l'administration de monoxyde d'azote dans un environnement confiné pouvait constituer un risque (CATS). La configuration de l'aéronef et le positionnement du ventilateur sont jugés essentiels pour les soins aux patients et la réussite des mesures de contingence (BCEHS). Selon les répondantes du programme d'EVAQ, l'utilisation de la VNI implique des vérifications additionnelles, soit de prendre en compte lors de la planification des vols que cette modalité peut consommer beaucoup d'oxygène, en raison par exemple des fuites possibles. Selon elles, la validation des paramètres ventilatoires serait essentielle afin de s'assurer de disposer de l'oxygène requis et de prévoir au besoin l'ajout de bonbonnes. Elles ont aussi souligné la différence de traitement administré durant les transports, la VNI sans humidification des voies respiratoires comparativement aux pratiques usuelles de ventilation mécanique avec humidification dans les autres contextes. En plus d'être inconfortable, l'absence d'humidification pourrait avoir des impacts pour la sécurité, en augmentant le risque d'obstruction par un bouchon muqueux, de diminution de l'activité mucociliaire ou d'une modification de la muqueuse bronchique. Ces événements pourraient mener à une prolongation de l'épisode de soins.

5.5 Données sur les transports interétablissements terrestres au CHU de Québec et aériens dans le cadre du programme d'EVAQ

Transports interétablissements terrestres

Les informations disponibles ne permettent pas de connaître le nombre de transports interétablissements par ambulance (intra CHU de Québec ou externes) de patients nécessitant un support respiratoire. Le statut de ventilation durant le transport interétablissements par ambulance n'est pas non plus une donnée informatisée.

Selon les données recueillies par la DPVDTN à partir de la base de données Med-Echo, 960 intubations ont été réalisées dans une urgence du CHU de Québec ou dans les 24 premières heures d'hospitalisation suivant l'admission, soit 163 au CHUL, 500 à l'Hôpital de l'Enfant-Jésus (HEJ), 108 à l'Hôpital Saint-François-d'Assise (HSFA), 5 à l'Hôpital du Saint-Sacrement (HSS) et 184 à l'Hôtel-Dieu de Québec (L'HDQ) (Tableau 23). Ces intubations ont été majoritairement effectuées chez des adultes ($n = 831$; 86,6 %) et dans une moindre mesure chez des nouveau-nés ($n = 61$; 6,4 %) ou des enfants ($n = 63$; 6,6 %). Les intubations qui ont été réalisées à la suite d'un transfert intra CHU de Québec s'élèvent à 20 cas en néonatalogie (32,8 % des cas dans cette clientèle), 34 en pédiatrie (54,0 %) et 446 (53,3 %) auprès de la clientèle adulte.

TABLEAU 23. INTUBATIONS APRÈS UN TRANSPORT TERRESTRE DANS LES URGENCES OU À L'ÉTAGE DANS LES 24 PREMIÈRES HEURES SUIVANT L'HOSPITALISATION AU CHU DE QUÉBEC EN 2024-2025

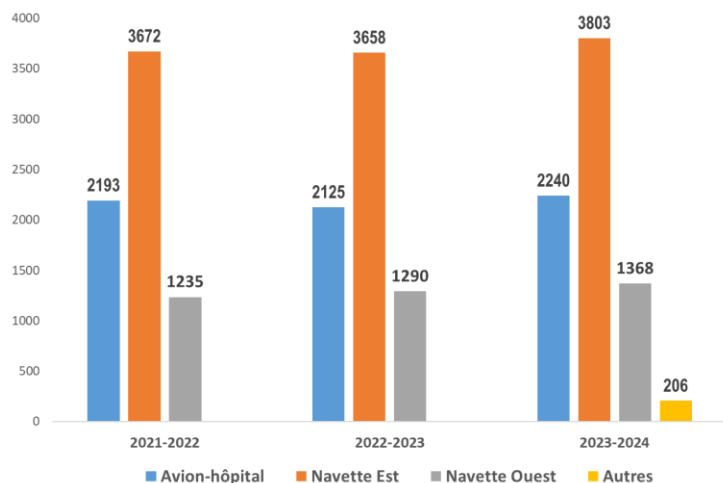
	CHUL	HEJ	HSFA	HSS	L'HDQ
Néonatalogie		--	--	--	--
Externe	41				
Intra-CHU de Québec	20				
Total	61				
Pédiatrie			--	--	--
Externe	28	1			
Intra-CHU de Québec	33	1			
Total	61	2			
Clientèle adulte					
Externe	7	173	26	--	49
Intra-CHU de Québec	34	325	82	5	135
Total	41	498	108	5	184
Toutes clientèles					
Externe	76	174	26	--	49
Intra-CHU de Québec	87	326	82	5	135
Total	163	500	108	5	184

CHUL : Centre hospitalier de l'Université Laval, HEJ : Hôpital de l'Enfant-Jésus, HSFA : Hôpital Saint-François-d'Assise, HSS : Hôpital du Saint-Sacrement, L'HDQ : L'Hôtel-Dieu de Québec

Transports aériens réalisés dans le cadre du programme d'EVAQ

Selon le dernier rapport d'activités d'EVAQ, 7100 transports ont été effectués en 2021-2022, 7073 en 2022-2023 et 7617 en 2023-2024 [84] (Figure 4). Pour les trois années financières, les missions réalisées par la navette multipatients de l'Est représentent entre 50 et 52 % du total des activités, celles réalisées par la navette de l'Ouest 17 ou 18 %, alors que celles effectuées par l'avion-hôpital comptent pour 29 à 31 % de toutes les missions régulières effectuées. Parmi les transports réalisés au courant de l'été 2023, 206 sont des missions spéciales qui ont été effectuées en raison des feux de forêt majeurs qui ont fait des ravages au Québec. Parmi les transports réalisés au cours de la dernière année financière, 206 sont des missions spéciales effectuées dans le cadre de la coordination et l'évacuation d'hôpitaux et de populations vulnérables issues de communautés autochtones assurées par le programme d'EVAQ lors des feux de forêt majeurs à l'été 2023 au Québec.

FIGURE 4. NOMBRE DE PATIENTS TRANSPORTÉS PAR LES SERVICES D'EVAQ AU COURS DES ANNÉES FINANCIÈRES 2021-2022 À 2023-2024



Source : Rapport d'activités, EVAQ, 2023-2024

Pour l'année financière s'écoulant du 1^{er} avril 2023 au 31 mars 2024, les 2240 patients transportés par avion-hôpital, provenaient du Nunavik (n = 469, 21 %), de la Côte-Nord (n = 433; 19 %), de l'Abitibi-Témiscamingue (n = 436; 19 %), de la région de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine (n = 408, 18 %), du Bas-St-Laurent (n = 219; 10 %), du Nord-du-Québec (n = 153; 7 %), et le reste des autres régions du Québec (n = 108; 5 %) ou du Nouveau-Brunswick (n = 14 ; 1 %). De ce nombre, un problème respiratoire ou pulmonaire constituait le diagnostic principal associé à 134 transports par avion-hôpital (6 %). Durant la même période, les patients transportés par l'une ou l'autre des navettes multipatients provenaient des régions de la Capitale-Nationale (n = 2 250, 42 %), de Montréal (n = 764, 14 %), de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine (n = 695, 13 %), de l'Abitibi-Témiscamingue (n = 443, 8 %), du Nord-du Québec (n = 116, 2 %), de la Côte-Nord (n = 788, 15 %) et 332 (6 %) des autres régions du Québec. Un problème respiratoire ou pulmonaire constituait le diagnostic principal associé à 150 (3 %) transports par l'une ou l'autre des navettes.

Les données selon l'âge indiquent qu'environ 370 personnes de moins de 18 ans en 2021-2022, 400 en 2022-2023 et 370 en 2023-2024 ont été transportées par avion-hôpital, ce qui constitue respectivement 17%, 19 % et 17 % des missions réalisées avec cette modalité pour chacune des années. Pour les transports par navette multipatients, environ 350, 345 et 335 personnes de moins de 18 ans ont été transportées pour chacune de ces années.

Selon une analyse interne réalisée par des membres d'EVAQ, 323 personnes intubées en 2021-2022, 303 en 2022-2023 et 356 en 2023-2024 ont été transférées par avion-hôpital, soit respectivement 15 %, 14 % et 16 % de tous les transports réalisés avec ce type de service durant ces périodes.

Les données recueillies par la DPVDTN sur les intubations dans une urgence du CHU de Québec à la suite d'un transport aérien réalisé par les services d'EVAQ indiquent qu'au cours de l'année financière 2024-2025, 11 enfants et 84 adultes ont été intubés à l'urgence ou durant les 24 premières heures de leur hospitalisation⁸.

Innocuité des transports interhospitaliers réalisés par du personnel du CHU de Québec

Les incidents ou accidents survenant dans le cadre d'un transport interétablissements aérien ou terrestre auquel participe du personnel du CHU de Québec doivent être déclarés au SSSS. Aucune déclaration n'a été faite dans ce contexte au cours des deux dernières années financières (2023-2024 et 2024-2025).

⁸ L'information n'est pas disponible pour les nouveau-nés qui n'ont pas encore de numéro d'assurance-maladie et ne peuvent donc être croisés avec les données Med-Echo.

6. DISCUSSION

L'objectif de la présente démarche était d'évaluer l'efficacité et l'innocuité des modalités de ventilation non invasive (VNI) durant les transports aériens et terrestres des patients sous assistance respiratoire. L'analyse et l'appréciation des données issues de la recherche documentaire, des enquêtes réalisées de même que les échanges avec les membres du groupe de travail ont mené aux constats suivants.

1. La ventilation non invasive durant les transports interétablissements en néonatalogie et en pédiatrie : une option possible pour une prise en charge efficace et sécuritaire de la détresse respiratoire sous certaines conditions

Les problèmes d'ordre respiratoire chez les nouveau-nés et les jeunes enfants représentent l'une des principales raisons d'admission dans une unité de soins intensifs [85] et de transfert vers un centre dispensant des soins intensifs avancés [30]. La détresse respiratoire est une cause fréquente de morbidité et de mortalité en néonatalogie, et particulièrement chez les nouveau-nés prématurés [86]. Le syndrome de détresse respiratoire aigu (SDRA), attribuable à une immaturité fonctionnelle et structurelle du système respiratoire, est la principale cause d'insuffisance ventilatoire chez les nouveau-nés prématurés [87]. En pédiatrie, les principaux problèmes respiratoires aigus incluent entre autres la bronchiolite, les infections des voies respiratoires comme la pneumonie et l'exacerbation de l'asthme. En néonatalogie, la VNI combinée à l'administration de surfactant constitue l'approche standard recommandée pour la prise en charge de la détresse respiratoire aux soins intensifs [88, 89]. Les modalités de VNI sont utilisées dans ce contexte pour réduire les risques de complications associées à l'intubation endotrachéale telles que les barotraumatismes, les sténoses laryngotrachéales, les lésions pulmonaires induites par le ventilateur, l'échec au sevrage de la ventilation de même que le recours à la sédation et la durée d'hospitalisation [19, 20, 87, 89]. En néonatalogie, la VNI serait mieux tolérée que la ventilation invasive, permettrait une alimentation plus précoce et favoriserait le lien parent-enfant [89]. Plusieurs études suggèrent qu'elle serait plus efficace que la ventilation invasive pour réduire les risques de décès ou de problèmes pulmonaires graves chez les nouveau-nés [90, 91].

La VNI est également la modalité de ventilation mécanique privilégiée aux soins intensifs pédiatriques [92]. À ce jour, le CPAP demeure le mode de VNI le plus connu et étudié en néonatalogie et en pédiatrie [89]. Les bénéfices attendus avec ce mode ventilatoire sont qu'il offrirait un bon support aux voies respiratoires supérieures et au diaphragme, une réduction de l'affaissement alvéolaire, une meilleure compliance pulmonaire et il serait associé à une amélioration de la capacité résiduelle fonctionnelle [87, 89]. Ces bénéfices entraîneraient une diminution des apnées, une meilleure oxygénation et une réduction du travail respiratoire. La VNI en mode BiPAP constitue une autre option de prise en charge de la détresse respiratoire en pédiatrie, notamment en cas d'échec avec le CPAP, mais peu de preuves suggèrent qu'elle serait supérieure au CPAP [93, 94]. L'ONHD est considérée comme une alternative au CPAP pour certains patients, avec l'avantage de causer moins de blessures nasales [87], bien que des études suggèrent peu de différences entre ces deux modalités [95].

La présente évaluation a porté sur les modalités non invasives de prise en charge de la détresse respiratoire spécifiquement durant les transports interétablissements. Les résultats des études en néonatalogie et en pédiatrie suggèrent globalement que les différentes modalités de VNI sont efficaces et sécuritaires pour le transport des enfants lorsque les patients sont bien sélectionnés. Dans la plupart des études, plusieurs conditions devaient être remplies avant de procéder à un transport interétablissements sous VNI. Tout d'abord, l'admissibilité à la VNI était déterminée par les cliniciens des centres receveurs en consultation avec les centres référents, en considérant différents facteurs tels que la stabilité hémodynamique, la condition clinique, l'âge gestationnel ou le risque appréhendé de détérioration de la fonction respiratoire. Les transferts n'avaient lieu qu'après la stabilisation des patients, parfois à la condition d'un essai concluant avec la VNI avant le transport [52, 54-57, 65], afin de minimiser le risque d'atteinte aux fonctions vitales. Les cas de détresse respiratoire sévère étaient parfois exclus du transport sous VNI dans les études, sur la base d'indicateurs physiologiques de la fonction respiratoire [59, 77]. Dans les études où cette information est disponible, de 9 à 68 % de tous les enfants nécessitant des soins spécialisés en raison de détresse respiratoire ont été transportés sous VNI [54, 56, 61, 63, 64]. Les études ont majoritairement porté sur la VNI durant des transports terrestres, soit 81 % (989 / 1183) des transferts en néonatalogie et 78 % (1148 / 1467) de ceux en pédiatrie. Les transports, d'une durée d'une trentaine de minutes à moins de trois heures, étaient réalisés par des équipes spécialisées composées de personnel qualifié et expérimenté, majoritairement dans le cadre d'un programme dédié au transport néonatal ou pédiatrique. Ces équipes regroupaient des expertises en soins infirmiers ou paramédicaux avancés pour des transports terrestres et comportaient un médecin ou un résident spécialisé en néonatalogie, pédiatrie ou médecine d'urgence pour les transports aériens et pour les patients critiques transportés par ambulance [52, 60].

Les résultats des études sur l'efficacité de la VNI durant les transports interétablissements indiquent que peu d'escalades respiratoires sont survenues durant les transferts et dans une majorité de cas, il s'agissait surtout de changements dans les indicateurs physiologiques de la fonction respiratoire ou des ajustements aux paramètres de la ventilation. Les intubations durant un transport terrestre ou aérien sont des événements rares ayant été observés dans quelques études. Ainsi, en néonatalogie, aucune intubation durant le transport n'a été rapportée dans les cinq études sur les transferts sous CPAP [52, 54-57] et cinq intubations (3 %) ont été rapportées dans une [59] des deux études [74] sur l'ONHD. En pédiatrie, une intubation durant un transfert sous CPAP [65] et une autre avec l'ONHD [74] ont été rapportées durant un transport par avion. Un autre cas d'intubation durant un transport terrestre sous CPAP a également été rapporté, mais celui-ci a été observé chez un patient qui ne répondait pas aux critères d'admissibilité à la VNI [64]. De plus, peu de changements dans les indicateurs d'échanges gazeux durant les transports ont été observés dans ces populations néonatales et pédiatriques [54, 55, 59-61, 65, 77]. Les résultats sur les escalades respiratoires jusqu'à 24 heures suivant l'admission dans les centres receveurs indiquent que des intubations survenaient dans des proportions pouvant atteindre 14 % en néonatalogie et en pédiatrie, mais il n'est pas possible de déterminer si ces interventions étaient liées au transport ou nécessaires en raison de l'évolution de la maladie sous-jacente.

En ce qui a trait à l'innocuité de la VNI, peu de données sur la mortalité sont disponibles, mais aucun décès durant un transport terrestre ou aérien n'a été observé dans les quatre études qui rapportent cet indicateur [49, 51, 58, 62]. Pour les décès survenus jusqu'à 24 heures après l'admission [56] ou durant toute l'hospitalisation aux soins intensifs, les données ne suggèrent pas de lien avec la VNI administrée durant le transfert [54, 56, 62, 67]. Dans une étude, un décès parmi les 118 enfants transportés sous CPAP (0,8%) a été observé durant l'hospitalisation aux soins intensifs, mais en raison de complications associées à un syndrome de détresse respiratoire aiguë [62]. De plus, des complications respiratoires durant les transports terrestres ou aériens (bradycardie, désaturation, apnée) ont été observées, mais demeurent des événements peu fréquents. Des interventions ont parfois été requises à la suite de ces complications, mais constituaient essentiellement des repositionnements de l'interface patient ou encore l'administration d'une sédation. Bien que généralement favorables, ces résultats doivent être interprétés avec prudence en raison de plusieurs limites méthodologiques des études. Le devis observationnel et rétrospectif de la majorité des études ne permet pas de statuer de façon certaine sur un lien de cause à effet entre le mode de ventilation durant le transport et les différents indicateurs d'efficacité et d'innocuité. Les analyses ne permettent pas non plus de contrôler l'impact possible d'autres facteurs, tels que la gravité des symptômes ou les comorbidités. De plus, les études sont hétérogènes en termes de critères d'inclusion, de définition de cas d'escalade respiratoire et de durée d'observation. La réalisation d'ECR dans le cadre de transports médicaux interétablissements sous ventilation assistée demeure toutefois peu probable, dû à des considérations éthiques en raison de la vulnérabilité des patients transportés, de la complexité des soins requis et du caractère urgent de ces interventions.

Les auteurs de certaines études recensées ont également cherché à identifier les facteurs de risque d'escalade respiratoire, ce qui pourrait permettre de cibler les nouveau-nés et jeunes enfants pour qui un transport sous VNI serait possible (voir annexe 9). Ainsi, une FiO_2 élevée et le ratio SpO_2 / FiO_2 avant le transport étaient généralement associés à la survenue d'escalade respiratoire [55, 56, 58, 63], bien que certains résultats n'aient pas mis en évidence d'association [54, 61]. Plusieurs contre-indications à la VNI étaient aussi spécifiées incluant les pneumothorax non drainés, un faible niveau de conscience, un saignement digestif actif, une chirurgie gastrique ou de l'œsophage récente [64], la distension abdominale, l'apnée, un diagnostic de hernie diaphragmatique [59], l'obstruction des voies respiratoires supérieures, une faible synchronisation de la respiration ou encore la présence d'acidose respiratoire [63].

En somme, le succès d'un transport interétablissements de nouveau-nés ou de jeunes enfants stables sous une modalité non invasive de ventilation dépend de critères rigoureux de sélection des patients et repose sur une équipe de transport qualifiée et expérimentée pour assurer la prestation de soins de qualité. En présence de ces conditions, la VNI durant un transport interétablissements est une option de prise en charge de la détresse respiratoire efficace et sécuritaire en néonatalogie et en pédiatrie.

2. La ventilation non invasive durant les transports interétablissements en néonatalogie et en pédiatrie : une pratique en croissance, mais des modalités d'application diversifiées

Les équipes de transport médical terrestre spécialisées en néonatalogie ont commencé à se structurer un peu partout dans le monde à la fin des années 1970 [96]. Le Québec a suivi cette tendance avec la mise en place progressive, à partir des années 1980, de réseaux de périnatalité et de services de transport néonatal interhospitaliers. Les équipes de transport sont

généralement rattachées à des centres hospitaliers universitaires (CHU) et sont composées de néonatalogues, de médecins régulateurs, d'urgentologues, d'infirmières spécialisées et d'inhalothérapeutes. Par ailleurs, depuis les années 1990-2000, les progrès technologiques (incubateurs de transport, ventilateurs portables, monitoring avancé) et la formation spécialisée ont permis d'améliorer la sécurité et l'efficacité des transports médicaux en néonatalogie. En 2022, le MSSS du Québec a autorisé et financé la création de quatre équipes spécialisées en transport pédiatrique, chacune rattachée à un CHU : CHU Sainte-Justine (Montréal), Hôpital de Montréal pour enfants (CUSM), CHU de Québec – Université Laval, CIUSSS de l'Estrie CHUS. Ces équipes ne sont pas encore totalement déployées, mais à moyen terme leur fonctionnement devrait s'apparenter à celui développé en néonatalogie.

Les pratiques cliniques relatives à la prise en charge de la détresse respiratoire durant les transports interétablissements terrestres ont évolué au cours des dernières décennies. Plusieurs enquêtes de pratiques publiées témoignent ainsi d'une augmentation de l'utilisation des méthodes non invasives de ventilation durant un transport interétablissements en néonatalogie. Par exemple, entre 2000 et 2014 en Italie, 46-47 % des nouveau-nés étaient transférés sous ventilation invasive alors qu'en 2019 cette proportion avait diminué pour atteindre 27 % [97]. Dans cette étude, le recours à la VNI lors de transferts terrestres est passé de 3 à 39 % durant la même période. En Australie, des données recueillies spécifiquement sur des transports d'enfants âgés de 0 à 2 ans vers une unité de soins intensifs en raison d'un diagnostic de bronchiolite, indiquent également une diminution du recours à la ventilation invasive lors des transports [28]. Entre 2008 et 2012, la proportion d'enfants transférés sous ONHD était de 2 % comparativement à 76 % pour la période de 2015 à 2019. Parallèlement, le recours au CPAP est passé de 40 à 12 % et la ventilation invasive a diminué de 27 à 7 % pour ces mêmes périodes. En Europe, selon une enquête menée en 2016 auprès de 23 unités de soins intensifs pédiatriques et néonataux, un peu plus du tiers des transports interétablissements étaient réalisés en utilisant un mode non invasif de ventilation [92]. Par ailleurs, une analyse des données du programme national de transport médical au Royaume-Uni montre que l'usage du CPAP est passé de 10 à 6 % de 2015 à 2021, alors que l'utilisation de l'ONHD a doublé et est devenue le mode non invasif le plus fréquemment utilisé, atteignant 12 % [98].

Malgré cette tendance à la baisse du recours à l'intubation endotrachéale en néonatalogie et en pédiatrie, les pratiques relatives à la ventilation mécanique durant les transports demeurent à ce jour largement hétérogènes. Aucun guide de pratique clinique encadrant les modalités de ventilation spécifiquement durant les transports interétablissements pour ces populations n'a été identifié. Selon les descriptions des études observationnelles disponibles et les entrevues réalisées dans le cadre de la présente évaluation, le choix de la modalité de ventilation pour la détresse respiratoire à privilégier durant le transport est déterminé par une collaboration entre le médecin du centre receveur et celui du centre référent, sans l'utilisation de protocole ou directives standardisés, sur la base du jugement clinique. Les entrevues avec différents intervenants d'établissements québécois indiquent que les modalités non invasives sont privilégiées pour les transports terrestres des nouveau-nés et des jeunes enfants. L'intubation est évitée dans la mesure du possible en raison des risques de complications notamment pour les grands prématurés et du manque d'expertise à réaliser cette intervention dans les centres régionaux. Le CPAP constitue la modalité non invasive privilégiée par les équipes de transport terrestre en néonatalogie des CHU du Québec. L'ONHD est parfois utilisée dans certains centres, bien que la supériorité de cette modalité comparativement au CPAP ne soit pas démontrée selon l'avis de quelques personnes ayant participé à l'enquête. De plus, plusieurs répondants et des membres du groupe de travail ont souligné la difficulté de standardiser les pratiques, en raison des nombreux diagnostics menant à la mise en place d'un support ventilatoire ou encore des dispositifs et des expertises variables dans les centres référents.

Les données recueillies dans le cadre de l'enquête sur les transports médicaux aériens réalisée, ne permettent pas d'estimer précisément la proportion des transports réalisés sous chacune des modalités de ventilation utilisées dans les trois programmes canadiens sondés. Cependant, elles témoignent de la variabilité des pratiques. Le transport par voie aérienne d'un patient sous VNI est considéré par le programme d'EVAQ comme une mission spéciale qui doit être préalablement approuvée et nécessite la présence d'un inhalothérapeute à bord. Dans les autres programmes aériens sondés, la VNI durant le transport de nouveau-nés ou de jeunes enfants est perçue comme une pratique bien acceptée par le personnel soignant et ne serait pas associée à des enjeux particuliers. La survenue d'une escalade respiratoire ou encore le recours à une intubation durant le transport d'un patient sous VNI sont considérés comme des événements rares par l'ensemble des répondants à l'enquête de pratiques sur les transports médicaux aériens. Des conditions particulières s'appliquent tout de même aux trajets aériens en raison de la durée prolongée et des limitations pour intervenir en vol associées à la disponibilité du matériel, l'espace exigé ou encore aux perturbations atmosphériques. En néonatalogie et en pédiatrie, la VNI est parfois utilisée (EVAQ) ou dans des proportions variables de 14 à 59 % dans d'autres programmes de transports aériens (NNTP,

NETS, CATS). Les modes de ventilation privilégiés diffèrent néanmoins, certains ayant recours à l'ONHD (CATS, NNTP) alors que d'autres utilisent plutôt préférablement le CPAP (NETS). Des contextes propres à chacun des programmes de transport médicaux aériens pourraient expliquer ces divergences de pratiques. Par exemple, pour le programme d'EVAQ, la prise en charge par l'équipe s'effectue après le transport du patient par ambulance du centre référent au tarmac pour le transbordement alors que les équipes de transport d'autres programmes aériens se déplacent pour aller chercher les patients aux centres référents. Dans la majorité des études en néonatalogie recensées, la VNI était également initiée par les équipes de transport probablement plus expérimentées que le personnel des centres référents.

Les pratiques relatives à l'humidification des voies respiratoires sont également variables selon les établissements et les programmes de transport sondés, et ce, tant pour les transports terrestres qu'aériens et les clientèles néonatales, pédiatriques et adultes. Pour les transferts par ambulance, l'humidification est estimée essentielle ou encore n'est pas jugée nécessaire en raison de l'apport suffisant d'humidité relative provenant de l'air ambiant par la turbine ou de la courte distance parcourue (de moins de 1 heure 30 minutes pour un répondant à l'enquête). Pour les transports aériens, l'humidification est utilisée avec la VNI dans la plupart des programmes de transports (BCESH, NNTP, NETS-NSW, CATS, NSW *Ambulance*). Selon un consensus d'experts, les gaz administrés aux patients durant un transport interétablissements devraient être humidifiés à l'aide d'un ECH jetable [37]. Peu d'information sur l'humidification des voies respiratoires est disponible dans les études originales sur la VNI durant les transports interétablissements. Des enjeux de confort pour les patients et de sécurité, notamment par l'augmentation du risque de bouchon muqueux et d'obstruction du circuit ventilatoire ou encore la diminution de l'activité mucociliaire ont été soulevés en lien avec l'absence d'humidification. Avec l'utilisation d'un ventilateur performant et pour une courte période de temps, l'humidification des voies respiratoires ne serait pas indispensable, selon la consultation réalisée et des répondants à l'enquête de pratiques. Les échangeurs de chaleur et d'humidité ne sont plus utilisés durant les transports terrestres au CHU de Québec et aériens réalisés par le programme d'EVAQ en raison d'un avis défavorable de la compagnie fabriquant le ventilateur de transport. Des questionnements quant au respect de certaines normes de sécurité ont aussi été soulevés. Cependant, selon la classification du *Règlement sur les instruments médicaux* DORS/98-282, les ECH sont des dispositifs de classe I pour lesquels une homologation de Santé Canada n'est pas requise. Pour tout matériel médical utilisé en vol, des dispositifs d'arrimage certifiés doivent néanmoins être utilisés, en vertu du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC DORS/96-433). En transport terrestre, cette exigence est définie dans la norme SAE J3043 inscrite aux directives émises par Urgences-santé.

Malgré les différents enjeux associés au contexte de transport et à la vulnérabilité des nouveau-nés et des enfants nécessitant un transfert interétablissements et dans l'objectif de diminuer le recours à l'intubation, différentes modalités non invasives sont privilégiées pour la prise en charge de la détresse respiratoire. Le type de VNI (CPAP, BiPAP, ONHD) utilisé est cependant hétérogène et la sélection des patients admissibles à cette intervention ne repose pas sur des critères objectifs communs ni sur l'utilisation de protocoles ou de guides de pratique.

6.3 La VNI durant les transports médicaux interétablissements pour les clientèles adultes : une pratique peu fréquente dont l'efficacité et l'innocuité sont peu documentées

Les transferts interétablissements ne devraient pas constituer une parenthèse de soins, mais s'inscrire dans un continuum de soins [36]. Ainsi, lorsqu'une décision est prise de transporter un patient en état critique, les bénéfices attendus doivent être soigneusement mis en balance avec les risques auxquels il sera exposé. Les transports médicaux terrestres ou par avion constituent un environnement de soins particulier, où la ventilation pulmonaire incluant les échanges gazeux, peut être affectée par divers phénomènes physiques tels que l'accélération, les vibrations ou les changements de température et de pression. Les transports médicaux sont également associés à des contraintes imposées par le nombre limité de personnel, un espace de travail exigu et des moyens d'investigation et d'intervention limités. De plus, les transports interétablissements mobilisent des ressources spécialisées importantes et entraînent des coûts élevés [99, 100]. En raison de ces facteurs, une planification appropriée, du personnel qualifié et expérimenté de même que l'utilisation d'équipements fiables sont indispensables au transport des patients en état critique, une population déjà à risque de complications et d'instabilité liées à la maladie sous-jacente.

Les troubles cardiaques touchent environ un patient adulte sur trois dans les unités de soins intensifs et constituaient en 2023-2024 la raison la plus fréquente de transfert chez les patients transportés par les services d'EVAQ, suivi de la traumatologie [84]. La maladie pulmonaire obstructive chronique (MPOC) et l'insuffisance respiratoire représentent

respectivement 5 % et 4 % des raisons d'hospitalisation aux soins intensifs, selon des données canadiennes [101]. Selon des répondants à l'enquête et un consensus d'experts [102], une majorité de cliniciens préconiserait le recours à une intubation endotrachéale ou à une trachéotomie pour la prise en charge aux soins intensifs du syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) chez les adultes, en particulier pour ceux présentant une atteinte pulmonaire modérée ou sévère. Cette approche repose essentiellement sur l'expérience des cliniciens ainsi que sur certains résultats inconsistants concernant les bénéfices de la VNI, par exemple pour la prévention de l'intubation ou la diminution de la mortalité chez cette population [15, 103, 104]. Bien que la VNI nécessite une surveillance étroite, elle est parfois privilégiée en première intention à la ventilation invasive chez les patients stables avec une forme modérée de détresse respiratoire en raison notamment du confort et d'une meilleure tolérance et pour diminuer le recours à la sédation. Toutefois, en absence d'une amélioration de l'état clinique dans les deux premières heures sous VNI, l'intubation devrait être envisagée [102]. La VNI est par ailleurs recommandée pour la prise en charge des adultes atteints d'œdème pulmonaire cardiogénique [105]. La ventilation invasive s'avère également contre-indiquée pour certains patients par exemple en situation d'exacerbation aiguë de la MPOC, mais devrait être envisagée dans tous les cas d'échec à la VNI ou en présence de contre-indication absolue à ce mode de ventilation [105, 106]. Plusieurs contre-indications à la VNI sont connues telles qu'une hypoxémie réfractaire, l'altération de la conscience, l'épuisement respiratoire, l'instabilité hémodynamique ou encore le risque d'inhalation en raison d'une hémorragie digestive, d'un syndrome occlusif ou de vomissements [105]. Cependant, peu de recommandations de sociétés savantes spécifiques à la ventilation mécanique durant le transport de patients adultes sont disponibles. Selon l'*American Heart Association* (AHA), une intubation endotrachéale devrait être privilégiée après un arrêt cardiaque pour les patients nécessitant un transport interétablissements, si l'expertise nécessaire est disponible pour réaliser la procédure [49]. Quant aux patients transférés en raison d'une lésion cérébrale, l'*Association of Anaesthetists* et la *Neuro Anaesthesia and Critical Care Society* (AA-NACCS) recommandent l'intubation en présence d'un score de Glasgow inférieur ou égal à 8 ou d'une détérioration significative du niveau de conscience [50]. Ces recommandations développées par consensus reposent sur des avis d'experts. Bien que des preuves issues d'études rigoureuses sont souhaitables, la réalisation de tels essais cliniques en contexte de transferts de patients critiques s'avère par ailleurs difficilement envisageable.

Les données disponibles pour évaluer l'efficacité et l'innocuité de la VNI durant les transports interétablissements de populations adultes sont limitées en nombre et en qualité. Les résultats, issus d'études observationnelles sur des transports médicaux de courte durée effectués majoritairement par hélicoptère, suggèrent que les intubations en vol de patients sous VNI sont des événements rares [69-71]. Deux cas d'intubations parmi les 41 transports terrestres effectués de patients atteints de COVID 19 sous ONHD ont été rapportés dans une étude [73]. Aucune intubation durant le transport aérien n'a été observée dans les autres études qui incluaient des patients transférés sous CPAP ou BiPAP en raison d'une exacerbation de la MPOC, pour 20 à 50 % d'entre eux, ou d'un œdème pulmonaire cardiogénique pour 24 à 50 % [69-72]. Cependant, peu de résultats sur d'autres indicateurs d'efficacité comme les changements physiologiques de la fonction respiratoire ou des escalades respiratoires mesurées après l'admission aux soins intensifs sont disponibles. Les données ne permettent pas non plus de se prononcer sur le risque d'autres complications respiratoires (hypoxie, hypercapnie, pneumothorax, embolie pulmonaire, apnée) potentiellement associées à l'utilisation de la VNI durant les transports médicaux. Cependant, aucun décès n'a été rapporté durant un transport terrestre ou aérien de patients sous VNI dans les deux études qui ont porté sur cet indicateur [69, 81]. Une recension montre cependant des taux de complications durant les transports interétablissements de patients sous ventilation mécanique invasive ou non invasive entre 5 et 18 % [107]. Il est possible que les événements indésirables survenant durant les transports soient sous-déclarés [108]. Néanmoins, aucun incident en contexte de transport interétablissements aérien ou terrestre n'a été déclaré au cours des deux dernières années financières au CHU de Québec.

Selon les entrevues et le sondage réalisés, l'utilisation de modalités de ventilation non invasives durant le transport interétablissements de patients adultes nécessitant un support ventilatoire est une pratique peu fréquente au Québec et choisie pour des transports terrestres de courte durée. Plusieurs facteurs peuvent contribuer à expliquer cette pratique. En plus des diagnostics différents de ceux associés aux transferts en néonatalogie et en pédiatrie, la sédation requise pour l'intubation serait moins risquée pour les adultes [109, 110]. De plus, à l'exception d'un établissement (CIUSSS de l'Estrie-CHUS), les transferts interétablissements des adultes ne sont pas réalisés par des équipes spécialisées dédiées au transport. Les centres référents ne disposent pas tous des mêmes niveaux d'expertises (p. ex. pour une intubation endotrachéale), ni des mêmes équipements requis durant un transport pour l'administration de la VNI. De plus, les transports terrestres de patients adultes sous VNI pourraient entraîner une rupture de services en région, en raison par exemple de

l'accompagnement en inhalothérapie qui pourrait être requis pour l'utilisation du BiPAP, telle que suggérée par Santé Québec [38].

La ventilation invasive constitue le mode de ventilation privilégié pour environ la moitié des transports aériens (NSW *Ambulance*) ou la majorité d'entre eux (EVAQ). Les modalités de ventilation mécanique utilisées durant les transports interétablissements ne sont cependant pas systématiquement colligées dans les bases de données clinico-administratives du CHU de Québec, du CIUSSS de la Capitale Nationale et du programme d'EVAQ. Néanmoins, l'utilisation de l'OHND est une pratique de plus en plus fréquente et recommandée pour le traitement de l'insuffisance respiratoire hypoxémique [111]. Son usage s'est élargi également aux transports interétablissements en raison de la demande accrue pour des soins intensifs durant la pandémie de COVID-19 [2, 27, 112, 113]. Cependant, son utilisation durant les transports présente certains enjeux, dont une consommation élevée en oxygène pouvant dépasser les quantités disponibles, notamment lors de transports médicaux aériens prolongés [114].

En résumé, les preuves pour évaluer l'efficacité et l'innocuité de l'utilisation des modalités de VNI lors des transports interétablissements des patients adultes nécessitant un support respiratoire sont limitées. La VNI est peu utilisée dans ce contexte bien qu'elle puisse être indiquée pour certaines pathologies (MPOC exacerbée, œdème pulmonaire cardiogénique).

7. RECOMMANDATIONS

Considérant que

- La détresse respiratoire aiguë peut, selon le niveau de gravité, être prise en charge à l'aide de la ventilation invasive (intubation endotrachéale ou trachéotomie) ou par différentes modalités non invasives (CPAP, BiPAP, ONHD);
- La ventilation mécanique invasive peut être difficile à tolérer par certains patients et associée à un recours fréquent à la sédation, un risque de barotraumatisme, de sténose laryngotrachéale, de lésions pulmonaires induites par le ventilateur et d'échec au sevrage;
- Les transports médicaux interétablissements constituent un environnement de soins particulier, en raison de la vulnérabilité des patients et des contraintes imposées par le nombre limité de personnel, l'espace de travail exigu et les moyens d'investigation et d'intervention restreints;
- L'utilisation des différentes modalités de ventilation durant les transports médicaux interétablissements terrestres au CHU de Québec et aériens réalisés dans le cadre du programme d'EVAQ est peu documentée;
- Les pratiques relatives à l'utilisation de la VNI durant les transports médicaux des programmes aériens sondés sont variables;
- Selon un consensus d'experts, les gaz administrés aux patients transportés sous ventilation invasive et non invasive devraient être humidifiés à l'aide d'un échangeur de chaleur et d'humidité jetable;
- L'humidification des voies respiratoires lors des transports sous VNI n'est pas une pratique généralisée;
- La qualité des études disponibles pour évaluer l'efficacité et l'innocuité de l'utilisation de la VNI durant les transports médicaux interétablissements est limitée en raison :
 - Des types de devis observationnels utilisés pour évaluer l'association entre la modalité de ventilation mécanique et les complications respiratoires;
 - Des données qui ne permettent pas d'établir avec certitude si les cas d'escalade respiratoire et les complications observées sont attribuables au transport, à la VNI ou à l'histoire naturelle de la maladie;
 - Des différents critères d'admissibilité à la VNI, définitions de cas d'escalade respiratoire, indicateurs utilisés et durées d'observation;
 - Des méthodes pour rapporter les complications rarement standardisées;
 - Du peu d'informations relatives à l'humidification des voies respiratoires;
 - Des données moins nombreuses sur les transports aériens en néonatalogie et en pédiatrie et sur les transports terrestres chez les adultes;

Considérant qu'en néonatalogie et en pédiatrie :

- Les problèmes d'ordre respiratoire représentent l'une des principales raisons d'admission dans une unité de soins intensifs et une des causes fréquentes de transfert médical vers un centre dispensant des soins intensifs avancés;

- La VNI est la modalité de ventilation mécanique privilégiée aux soins intensifs néonataux et pédiatriques;
- L'intubation est évitée dans la mesure du possible en raison des risques de complications notamment pour les grands prématurés;
- Selon les auteurs d'une revue systématique, la VNI pendant les transports médicaux critiques est sécuritaire, mais des données additionnelles sont requises pour se prononcer sur son efficacité;
- Les résultats des études originales sur l'utilisation de la VNI durant un transport médical interétablissements, terrestre ou aérien, pour des patients stables, sélectionnés et accompagnés par du personnel qualifié et expérimenté, indiquent que :
 - Les intubations durant le transport et jusqu'à 24 heures suivant l'admission au centre receveur sont des événements rares;
 - Les autres types d'escalades respiratoires (changements dans les indicateurs physiologiques de la fonction respiratoire ou ajustements aux paramètres de ventilation) sont peu fréquents durant le transport et jusqu'à 24 heures suivant l'admission au centre receveur;
 - Peu de patients ont des complications respiratoires (pneumothorax, bradycardie, désaturation, apnée) durant les transports;
 - Durant l'hospitalisation, un décès a été observé, mais le lien avec la VNI utilisée durant le transport ne peut être établi;
- Plusieurs enquêtes de pratiques publiées témoignent d'une utilisation croissante au cours des deux dernières décennies de la VNI durant un transport interétablissements en néonatalogie et en pédiatrie;
- Une équipe de transport spécialisée en néonatalogie est en place et une équipe de transport spécialisée en pédiatrie est en cours d'implantation pour les transferts terrestres critiques de ces clientèles vers le CHU de Québec;
- Les équipes de transports des établissements universitaires au Québec privilégient la VNI pour les transports interétablissements terrestres des nouveau-nés et des jeunes enfants nécessitant un support ventilatoire;

Il est recommandé à la Direction mère-enfant Soleil, à la Direction des soins critiques du CHU de Québec et à la Direction du consortium provincial interétablissements EVAQ de considérer la ventilation non invasive comme une option de prise en charge de la détresse respiratoire des nouveau-nés et des jeunes enfants lors des transports terrestres et aériens réalisés par une équipe de transport spécialisée.

Considérant que pour les clientèles adultes :

- Les transports interétablissements sont souvent réalisés en raison de divers problèmes respiratoires ou cardiaques graves;
- Deux organismes recommandent l'intubation endotrachéale pour les patients devant être transférés en raison
 - D'un arrêt cardiaque;
 - D'une lésion cérébrale et d'un score de Glasgow inférieur ou égal à 8 ou une détérioration significative du niveau de conscience;

- La ventilation invasive est largement utilisée pour la prise en charge du syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) modérée ou sévère aux soins intensifs;
- Peu de données sont disponibles pour évaluer l'efficacité et l'innocuité de la VNI durant les transports interétablissements terrestres et aériens;
- Dans les études sur l'utilisation du CPAP ou du BiPAP durant un transport interétablissements aérien :
 - Les diagnostics les plus fréquents sont la MPOC et l'œdème pulmonaire cardiogénique dans une proportion de 20 à 50 %;
 - Aucune intubation n'a été observée durant le transfert;
 - Peu de résultats sur d'autres indicateurs d'escalade respiratoire ou après le transport sont disponibles;
- Dans une étude sur 41 patients atteints de COVID-19 et transportés par ambulance sous ONHD :
 - Deux intubations ont été réalisées durant le transport;
 - Aucune donnée sur d'autres indicateurs d'escalade respiratoire ou après le transport n'est disponible;
- L'utilisation de la VNI durant les transports terrestres interétablissements est une pratique peu fréquente au Québec et employée pour des transports terrestres de courte durée;
- La VNI, selon les programmes sondés, est occasionnellement utilisée (EVAQ) ou pour environ la moitié des patients nécessitant un support ventilatoire durant un transport par avion ou hélicoptère (NSW *Ambulance*);
- La ventilation non invasive peut permettre de réduire le risque d'intubation et de mortalité lors d'exacerbations de la MPOC et d'œdème cardiogénique, mais la ventilation invasive peut être utilisée en cas d'échec de la VNI ou d'instabilité cardiorespiratoire importante;

Il est recommandé à la Direction des soins critiques et à la Direction du consortium provincial interétablissements EVAQ de réserver, suivant une évaluation médicale du risque, la ventilation non invasive aux patients adultes nécessitant un support ventilatoire pendant un transport terrestre ou aérien et accompagnés d'un médecin habilité à procéder à une intubation.

Afin de soutenir la mise en application de ces recommandations, une démarche de collaboration interdisciplinaire devrait être initiée et impliquer entre autres les représentants des instances suivantes :

- Direction mère-enfant Soleil
- Direction des soins critiques
- Direction du consortium interétablissements EVAQ
- Direction des services de santé et des services sociaux multidisciplinaires
- Direction des soins infirmiers
- Département de médecine d'urgence
- Département de pédiatrie
- Département d'anesthésiologie
- Service-conseil génie biomédical

Ces travaux devraient notamment viser l'élaboration et la diffusion de protocoles ou lignes directrices pour encadrer les pratiques relatives à l'utilisation de la VNI lors de transports interétablissements terrestres et aériens incluant :

- Les critères de sélection des patients qui pourraient être transférés sous VNI (p. ex. : stabilité hémodynamique, contre-indications à la VNI, niveau de détresse respiratoire, indicateurs physiologiques de la fonction respiratoire, durée du transport, estimation du risque de détérioration clinique);⁹
- Ressources médicales et professionnelles requises pour l'accompagnement;
- Les modalités de ventilation (CPAP, BiPAP, ONHD) à privilégier selon les clientèles et le mode de transport;
- Les critères justifiant l'utilisation de l'humidification des voies respiratoires;
- Les aspects techniques à considérer (p. ex. : matériel disponible, consommation d'oxygène, durée du transport);
- La mise en place d'outils pour améliorer la documentation des transports nécessitant un support ventilatoire afin de recueillir des données sur les caractéristiques des patients transférés (p. ex. : âge, diagnostic, comorbidités), les modalités de ventilation, les paramètres physiologiques, les complications et l'utilisation de l'humidification;
- L'exploitation des données recueillies dans un objectif d'évaluation de la qualité et d'amélioration continue des pratiques de l'utilisation de la VNI et de l'instauration de ces protocoles ou lignes directrices.

⁹ Les critères de sélection, indications et contre-indications à la VNI durant un transport interétablissements rapportés dans les études sont présentés à l'annexe 9.

8. CONCLUSION

L'objectif de la présente évaluation était de déterminer si les pratiques relatives à la ventilation non invasive (VNI) durant les transports interétablissements terrestres au CHU de Québec et durant les transports aériens dans le cadre du programme d'EVAQ devraient être modifiées. Les résultats des études disponibles, bien que limitées par leur faible qualité méthodologique, suggèrent que la VNI est sécuritaire pour le transport de patients sélectionnés et transférés par du personnel qualifié et expérimenté. Dans ce contexte, les données recueillies indiquent que les intubations et les complications respiratoires survenant durant les transports médicaux interétablissements demeurent des événements rares.

Les pratiques relatives à la VNI pour le transfert de patients sous ventilation dans les établissements universitaires du Québec varient en fonction des clientèles et du mode de transport. La VNI est privilégiée pour les transports terrestres des nouveau-nés et des jeunes enfants, afin de réduire le risque de complications associées à la ventilation invasive. La VNI est moins fréquemment utilisée lors de transports médicaux par voie terrestre de patients adultes nécessitant un support ventilatoire. Les modalités de VNI sont utilisées dans le cadre des programmes de transport aérien au Canada, incluant le programme d'EVAQ, au Royaume-Uni, en Australie et en Irlande sondés, et ce, dans des proportions variables pour les clientèles néonatales et pédiatriques et plus rarement pour les adultes.

Afin de guider et, dans la mesure du possible, de standardiser les pratiques relatives à l'utilisation des différentes modalités de ventilation non invasive, l'UETMIS recommande l'élaboration de protocoles ou lignes directrices dans le cadre d'une démarche de concertation entre les parties prenantes du CHU de Québec impliquées dans les transports interétablissements terrestres aériens réalisés dans le cadre du programme d'EVAQ. Cette démarche s'inscrit dans l'objectif premier d'offrir et d'assurer, dans un contexte de transport médical interétablissements d'urgence, la continuité des soins de santé de qualité et sécuritaires pour les clientèles néonatale, pédiatrique et adulte nécessitant des services spécialisés.

ANNEXES

ANNEXE 1. SITES INTERNET CONSULTÉS POUR LA RECHERCHE DE LA LITTÉRATURE GRISE

Acronyme	Nom	Pays (province)	Site Internet	Résultat de la recherche (n)
Mots-clés				
Sites en anglais : <i>critical care transport, transportation, ventilation, humidification, respiratory distress</i>				
Sites en français : <i>transport, transfert, ventilation, humidification, détresse respiratoire</i>				
Sites Internet généraux visités				
AMC	Agence des médicament du Canada	Canada	https://www.cda-amc.ca/	1
AHRQ	Agency for Healthcare Research and Quality	États-Unis	http://www.ahrq.gov/	0
AMC	Association médicale canadienne	Canada	https://www.cma.ca/	0
CEBM	Centre for Evidence-based Medicine	Royaume-Uni	http://www.cebm.net/	0
CMQ	Collège des médecins du Québec	Canada (Québec)	http://www.cmq.org/	1
ETMIS-CHUM	Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé du Centre hospitalier de l'Université de Montréal	Canada (Québec)	Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé – UETMIS (chumontreal.qc.ca)	0
ETMIS-IUCPQ	Comité ETMIS de l'Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec	Canada (Québec)	http://iucpq.qc.ca/fr/institut/qualite-et-performance/evaluation-des-technologies-et-modes-d-intervention-en-sante-etmis/accueil	0
HAS	Haute Autorité de Santé	France	http://www.has-sante.fr/	0
ICSI	Institute for Clinical Systems Improvement	États-Unis	https://www.icsi.org/	0
INAHTA	International HTA database	International	https://database.inahta.org/	0
INESSS	Institut national d'excellence en santé et en services sociaux	Canada (Québec)	http://www.inesss.qc.ca/	0
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec	Canada (Québec)	https://www.inspq.qc.ca/	0
KCE	Centre fédéral d'expertise des soins de santé	Belgique	http://www.kce.fgov.be/	0
MSAC	Medical Services Advisory Committee	Australie	http://www.msac.gov.au/	0
NICE	National Institute for Health and Care Excellence	Royaume-Uni	http://www.nice.uk.org	0
NIHR HTA	National Institute for Health Research Health Technology Assessment programme	Royaume-Uni	https://www.nihr.ac.uk/explore-nihr/funding-programmes/health-technology-assessment.htm	0
OFSP	Office Fédéral de la Santé Publique	Suisse	https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/versicherungen/krankenversicherung/krankenversicherung-leistungen-tarife/hta/hta-projekte.html	0
OHTAC	Ontario Health Technology Advisory Committee	Canada (Ontario)	http://www.hqontario.ca/evidence	0
SIGN	Scottish Intercollegiate Guidelines Network	Écosse	http://www.sign.ac.uk/	0
TAU-MUHC	Technology Assessment Unit-McGill University Health Centre	Canada (Québec)	https://muhc.ca/tau/page/tau-reports	0

Acronyme	Nom	Pays (province)	Site Internet	Résultat de la recherche (n)
UETMISSS – CIUSSS de l'Estrie - CHUS	UETMISSS du Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Estrie - Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke	Canada (Québec)	https://www.santeestrie.qc.ca/professionnels/ressources-pour-les-professionnels/uetmisss/	0
Sites Internet d'organismes et d'associations professionnelles spécifiques au sujet				
Transport médical				
AAMS	Association of Air Medical Services	États-Unis	https://aams.org/	1
ACA	Air Care Alliance	International	https://www.aircarealliance.org/	0
AMPA	Air Medical Physician Association	International	https://www.ampa.org/	0
ASTNA	Air & Surface Transport Nurses Association	États-Unis	https://www.astna.org/	0
CAMATA	Canadian Aerospace Medicine and Aeromedical Transport Association	Canada	https://camata.ca/	0
CAMTS	Commission on Accreditation of Medical Transport Systems	International	https://www.camts.org/	2
Soins intensifs et critiques				
AACCN	American Association of Critical Care Nurses	États-Unis	https://www.aacn.org/	0
ACEP	American College of Emergency Physicians	États-Unis	https://www.acep.org/	0
ACEM	Australasian College for Emergency Medicine	Australie	https://acem.org.au/	0
ANZICS	Australian and New Zealand Intensive Care Society	Australie, Nouvelle-Zélande	https://www.anzics.com.au/	0
BAPM	British Association of Perinatal Medicine	Angleterre	https://www.bapm.org/	1
CACCN	Canadian Association of Critical Care Nurses	Canada	https://www.caccn.ca/	0
CAEP	Canadian Association of Emergency Physicians	Canada	https://caep.ca/	0
CCCS	Canadian Critical Care Society	Canada	https://www.canadiancriticalcare.org/	0
ESICM	European Society of Intensive Care Medicine	International	https://www.esicm.org/	1
ESPNIC	European Society of Pediatric and Neonatal Intensive Care	Suisse	https://www.espnice.eu/	0
ICS	Intensive Care Society	Royaume-Uni	https://ics.ac.uk/guidance.html	1
PICS	Paediatric Intensive Care Society	Royaume-Uni	https://piccs.org/	0
RCEM	Royal College of Emergency Medicine	Royaume-Uni	https://rcem.ac.uk/	0
SCCM	Society of Critical Care Medicine	États-Unis	https://www.sccm.org/Home	1
WFPICCS	World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies	Suisse	https://wfpiccs.org/	0
WFSICCM	World Federation of Societies of Intensive and Critical Care Medicine	International	https://www.world-critical-care.org/	0
Pneumologie et inhalothérapie				
AARC	American Association for Respiratory Care	États-Unis	https://www.aarc.org/	2
ALA	American Lung Association	États-Unis	http://www.lung.org/	0

Acronyme	Nom	Pays (province)	Site Internet	Résultat de la recherche (n)
APPQ	Association des pneumologues du Québec	Canada (Québec)	https://www.fmsq.org	0
ATS	<i>American Thoracic Society</i>	États-Unis	http://www.thoracic.org/	0
BTS	<i>British Thoracic Society</i>	Royaume-Uni	http://www.brit-thoracic.org.uk/	3
CLA	<i>Canadian Lung Associating</i>	Canada	https://www.poumon.ca/	0
CTS	<i>Canadian Thoracic Society</i>	Canada	https://cts-sct.ca/	0
ERS	<i>European Respiratory Society</i>	Europe	http://www.ersnet.org/	2
FFP	Fédération française de pneumologie	France	http://www.ffpneumologie.org/	0
OPIQ	Ordre professionnel des inhalothérapeutes du Québec	Canada (Québec)	http://opiq.qc.ca/	0
SCT	Société canadienne de thoracologie	Canada	http://www.poumon.ca/	0
SCTR	Société canadienne des thérapeutes respiratoires	Canada	http://www.csrt.com/	0
Anesthésiologie				
AANA	<i>American Association of Nurse Anesthetists</i>	États-Unis	http://www.aana.com	0
AAGBI	<i>Association of Anesthetists of Great Britain & Ireland</i>	Royaume-Uni	http://www.aagbi.org	1
APAGBI	<i>Association of Paediatric Anaesthetists of Great Britain and Ireland</i>	Royaume-Uni	http://www.apagbi.org.uk/	0
APFS	<i>Anesthesia Patient Safety Foundation</i>	États-Unis	https://www.apsf.org/	0
ASA	<i>American Society of Anesthesiologists</i>	États-Unis	https://www.asahq.org/	0
CAS	<i>Canadian Anesthesiologist's Society</i>	Canada	https://www.cas.ca	0
ESAC	<i>European Society of Anaesthesiology and Intensive Care</i>	Europe	https://esaic.org/	0
EuroSPA	<i>European Society for Paediatric Anaesthesiology</i>	Europe	http://www.euroespa.com/	0
	<i>Open anesthesia</i>	International	http://www.openanesthesia.org/Main_Page	0
RCA	<i>Royal College of Anaesthetists</i>	Royaume-Uni	http://www.rcoa.ac.uk	0
SASM	<i>Society of Anesthesia and Sleep Medicine</i>	États-Unis	http://sasmhq.org/	0
SFAR	Société Française d'Anesthésie et de Réanimation	France	http://www.sfar.org	0
SPA	<i>Society for Pediatric Anesthesia</i>	États-Unis	https://www.pedsanesthesia.org	0
Cardiologie				
ACA	<i>American College of Cardiology</i>	États-Unis	https://www.acc.org/	0
AHA	<i>American Heart Association</i>	États-Unis	https://www.heart.org/en/	1
BHF	<i>British Heart Foundation</i>	Angleterre	https://www.bhf.org.uk/	0
CCS	<i>Canadian Cardiovascular Society</i>	Canada	https://ccs.ca/	0
ESC	<i>European Society of Cardiology</i>	Europe	https://www.escardio.org/	0
Heart Foundation	<i>Heart Foundation</i>	Australie	https://www.heartfoundation.org.au/	0

Acronyme	Nom	Pays (province)	Site Internet	Résultat de la recherche (n)
HS	<i>Heart and Stroke</i>	Canada	https://www.heartandstroke.ca/	0
NHLBI	<i>National Heart, Lung, Blood Institute</i>	États-Unis	https://www.nhlbi.nih.gov/	0
NOMBRE DE DOCUMENTS RÉPERTORIÉS				18

Dernière recherche effectuée le 14 août 2025

Autres sources documentaires

Noms	Site Internet	Résultat de la recherche (n)
Mots-clés		
Sites en anglais : <i>noninvasive ventilation AND transport</i>		
Sites en français : <i>ventilation non invasive ET transport</i>		
Google Scholar	http://scholar.google.ca/	0
Scientific Research Publishing	http://www.scirp.org	0
NOMBRE DE DOCUMENTS RÉPERTORIÉS		0

Dernière recherche effectuée le 18 juin 2024

ANNEXE 2. STRATÉGIES DE RECHERCHE DOCUMENTAIRE DANS LES BANQUES DE DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

CRD

- 1 MeSH DESCRIPTOR transportation of patients EXPLODE ALL TREES
- 2 MeSH DESCRIPTOR Respiration, Artificial EXPLODE
- 3 (transport OR transfer):TI
- 4 (vni OR ventilation or respiration OR high-flow OR CPAP):TI
- 5 (HFNO OR HFNC OR optiflow):TI IN DARE, NHSEED, HTA
- 6 #4 OR #5
- 7 #1 OR #3
- 8 #2 OR #4
- 9 #7 AND #8

Bibliothèque Cochrane

- #1 MeSH descriptor: [Respiration, Artificial] explode all trees
- #2 CIPAP OR BIPAP OR (non-invasive OR noninvasive) OR "high flow nasal" OR "high-flow nasal" OR "nasal therapy" OR "nasal oxygen" OR "nasal cannula" OR HFNT OR HFNO OR HFNC OR optiflow OR "airway humidification" OR "artificial humidification" OR "artificial airway" OR "artificial airways"
- #3 #1 OR #2
- #4 MeSH descriptor: [Transportation of Patients] explode all trees
- #5 transfer OR interfacility OR inter-hospital
- #6 #4 OR #5
- #7 #3 AND #6 with Cochrane Library publication date Between Jan 2010 and Jan 2024, in Cochrane Reviews

PubMed

- #1 "Noninvasive Ventilation"[Mesh] OR "Continuous Positive Airway Pressure"[Mesh] OR CIPAP OR BIPAP OR (non-invasive OR noninvasive) and (airway* OR respiration OR respiratory OR "support ventilation" OR "assisted ventilation") OR "high flow nasal" OR "high-flow nasal" OR "nasal therapy" OR "nasal oxygen" OR "nasal cannula" OR HFNT OR HFNO OR HFNC OR optiflow OR "airway humidification" OR "artificial humidification" OR "artificial airway" OR "artificial airways"
- #2 "Transportation of Patients"[Mesh] OR (transportation [Title/Abstract] OR transport [Title/Abstract] OR transfer [Title/Abstract] OR interfacility [Title/Abstract] OR inter-hospital [Title/Abstract]) and (patient OR neonatal OR pediatric OR infant OR child*)
- #3 #1 AND #2, English, French, depuis 2010

Embase

- #1 (non invasive ventilation.mp. or exp noninvasive ventilation/ OR exp continuous positive airway pressure/ OR CIPAP OR BIPAP OR (non-invasive OR noninvasive) and (airway* OR respiration OR respiratory OR "support

ventilation" OR "assisted ventilation") OR "high flow nasal" OR "high-flow nasal" OR "nasal therapy" OR "nasal oxygen" OR "nasal cannula" OR HFNT OR HFNO OR HFNC OR optiflow OR "airway humidification" OR "artificial humidification" OR "artificial airway" OR "artificial airways")

#2 ("exp patient transfer aid/ or patient transport/ OR (transportation [Title/Abstract] OR transport [Title/Abstract] OR transfer [Title/Abstract] OR interfacility [Title/Abstract] OR inter-hospital [Title/Abstract] and (patient OR neonatal OR pediatric OR infant OR child*))

#3 #1 AND #2, limit 3 to (embase and (article-in-press status or embase status or in-process status) and (english or french) and yr="2010 -Current")

Dernière recherche effectuée le 14 août 2025

ANNEXE 3. SITES INTERNET CONSULTÉS POUR LA RECHERCHE DE PROTOCOLES PUBLIÉS

Nom	Organisation	Site Internet	Résultat de la recherche (n)
Études de synthèse			
Mots-clés : <i>transport, noninvasive ventilation</i>			
PROSPERO	<i>Centre for Reviews and Dissemination</i>		2
Cochrane	<i>The Cochrane Library</i>	www.thecochranelibrary.com	0
ECR			
Mots-clés : <i>transport, non invasive ventilation</i>			
	<i>U.S. National Institute for Health Research</i>	http://www.Clinicaltrials.gov	0
	<i>Current Controlled Trials Ltd.</i>	http://www.controlled-trials.com	0
NOMBRE DE DOCUMENTS RÉPERTORIÉS			2

Dernière recherche effectuée le 12 juin 2025

ANNEXE 4. DOCUMENTS EXCLUS ET RAISONS D'EXCLUSION

Guides de pratiques

Autre intervention (ne traite pas de ventilation durant les transports)

Association of Air Medical Services. Guidelines for Air Medical Crew Education. 2004.

Australasian College for Emergency Medicine. Joint Guideline for the Transport of Critically Ill Patients. September 2024.

British Association of Perinatal Medicine. Neonatal Transport Group. Air Transport Standards v.4 September 2021.

British Thoracic Society Emergency Oxygen. Guideline Development Group BTS guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *Thorax*. June 2017 : 72 (Supplement 1):i1-90.

Collège des médecins du Québec. Le transfert interétablissements. Prise en charge et sécurité des patients. Guide d'exercice, 08/2020, dernière mise à jour 12/2021.

Coker RK, Armstrong A, Church AC, Holmes S, Naylor J, Pike K, et al. BTS Clinical Statement on air travel for passengers with respiratory disease. *Thorax*. 2022; 77(4): 329-50.

Davies M, Allen M, Bentley A, Bourke SC, Creagh-Brown B, D'Oliveiro R, et al. British Thoracic Society Quality Standards for acute non-invasive ventilation in adults. *BMJ Open Respir Res*. 2018; 5(1): e000283.

Disma N, Asai T, Cools E, Cronin A, Engelhardt T, Fiadjoe J, et al. Airway management in neonates and infants: European Society of Anaesthesiology and Intensive Care and British Journal of Anaesthesia joint guidelines. *European Journal of Anaesthesiology*. 2024; 41(1): 3-23.

Fan E, Del Sorbo L, Goligher EC, Hodgson CL, Munshi L, Walkey AJ, et al. American Thoracic Society, European Society of Intensive Care Medicine, and Society of Critical Care Medicine. An Official American Thoracic Society/European Society of Intensive Care Medicine/Society of Critical Care Medicine Clinical Practice Guideline: Mechanical Ventilation in Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017 May 1;195(9):1253-13.

Farrell K, Horton J. Airway Pressure Release Ventilation for Acute Respiratory Distress Syndrome: An Update. CADTH Health Technology Review. *Canadian Journal of Health Technologies*. September 2022; 2 (9): 1-36.

Grasselli G, Calfee CS, Camporota L, Poole D, Amato MBP, Antonelli M, et al. ESICM guidelines on acute respiratory distress syndrome: definition, phenotyping and respiratory support strategies. *Intensive Care Med*. 2023; 49(7): 727-59.

Napolitano N, Berlinski A, Walsh BK, Ginier E, Strickland SL. AARC Clinical Practice Guideline: Management of Pediatric Patients With Oxygen in the Acute Care Setting. *Respir Care*. 2021 Jul;66(7):1214-23.

Oczkowski S, Ergon B, Bos L, Chatwin M, Ferrer M, Gregoretti C, et al. ERS clinical practice guidelines: high-flow nasal cannula in acute respiratory failure. *Eur Respir J*. 2022; 59(4).

Piraino T, Madden M, Roberts KJ, Lamberti J, Ginier E, Strickland SL. AARC Clinical Practice Guideline: Management of Adult Patients With Oxygen in the Acute Care Setting. *Respir Care*. 2022 Jan;67(1):115-28.

Rochwerf B, Brochard L, Elliott MW, Hess D, Hill NS, Nava S, et al. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J*. 2017; 50(2).

Sweet DG, Carnielli V, Greisen G, Hallman M, Ozek E, Te Pas A, et al. European Consensus Guidelines on the Management of Respiratory Distress Syndrome - 2019 Update. *Neonatology*. 2019; 115(4): 432-50.

2023 Edition Medical Escort Standards of the Commission on Accreditation of Medical Transport Systems.

2023 Accreditations Standards Special Operation – Medical Retrieval of the Commission on Accreditation of Medical Transport Systems.

Études originales

Autre population

Claudett KB, Claudett MB, Sang MC, Maiguashca HA, Pico DC, Andrade MG, et al. Noninvasive ventilation in relapse of acute respiratory failure outside ICU. *Internet Journal of Pulmonary Medicine*. 2010; 12(1).

Autre intervention

Ando M, Takahashi Y, Park IS, Tomoike H. Aircraft transfer of pediatric patients with intractable cardiac or airway problems – single-institutional experience of a specialty hospital. *Circ J*. 2015; 79(1): 180-4.

Astle V, Borland ML, Betts K, Erickson S, Gowen B. Assessing the predictors for paediatric intensive care unit for inter-hospital transfer patients on high-flow nasal cannula or continuous positive airway pressure ventilation at a tertiary Australian paediatric hospital. *Emerg Med Australas*. 2024.

Baez AA, Qasim Z, Wilcox S, Weir WB, Loeffler P, Golden BM, et al. Prehospital Mechanical Ventilation: An NAEMSP Position Statement and Resource Document. *Prehosp Emerg Care*. 2022; 26(sup1): 88-95.

Drkić TJ, Šljivo A, Ljuhar K, Tuco AA, Fetahović LH, Karamehić E, et al. Impact of Continuous Positive Airway Pressure on Patient Outcomes in Acute Cardiogenic Pulmonary Edema Within Physician-Led Prehospital Care. *Med Sci (Basel)*. 2025; 13(1).

Gondhalekar VB, Gandomi A, Gilman SL, Hajizadeh N, Hasan ZM, Bank MA, et al. Should Transport Ventilators Be Used in Times of Crisis? The Use of Emergency Authorized Nonconventional Ventilators Is Associated With Mortality Among Patients With COVID-19 Acute Respiratory Distress Syndrome. *Crit Care Med*. 2024; 52(7): 1021-31.

Hansen M, Meckler G, Lambert W, Dickinson C, Dickinson K, Van Otterloo J, et al. Patient safety events in out-of-hospital paediatric airway management: a medical record review by the CSI-EMS. *BMJ Open*. 2016; 6(11): e012259.

McDonough A, Callans KM, Carroll DL. Understanding the challenges during transitions of care for children with critical airway conditions. *ORL Head Neck Nurs*. 2014; 32(4): 12-7.

Şan İ, Yıldırım Ç, Bekgöz B, Gemcioğlu E. Transport of awake hypoxemic probable COVID 19 patients in the prone position. *Am J Emerg Med*. 2021; 46: 420-3.

Tejkl L, Kudrna P, Rafil J, Bachman TE. Reducing the time delay of oxygen transport to the neonate on continuous positive airway pressure support: A bench study. *Front Pediatr*. 2023; 11: 1141432.

Zirpe KG, Tiwari AM, Kulkarni AP, Govil D, Dixit SB, M. Munjal M et al. Adverse Events during Intrahospital Transport of Critically Ill Patients: A Multicenter, Prospective, Observational Study (I-TOUCH Study), *Indian J Crit Care Med*. 2023 Sep;27(9):635-41.

Autres indicateurs

Dabija M, Aine M, Forsberg A. Caring for critically ill patients during interhospital transfers: A qualitative study. *Nurs Crit Care*. 2021; 26(5): 333-40.

Hafis MS, Johar MJ, Mahathar AW, Saiboon IM. A cross sectional study on the acceptance of pre-hospital continuous positive airway pressure ventilation among ambulance paramedic in an urban emergency medical service system in a developing country. *Saudi Med J*. 2014; 35(8): 855-60.

Reimer AP, Simpson B, Brown AS, Passalacqua M, Keary J, Hustey FM, et al. High-Flow Nasal Cannula in Transport: Process, Results, and Considerations. *Air Med J*. 2022; 41(1): 42-6.

Sehlin M, Brändström H, Winsö O, Haney M, Wadell K, Ohberg F. Simulated flying altitude and performance of continuous positive airway pressure devices. *Aviat Space Environ Med*. 2014; 85(11): 1092-9.

Suliman HS, Fecura SE, Baskin J, Kalns JE. Laboratory evaluation of 10 heat and moisture exchangers using simulated aeromedical evacuation conditions. *Mil Med*. 2011; 176(6): 656-9.

Types de documents

The ACUTE (Ambulance CPAP: Use, Treatment effect and Economics) feasibility study: a pilot randomised controlled trial of prehospital CPAP for acute respiratory failure. ed.: Health Technology Assessment.

Almukhaini KS, Al-Rahbi NM. Use of Noninvasive Ventilation and High-Flow Nasal Cannulae Therapy for Infants and Children with Acute Respiratory Distress Outside of Paediatric Intensive Care: A review article. *Sultan Qaboos Univ Med J*. 2020; 20(3): e245-e50.

Baird JS, Ravindranath TM. Out-of-hospital noninvasive ventilation: epidemiology, technology and equipment. *Pediatr Rep*. 2012; 4(2): e17.

Beckl R. Use of Helmet-Based Noninvasive Ventilation in Air Medical Transport of Coronavirus Disease 2019 Patients. *Air Med J*. 2021; 40(1): 16-9.

Ide N, Allen G, Ashworth HC, Dada S. Critical Breaths in Transit: A Review of Non-invasive Ventilation (NIV) for Neonatal and Pediatric Patients During Transportation. *Front Pediatr*. 2021; 9: 667404.

Jenkinson A, Dassios T, Ratnavel N, Greenough A. Respiratory support strategies in neonatal transport in the UK and Ireland. *Eur J Pediatr*. 2025; 184(1): 115.

Kapadia J, Brazier A, Stone S, Farrer K. Safety of nasal continuous positive airway pressure during nurse-led, single-clinician neonatal transfers. *Acta Paediatr*. 2012; 101(7): e266-7.

Lauria MJ, Root CW, Gottula AL, Braude DA. Management of Respiratory Distress and Failure in Morbidly and Super Obese Patients During Critical Care Transport. *Air Med J*. 2022; 41(1): 133-40.

Leisten DC, Wheeler J, Boomhower J, Frakes MA, Denison T, Cohen JE, et al. Clinical Policies and Procedures for Critical Care Transport during a Respiratory Pandemic. *Prehosp Disaster Med*. 2021; 36(6): 762-6.

Null D, Jr., Crezee K, Bleak T. Noninvasive Respiratory Support During Transportation. *Clin Perinatol*. 2016; 43(4): 741-54.

Prendergast C. Urgent air medical transfers for severe acute respiratory infections among children from northern Canada. *Paediatrics and Child Health (Canada)*. 2019; 24(Supplement 2): e16.

Faible qualité méthodologique

Sheffield HA, Sheffield CA. Nasal CPAP on paediatric air transport in the Canadian Arctic: A case series. *Paediatr Child Health*. 2019 May;24(2):e94-7.

Autres raisons

Gómez-Morán Quintana M, Horrillo García C, Gutiérrez Misis A, Quesada-Cubo V, Torres Poza A, Cintora Sanz A, et al. Factors associated with in-hospital mortality and readmission in a cohort of patients treated with noninvasive ventilation during emergency department or out-of-hospital emergency care: the VentilaMadrid study. *Emergencias*. 2022; 34(1): 7-14.

Anderson CD, Webb E, Lampe GE, Clark T, Williams HL, Hillman NH. Interhospital Transport of Infants on Bubble Continuous Positive Airway Pressure via Ground and Air. *Air Med J*. 2020; 39(6): 458-63.

Hutton H, Sherif A, Ari A, Ramnarayan P, Jones A. Noninvasive Respiratory Support during Pediatric Critical Care Transport: A Retrospective Cohort Study. *J Pediatr Intensive Care*. 2024; 13(3): 269-75.

ANNEXE 5. CANEVAS D'ENTREVUES AVEC INFORMATEURS CLÉS DES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ UNIVERSITAIRES DU QUÉBEC

Pratiques et enjeux relatifs à la ventilation mécanique des patients en détresse respiratoire lors de transports critiques

- 1) Pouvez-vous décrire le processus pour l'organisation du transport terrestre ou aérien d'un patient en état critique vers une unité (USI ou autre) de votre établissement ?
- 2) Lorsqu'un centre demande le transfert d'un patient intubé ou sous ventilation mécanique vers votre établissement, par qui est déterminé la modalité de support ventilatoire durant le transport (ventilation invasive, CPAP, BiPAP, ONHD, avec ou sans humidification) ?
- 3) Est-ce que la VNI (CPAP, BiPAP, ONHD) est utilisée pour le transport critique aérien ou terrestre de certains patients ?
 - Si non pourquoi ?

Si oui,

- 4) Les modalités non invasives (VNI, CPAP, BiPAP, ONHD) sont utilisées pour quel type de clientèle (néonatale, pédiatrique adulte) ?
 - Transport terrestre :
 - Transport aérien :
- 5) Est-ce que des dispositifs d'humidification sont utilisés durant les transports aériens et terrestre de patients sous ventilation invasive ou non invasive ? Si oui, pour quelle clientèle et modalité de transport ?
- 6) Quels critères ou conditions sont considérés pour le choix du support ventilatoire ?
 - état clinique du patient ? pathologie ?
 - critères relatifs au transport (durée, conditions météorologiques, espace disponible, type de ressources humaines et matérielles disponible) ?
 - autres aspects logistiques ou organisationnels ?
- 7) Lorsqu'une modalité de VNI est utilisée, est-ce que des conditions particulières (accompagnement médical, surveillance, ...) doivent être mises en place durant le transport aérien ou terrestre ?
- 8) Est-ce qu'une directive précise, un guide, algorithme ou méthode de soins encadre la détermination du type de ventilation durant les transports critiques de patients vers votre établissement ?
- 9) Est-ce que des enjeux particuliers sont associés au transport terrestre et aérien des patients sous ventilation non invasive ?
- 10) Selon vous, est-ce que le transport des patients sous ventilation mécanique est associé à des enjeux éthiques ou légaux ?
- 11) Avez-vous d'autres commentaires à ajouter concernant le transport des patients sous ventilation ?

Merci de votre collaboration !

ANNEXE 6. Questionnaire administré dans le cadre du sondage sur les pratiques et les enjeux associés à la ventilation mécanique durant les transports aériens

This questionnaire aims to collect information on current practices regarding interfacility air medical transport (fixed-wing aircraft or helicopter) for patients requiring respiratory support, and to identify the issues related to mechanical ventilation in this context. In particular, we would like to collect your opinion on the use of noninvasive ventilation modes, (eg. continuous positive airway pressure (CPAP), bilevel positive airway pressure (BiPAP), high-flow nasal cannula (HFNC)) and respiratory humidification devices (heat and moisture exchangers (HME) or heated humidifiers) during air transports.

By completing this questionnaire, I understand and accept that the disclosed information may be reported, in whole or in part, in a report published by the UETMIS of the CHU de Québec-Université Laval.

SECTION 1 : Description of the respondent and the Transport Program

1. What is your job title?

CLICK HERE TO ADD TEXT.

2. What is the name of your organization and/or air medical transport program?

CLICK HERE TO ADD TEXT.

3. What territorial area does your air medical transport program cover?

CLICK HERE TO ADD TEXT.

4. How many healthcare facilities does your air medical transport program serve?

CLICK HERE TO ADD TEXT.

5. Approximately, how many airplane and helicopter medical transports does your program perform each year for neonatal, pediatric and adult patients?

Mode of transport	Neonatology		Pediatrics		Adults	
	YES	Number per year	YES	Number per year	YES	Number per year
Airplane	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.
Helicopter	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.
Other. Please specify : CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.

6. What is the typical duration of transports performed under your air medical transport program?

CLICK HERE TO ADD TEXT.

7. What is the longest distance that can be traveled during medical transport by plane?

CLICK HERE TO ADD TEXT.

8. What is the longest distance that can be traveled during medical transport by helicopter?

CLICK HERE TO ADD TEXT.

9. When transporting a patient (neonate, child, adult) requiring ventilatory support, who determines the appropriate mode of ventilation (e.g. invasive ventilation, CPAP, BiPAP with or without humidification, HFNC)?

CLICK HERE TO ADD TEXT.

10. Is this decision based on a written procedure, an algorithm or other standardized criteria?

- ☐ Yes. If you use a written procedure, thank you for sharing by attaching it to your completed questionnaire
- ☐ No

ADD COMMENT IF NEEDED.

11. Which of the following criteria do you use to choose the ventilation mode during air medical transports? Check all that apply and specify if needed :

- ☐ Hemodynamic stability CLICK HERE TO ADD TEXT.
- ☐ Diagnosis CLICK HERE TO ADD TEXT.
- ☐ Level of consciousness CLICK HERE TO ADD TEXT.
- ☐ Respiratory function indicators (FiO₂, CO₂...) CLICK HERE TO ADD TEXT.
- ☐ Mode of transport used (plane or helicopter) CLICK HERE TO ADD TEXT.
- ☐ Duration of transport CLICK HERE TO ADD TEXT.
- ☐ Gestational age for neonatal transports CLICK HERE TO ADD TEXT.
- ☐ Birth weight for neonatal transports CLICK HERE TO ADD TEXT.
- ☐ Other specific population considerations. Please specify: CLICK HERE TO ADD TEXT.
- ☐ Other. Please specify: CLICK HERE TO ADD TEXT.

SECTION 2 : Mechanical ventilation during air medical transports

12. For each of the following patient populations requiring ventilatory support during air medical transport, please specify the mode of ventilation used and approximatively for what proportion of all ventilated cases?

Ventilation mode	Neonatology		Pediatrics		Adults	
	YES	% of ventilated cases	YES	% of ventilated cases	YES	% of ventilated cases
DURING TRANSPORT BY PLANE						
Invasive ventilation	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.
BiPAP	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.
CPAP	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.
HFNC	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.
Other. Please specify : CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.
DURING TRANSPORT BY HELICOPTER						
Invasive ventilation	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.
BiPAP	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.
CPAP	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.
HFNC	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.
Other. Please specify : CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.	<input type="checkbox"/>	CLICK HERE TO ADD TEXT.

13. Are heat and moisture exchangers (HME) or heated humidifiers (HH) generally used during air medical transport for patients requiring invasive ventilation?

- ☐ Never
- ☐ Very rarely
- ☐ Rarely
- ☐ Sometimes
- ☐ Frequently
- ☐ Always

ADD COMMENT IF NEEDED.

14. Are heat and moisture exchangers (HME) or heated humidifiers (HH) generally used during air medical transport for patients requiring noninvasive ventilation?

- ☐ Never
- ☐ Very rarely
- ☐ Rarely
- ☐ Sometimes
- ☐ Frequently
- ☐ Always

ADD COMMENT IF NEEDED.

15. Can you explain the reasons for using or not HME or HH during air medical transport?

CLICK HERE TO ADD TEXT.

16. According to your experience, do intubations or respiratory escalations occur during the transport of a stabilized patient under NIV?

- ☐ Never
- ☐ Very rarely
- ☐ Rarely
- ☐ Sometimes
- ☐ Frequently
- ☐ Always

ADD COMMENT IF NEEDED.

17. Is noninvasive ventilation during air medical transport generally well accepted by healthcare professionals involved in the patient management?

CLICK HERE TO ADD TEXT.

18. Are there any particular issues (e.g. organizational, ethical, legal, medical equipment-related, safety-related) associated with air medical transport of patients on noninvasive ventilation?

CLICK HERE TO ADD TEXT.

19. Do you have any other comments regarding mechanical ventilation during medical transport by plane or helicopter?

CLICK HERE TO ADD TEXT.

Thank you very much for your participation. Please feel free to send us any relevant documents.

ANNEXE 7. RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DES DOCUMENTS RETENUS

ÉVALUATION DE LA QUALITÉ MÉTHODOLOGIQUE DE LA REVUE SYSTÉMATIQUE RETENUE SELON LA GRILLE D'ANALYSE AMSTAR-2 [41]

Question	Auteur, année	Cheema, 2019
1 – PICO énoncé		✓
2 – Méthode <i>a priori</i> (protocole)		
3 – Explication des devis inclus		
4 – Stratégie de recherche adéquate		✓
5 – Sélection en double		✓
6 – Extraction en double		✓
7 – Études exclues et justifications		✓
8 – Description des études incluses		✓
9 – Évaluation du risque de biais		✓
10 – Financements des études incluses		
11 – Méthode statistique adéquate		✓
12 – Impact du risque de biais sur les résultats estimé		NA
13 – Prise en compte du risque de biais dans l'interprétation / discussion		✓
14 – Discussion / explication de l'hétérogénéité		✓
15 – Biais de publication		NA
16 – Sources de conflits d'intérêts rapportées		✓

NA : non applicable, pas de méta-analyse réalisée

ÉVALUATION DE LA QUALITÉ MÉTHODOLOGIQUE DES SÉRIES DE CAS RETENUES SELON LA GRILLE D'ANALYSE DE L'INSTITUTE FOR HEALTH ECONOMICS (IHE) [43]

Études sur les transports médicaux interétablissements en néonatalogie

Auteur, année	Bomont, 2008	Boyle, 2017	Daverekar, 2024	Jani, 2014	Muniyappa, 2019	Murray, 2008	Resnick, 2010	Zein, 2018
Question								
1 – Objectif clairement énoncé	P	P	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
2 – Devis prospectif	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
3 – Multicentrique	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
4 – Recrutement consécutif	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui
5 – Population décrite	P	P	P	Oui	Oui	Oui	P	P
– Critères inclusion exclusion précisés	Oui	P	Oui	Oui	Oui	P	Oui	O
7 – Stade similaire de la maladie	I	I	I	I	I	I	I	I
8 – Intervention clairement décrite	P	P	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	P
9 – Co-interventions décrites	Non	Non	Oui	Oui	Non	P	P	Non
10 – Résultats définis <i>a priori</i>	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
11 – Évaluation des résultats à l'insu	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
12 – Méthodes de mesures appropriées	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
13 – Mesures avant et après l'intervention	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
14 – Analyses statistiques appropriées	I	I	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
15 – Durée du suivi adéquat	I	Non	I	Oui	I	Oui	I	Oui
16 – Pertes au suivi rapportées	Oui	Non	I	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
17 – Variabilité des résultats estimée	Non	Oui	Non	Non	P	Oui	Oui	Non
18 – Événements indésirables évalués	P	I	P	P	Non	Non	P	Oui
19 – Conclusions supportées par les résultats	Oui	I	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
20 – Conflits d'intérêts et financement rapportés	P	Oui	Oui	Oui	Non	P	Non	Oui

I : imprécis, IHE : *Institute for Health Economics*, P : partiel

Études sur les transports médicaux interétablissements en pédiatrie

Auteur, année										
Question	Baird, 2009	Fleming, 2012	Holbird, 2020	Hutton, 2022	Kemper, 2023	Millan, 2017	Miura, 2021	Roy, 2022	Schlapbach, 2014	Yap, 2025
1 – Objectif clairement énoncé	P	Oui	Oui	Oui	Oui	P	P	Oui	P	P
2 – Devis prospectif	Non	Non	Non	Non	Non	Y	Non	Non	Non	Non
3 – Multicentrique	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui
4 – Recrutement consécutif	I	Oui	Oui	N	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
5 – Population décrite	P	Oui	Oui	Oui	P	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
6 – Critères inclusion exclusion précisés	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	P
7 – Stade similaire de la maladie	Non	I	I	P	I	Oui	I	I	I	I
8 – Intervention clairement décrite	Oui	Oui	Oui	P	P	Oui	Oui	P	P	Non
9 – Co-interventions décrites	Non	P	Non	Non	Non	P	Non	P	P	Non
10 – Résultats définis <i>a priori</i>	Oui	Oui	P	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
11 – Évaluation des résultats à l'insu	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	I	Non
12 – Méthodes de mesures appropriées	P	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
13 – Mesures avant et après l'intervention	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	Non
14 – Analyses statistiques appropriées	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
15 – Durée du suivi adéquat	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	I	Oui	Oui	Oui	I
16 – Pertes au suivi rapportées	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
17 – Variabilité des résultats estimée	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Non
18 – Événements indésirables évalués	Oui	P	Non	Oui	Non	P	P	Oui	Oui	Oui
19 – Conclusions supportées par les résultats	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
20 – Conflits d'intérêts et financement rapportés	Non	P	Oui	Oui	P	P	Oui	Oui	Oui	Oui

I : imprécis, IHE : *Institute for Health Economics*, O : Oui, N : Non, P : partiel

Études sur les transports médicaux interétablissements chez les adultes

Auteur, année	Coggins, 2016	Dubbie, 2021	Garotte, 2015	Le Cong, 2012	Weller, 2021
Question					
1 – Objectif clairement énoncé	Oui	Oui	Oui	P	Oui
2 – Devis prospectif	Non	Oui	I	Non	Non
3 – Multicentrique	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
4 – Recrutement consécutif	Oui	Oui	Oui	I	Oui
5 – Population décrite	Oui	P	P	P	Oui
6 – Critères inclusion exclusion précisés	Oui	Oui	P	Non	Oui
7 – Stade similaire de la maladie	I	I	I	I	I
8 – Intervention clairement décrite	P	Oui	Oui	P	P
9 – Co-interventions décrites	Non	Oui	Oui	Non	Non
10 – Résultats définis <i>a priori</i>	Oui	P	Oui	Non	Oui
11 – Évaluation des résultats à l'insu	Non	Non	Non	I	Non
12 – Méthodes de mesures appropriées	Oui	P	P	Non	Oui
13 – Mesures avant et après l'intervention	Non	Oui	Non	Non	Non
14 – Analyses statistiques appropriées	Oui	I	I	I	I
15 – Durée du suivi adéquat	Oui	Non	Non	I	Non
16 – Pertes au suivi rapportées	Oui	I	I	Non	Oui
17 – Variabilité des résultats estimée	Non	Non	P	Non	P
18 – Événements indésirables évalués	Non	P	P	Oui	Oui
19 – Conclusions supportées par les résultats	Oui	Oui	I	Oui	Oui
20 – Conflits d'intérêts et financement rapportés	P	Oui	Non	Non	P

I : imprécis, O : Oui, N : Non, P : partiel

ANNEXE 8. RÉFÉRENCES À L'APPUI DES RECOMMANDATIONS ISSUES DE LA CONSULTATION SUR L'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES

AARC, Restrepo RD, Walsh BK. Humidification during invasive and noninvasive mechanical ventilation: 2012. *Respiratory care* 2012;57(5):782-8.

Campbell EJ, Baker MD, Crites-Silver P. Subjective effects of humidification of oxygen for delivery by nasal cannula. A prospective study. *Chest* 1988;93(2):289-93.

Franchini ML, Athanazio R, Amato-Lourenco LF, et al. Oxygen With Cold Bubble Humidification Is No Better Than Dry Oxygen in Preventing Mucus Dehydration, Decreased Mucociliary Clearance, and Decline in Pulmonary Function. *Chest* 2016;150(2):407-14.

Gottlieb J, Capetian P, Hamsen U, et al. [German S3 Guideline - Oxygen Therapy in the Acute Care of Adult Patients]. *Pneumologie* 2022;76(3):159-216.

Jaber S, Chanques G, Matecki S, et al. Comparison of the effects of heat and moisture exchangers and heated humidifiers on ventilation and gas exchange during non-invasive ventilation. *Intensive Care Med* 2002;28(11):1590-4.

Lellouche F, Maggiore SM, Lyazidi A, et al. Water content of delivered gases during non-invasive ventilation in healthy subjects. *Intensive Care Med* 2009;35(6):987-95.

Lellouche F, Maggiore SM, Deye N, et al. Effect of the humidification device on the work of breathing during noninvasive ventilation. *Intensive Care Med* 2002;28(11):1582-9.

Lellouche F, Pignataro C, Maggiore SM, et al. Short-term effects of humidification devices on respiratory pattern and arterial blood gases during noninvasive ventilation. *Respiratory care* 2012;57(11):1879-86.

Lellouche F, L'Her E, Abroug F, et al. Impact of the humidification device on intubation rate during noninvasive ventilation with ICU ventilators: results of a multicenter randomized controlled trial. *Intensive Care Med* 2014;40(2):211-9.

Lellouche F. Humidification During Invasive Mechanical Ventilation. In: *Humidification in the Intensive Care - The Essentials* (Esquinas AM. ed.) Springer Nature: Switzerland; 2023; pp. 97-120.

Lellouche F, Taille S, Lefrancois F, et al. Humidification performance of 48 passive airway humidifiers: comparison with manufacturer data. *Chest* 2009;135(2):276-86.

Lellouche F, Lavoie-Bérard CA, Rousseau E, et al. How to avoid an epidemic of endotracheal tube occlusion. *Lancet Respir Med* 2021;9(11):1215-6.

Lellouche F, Branson R. Towards Zero Endotracheal Tube Occlusions: A Reevaluation of Passive Humidifiers Testing and Selection. *Am J Respir and Crit Care Medicine* 2024.

Lellouche F, Delorme M, Brochard L. Impact of Respiratory Rate and Dead Space in the Current Era of Lung Protective Mechanical Ventilation. *Chest* 2020;158(1):45-7.

Lellouche F, Bouchard PA, Cyr LA, et al. Hygrometric Performance of 113 Passive Humidifiers: ISO Standard Method Versus Psychrometry. *Respiratory care* 2025.

Moran I, Bellapart J, Vari A, Mancebo J. Heat and moisture exchangers and heated humidifiers in acute lung injury/acute respiratory distress syndrome patients. Effects on respiratory mechanics and gas exchange. *Intensive Care Med* 2006;32(4):524-31.

Papazian L, Aubron C, Brochard L, et al. Formal guidelines: management of acute respiratory distress syndrome. *Annals of intensive care* 2019;9(1):69.

Poiroux L, Piquilloud L, Seegers V, et al. Effect on comfort of administering bubble-humidified or dry oxygen: the Oxyrea non-inferiority randomized study. *Annals of intensive care* 2018;8(1):126.

Wen Z, Wang W, Zhang H, et al. Is humidified better than non-humidified low-flow oxygen therapy? A systematic review and meta-analysis. *J Adv Nurs* 2017;73(11):2522-33.

ANNEXE 9. CRITÈRES OBJECTIFS POUR DÉTERMINER L'ADMISSIBILITÉ ET LES CONTRE-INDICATIONS À LA VNI DURANT UN TRANSPORT INTERÉTABLISSEMENTS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES

Critères objectifs pour déterminer l'admissibilité et contre-indications à la VNI durant un transport interétablissements rapportés dans les études [ref]	
CPAP durant le transport en néonatalogie	
Admissibilité	Contre-indications
<ul style="list-style-type: none"> - âge gestationnel > 30 semaines [57] - FiO₂ < 30 % [57] - pH > 7,28 [57] - SpO₂ entre 88 et 92 % pendant ≥ 90 % du temps durant 24 h [57] - PEP ≤ 6 cm H₂O [57] - Poids ≥ 1250 grammes [57] 	
ONHD durant le transport en néonatalogie	
<ul style="list-style-type: none"> - âge gestationnel > 28 semaines [77] - FiO₂ ≤ 30 % [59] ou ≤ 35 % [77] 	<ul style="list-style-type: none"> - distension abdominale, apnée, hernie diaphragmatique [59]
CPAP durant le transport en pédiatrie	
	<ul style="list-style-type: none"> - acidose respiratoire [63, 64] - FiO₂ > à 60 % [64] - pH < 7,25 [61] - instabilité hémodynamique [64] - apnée sévère nécessitant une stimulation fréquente et un besoin en oxygène > à 80 % pour maintenir la saturation en oxygène > à 93 %
ONHD durant le transport en pédiatrie	
<ul style="list-style-type: none"> - détresse respiratoire due à une bronchiolite, pneumonie, insuffisance cardiaque, maladie neuromusculaire, apnée liée à la prématurité, hypoxémie (SpO₂ < 90%) [67] - signes de détresse respiratoire modérée à sévère malgré un débit d'oxygène standard [67] 	<ul style="list-style-type: none"> - obstruction des voies nasales [67] - atrésie des choanes [67] - traumatisme ou chirurgie du nasopharynx [67]
BiPAP adultes	
<ul style="list-style-type: none"> - œdème cardiogénique ou MPOC exacerbée, SpO₂ < 90 % à l'air ambiant ou insuffisance respiratoire (SpO₂ < 90 % et débit respiratoire > 28 resp./min au repos) [70] 	
ONHD adultes	
<ul style="list-style-type: none"> - COVID avec polypnée persistante et hypoxémie malgré une oxygénothérapie conventionnelle [73] 	<ul style="list-style-type: none"> - Intubation immédiate ou prévisible à court terme : hypercapnie (PaCO₂ > 45 mmHg), instabilité hémodynamique, épuisement respiratoire, altération de la conscience

AG : âge gestationnel, BiPAP : ventilation positive à deux niveaux de pression, CPAP : ventilation en pression positive continue, h : heures, min : minutes, L : litres, MPOC : maladie pulmonaire obstructive chronique, ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit, PEP : pression expiratoire positive, resp. : respirations, SDRA : syndrome de détresse respiratoire, sem : semaines VNI : ventilation non invasive

RÉFÉRENCES

- [1] Wagner P, Marshall D, Aldred B. An Unusual Case of Hypotension and Electrocardiographic Changes. *Air Medical Journal*. 2015; 34(5): 292-4.
- [2] Grasselli G, Calfee CS, Camporota L, Poole D, Amato MBP, Antonelli M, et al. ESICM guidelines on acute respiratory distress syndrome: definition, phenotyping and respiratory support strategies. *Intensive Care Med*. 2023; 49(7): 727-59.
- [3] Wick KD, Matthay MA, Ware LB. Pulse oximetry for the diagnosis and management of acute respiratory distress syndrome. *Lancet Respir Med*. 2022; 10(11): 1086-98.
- [4] Merck Manual Professional Version [Internet]. Kenilworth (NJ): Merck & Co. Inc.; c2025. Measurement of Gas Exchange; [revised 2024 April] 2025.
- [5] Larkin BG, Zimmanck RJ. Interpreting Arterial Blood Gases Successfully. *Aorn j*. 2015; 102(4): 343-54; quiz 55-7.
- [6] Gut-Gobert C, L'Her E. [Indications and practical issues concerning oxygen therapy]. *Rev Mal Respir*. 2006; 23(1 Suppl): 3s13-23.
- [7] O'Driscoll BR, Howard LS, Earis J, Mak V. BTS guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *Thorax*. 2017; 72(Suppl 1): ii1-ii90.
- [8] Nguyen TC, Madappa R, Siefkes HM, Lim MJ, Siddegowda KM, Lakshminrusimha S. Oxygen saturation targets in neonatal care: A narrative review. *Early Hum Dev*. 2024; 199: 106134.
- [9] Alexander J. Advanced respiratory support on the paediatric ward. *Paediatrics and Child Health (United Kingdom)*. 2017; 27(5): 238-41.
- [10] Kayton A, Timoney P, Vargo L, Perez JA. A Review of Oxygen Physiology and Appropriate Management of Oxygen Levels in Premature Neonates. *Adv Neonatal Care*. 2018; 18(2): 98-104.
- [11] Okamoto T, Wheeler D, Liu Q, Quintini C, Hata JS, McCurry KR. Variability in Pressure of Arterial Oxygen to Fractional Inspired Oxygen Concentration Ratio During Cellular Ex Vivo Lung Perfusion: Implication for Decision Making. *Transplantation*. 2015; 99(12): 2504-13.
- [12] Nasa P, Bos LD, Estenssoro E, van Haren FM, Serpa Neto A, Rocco PR, et al. Consensus statements on the utility of defining ARDS and the utility of past and current definitions of ARDS-protocol for a Delphi study. *BMJ Open*. 2024; 14(4): e082986.
- [13] Fichtner F, Moerer O, Laudi S, Weber-Carstens S, Nothacker M, Kaisers U. Mechanical Ventilation and Extracorporeal Membrane Oxygenation in Acute Respiratory Insufficiency. *Dtsch Arztebl Int*. 2018; 115(50): 840-7.
- [14] Lewis J. Troubles de l'équilibre acide-base. Le manuel MSD. Version pour professionnels de la santé.
- [15] Frat JP, Thille AW, Mercat A, Girault C, Ragot S, Perbet S, et al. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med*. 2015; 372(23): 2185-96.
- [16] Lefort B, Beauvils F. Saturation pulsée en oxygène basse chez l'enfant. Société française de pédiatrie. 2022.
- [17] Walter JM, Corbridge TC, Singer BD. Invasive Mechanical Ventilation. *South Med J*. 2018; 111(12): 746-53.
- [18] Luo F, Annane D, Orlikowski D, He L, Yang M, Zhou M, et al. Invasive versus non-invasive ventilation for acute respiratory failure in neuromuscular disease and chest wall disorders. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017; 12(12): Cd008380.
- [19] Rodriguez M, Arrivé F, Thille AW, Frat JP. [High-flow nasal oxygen in acute hypoxemic respiratory failure]. *Rev Mal Respir*. 2022; 39(7): 607-17.
- [20] Morris JV, Ramnarayan P, Parslow RC, Fleming SJ. Outcomes for Children Receiving Noninvasive Ventilation as the First-Line Mode of Mechanical Ventilation at Intensive Care Admission: A Propensity Score-Matched Cohort Study. *Crit Care Med*. 2017; 45(6): 1045-53.
- [21] Zuchelo LT, Chiavone PA. Intrahospital transport of patients on invasive ventilation: cardiorespiratory repercussions and adverse events. *J Bras Pneumol*. 2009; 35(4): 367-74.
- [22] Jhaveri V, Vali P, Giusto E, Singh Y, Lakshminrusimha S. Pneumothorax in a term newborn. *J Perinatol*. 2024; 44(4): 465-71.
- [23] Pinto-Villalba RS, Leon-Rojas JE. Reported adverse events during out-of-hospital mechanical ventilation and ventilatory support in emergency medical services and critical care transport crews: a systematic review. *Front Med (Lausanne)*. 2023; 10: 1229053.

- [24] Monsel A LCM, Deransy R, Brisson H, Arbelot C, Vézinet C, et al. Mechanical ventilation: From bench to bedside: Which endotracheal tube, which respiratory circuit, which ventilator? *Anesthésie et Réanimation*. 2018; 4(2): 180-9.
- [25] Morley SL. Non-invasive ventilation in paediatric critical care. *Paediatr Respir Rev*. 2016; 20: 24-31.
- [26] Criner GJ, Tzouanakis A, Kreimer DT. Overview of improving tolerance of long-term mechanical ventilation. *Crit Care Clin*. 1994; 10(4): 845-66.
- [27] Inkrott JC, White JR. Oxygen Economics: The Use of Heated High-Flow Nasal Oxygen in Air Medical Transport of the Adult Patient. *Air Med J*. 2021; 40(6): 380-4.
- [28] Fahey KP, Gelbart B, Oberender F, Thompson J, Rozen T, James C, et al. Interhospital transport of children with bronchiolitis by a statewide emergency transport service. *Crit Care Resusc*. 2021; 23(3): 292-9.
- [29] Kwon JW. High-flow nasal cannula oxygen therapy in children: A clinical review. *Clinical and Experimental Pediatrics*. 2020; 63(1): 3-7.
- [30] Null D, Jr., Crezee K, Bleak T. Noninvasive Respiratory Support During Transportation. *Clin Perinatol*. 2016; 43(4): 741-54.
- [31] Nishimura M. High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy in Adults: Physiological Benefits, Indication, Clinical Benefits, and Adverse Effects. *Respir Care*. 2016; 61(4): 529-41.
- [32] Al Ashry HS, Modrykamien AM. Humidification during mechanical ventilation in the adult patient. *Biomed Res Int*. 2014; 2014: 715434.
- [33] Restrepo RD, Walsh BK. Humidification during invasive and noninvasive mechanical ventilation: 2012. *Respir Care*. 2012; 57(5): 782-8.
- [34] Kneyber MCJ, de Luca D, Calderini E, Jarreau PH, Javouhey E, Lopez-Herce J, et al. Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC). *Intensive Care Med*. 2017; 43(12): 1764-80.
- [35] Plotnikow GA, Accoce M, Navarro E, Tiribelli N. Humidification and heating of inhaled gas in patients with artificial airway. A narrative review. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2018; 30(1): 86-97.
- [36] Collège des médecins du Québec. Le transfert interétablissements. Prise en charge et sécurité des patients. Guide d'exercice. 2021.
- [37] Intensive Care Society. Guidance on the transfer of the critically ill adult. 2021: 39 p.
- [38] Santé Québec. Direction des services préhospitaliers d'urgence. Guide pour le choix d'une escorte préhospitalière en vue d'un transfert interétablissements. 2025.
- [39] Centre d'optimisation d'occupation des lits en soins intégrés du Québec. Site web consulté le 4 novembre 2025. Disponible à : <https://coolsi.ca/a-propos/>
- [40] Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du CHU de Québec – Université Laval. Guide méthodologique – Démarche d'évaluation et des technologies et des modes d'intervention en santé. Québec, 50 p. août 2025. Disponible à : <https://www.chudequebec.ca/chudequebec.ca/files/39/39ac8314-fa9e-4047-a0ae-4c9dab475b20.pdf>
- [41] Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *Bmj*. 2017; 358: j4008.
- [42] Brouwers MC, Kho ME, Browman GP, Burgers JS, Cluzeau F, Feder G, et al. AGREE II: advancing guideline development, reporting and evaluation in health care. *Cmaj*. 2010; 182(18): E839-42.
- [43] Moga CGB, Schopflocher D, Harstall C. Development of a quality appraisal tool for case series studies using a modified Delphi technique. 2012. Edmont AB Instute Heal Econ. 2012.
- [44] Canada. DORS/96-433 — *Règlement concernant l'aviation et les activités liées à l'aéronautique, pris en vertu de la Loi sur l'aéronautique*, enregistré le 10 septembre 1996 par le Conseil privé (C.P. 1996-1399). Dernière mise à jour : 11 août 2025.
- [45] Canada. *Règlement sur les instruments médicaux* (DORS/98-282). En vigueur depuis le 7 mai 1998, dernière modification le 31 mai 2025. Publié par le Ministère de la Justice du Canada. Disponible à : <https://www.laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-98-282>.
- [46] Group CSA. CSA C22.2 No. 60601-1-12:15 (R2020) + A1:21 (CONSOLIDATED), Medical electrical equipment — Part 1-12: General requirements for basic safety and essential performance — Collateral Standard: Requirements for medical electrical equipment and medical electrical systems intended for use in the emergency medical services environment. Toronto, ON: CSA Group, 2022.
- [47] Society of Automotive Engineers (SAE). Ambulance Equipment Mount Device or Systems, SAE Standard J3043_202505. Revised May 27, 2025. Originally issued July 2014.

- [48] Bureau de normalisation du Québec (BNQ). BNQ 1013-110: Ambulances — Caractéristiques du véhicule. Édition 3, publiée le 22 avril 2014, modifiée le 23 avril 2015 (M1) et le 27 juin 2018 (M2). 79 p.
- [49] May TL, Bressler EA, Cash RE, Guyette FX, Lin S, Morris NA, et al. Management of Patients With Cardiac Arrest Requiring Interfacility Transport: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2024; 150(18): e316-e27.
- [50] Nathanson MH, Andrzejowski J, Dinsmore J, Eynon CA, Ferguson K, Hooper T, et al. Guidelines for safe transfer of the brain-injured patient: trauma and stroke, 2019: Guidelines from the Association of Anaesthetists and the Neuro Anaesthesia and Critical Care Society. *Anaesthesia*. 2020; 75(2): 234-46.
- [51] Cheema B, Welzel T, Rossouw B. Noninvasive Ventilation During Pediatric and Neonatal Critical Care Transport: A Systematic Review. *Pediatr Crit Care Med*. 2019; 20(1): 9-18.
- [52] Bomont RK, Cheema IU. Use of nasal continuous positive airway pressure during neonatal transfers. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2006; 91(2): F85-9.
- [53] Darverkar N, Bhutada A, Banait Y, Deopujari S, Singh BR. Effectiveness of High-Flow Nasal Cannula (RAM Cannula) With T-piece Resuscitator to Deliver Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) During Neonatal Transport. *Cureus*. 2024; 16(6): e61514.
- [54] Jani P, Luig M, Wall M, Berry A. Transport of very preterm infants with respiratory distress syndrome using nasal continuous positive airway pressure. *J Neonatal Perinatal Med*. 2014; 7(3): 165-72.
- [55] Murray PG, Stewart MJ. Use of nasal continuous positive airway pressure during retrieval of neonates with acute respiratory distress. *Pediatrics*. 2008; 121(4): e754-8.
- [56] Resnick S, Sokol J. Impact of introducing binasal continuous positive airway pressure for acute respiratory distress in newborns during retrieval: Experience from Western Australia. *J Paediatr Child Health*. 2010; 46(12): 754-9.
- [57] Zein H, Yusuf K, Paul R, Kowal D, Thomas S. Elective transfers of preterm neonates to regional centres on non-invasive respiratory support is cost effective and increases tertiary care bed capacity. *Acta Paediatr*. 2018; 107(1): 52-6.
- [58] Boyle M, Chaudhary R, Kent S, O'Hare S, Broster S, Dassios T. High-flow nasal cannula on transport: moving with the times. *Acta Paediatr*. 2014; 103(5): e181.
- [59] Muniyappa B, Honey G, Yoder BA. Efficacy and Safety of Nasal High-Flow Therapy for Neonatal Transport. *Air Med J*. 2019; 38(4): 298-301.
- [60] Baird JS, Spiegelman JB, Prianti R, Frudak S, Schleien CL. Noninvasive ventilation during pediatric interhospital ground transport. *Prehosp Emerg Care*. 2009; 13(2): 198-202.
- [61] Fleming PF, Richards S, Waterman K, Davis PG, Kamlin CO, Sokol J, et al. Use of continuous positive airway pressure during stabilisation and retrieval of infants with suspected bronchiolitis. *J Paediatr Child Health*. 2012; 48(12): 1071-5.
- [62] Holbird S, Holt T, Shaw A, Hansen G. Noninvasive ventilation for pediatric interfacility transports: a retrospective study. *World J Pediatr*. 2020; 16(4): 422-5.
- [63] Hutton H, Sherif A, Ari A, Ramnarayan P, Jones A. Non-Invasive Respiratory Support during Pediatric Critical Care Transport: A Retrospective Cohort Study. *Journal of Pediatric Intensive Care*. 2022.
- [64] Millán N, Alejandro C, Martínez-Planas A, Caritg J, Esteban E, Pons-Ódena M. Noninvasive Respiratory Support During Pediatric Ground Transport: Implementation of a Safe and Feasible Procedure. *Respir Care*. 2017; 62(5): 558-65.
- [65] Roy SD, Alnaji F, Reddy DN, Barrowman NJ, Sheffield HA. Noninvasive ventilation of air transported infants with respiratory distress in the Canadian Arctic. *Paediatr Child Health*. 2022; 27(5): 272-7.
- [66] Kemper D, Pfeiffer S, Pannullo J, Petersen S, Montijo B, Flint J. Analysis of High Flow Nasal Cannula Utilization During Pediatric Critical Care Transport. *Air Med J*. 2023; 42(5): 348-52.
- [67] Miura S, Yamaoka K, Miyata S, Butt W, Smith S. Clinical impact of implementing humidified high-flow nasal cannula on interhospital transport among children admitted to a PICU with respiratory distress: a cohort study. *Crit Care*. 2021; 25(1): 194.
- [68] Schlapbach LJ, Schaefer J, Brady AM, Mayfield S, Schibler A. High-flow nasal cannula (HFNC) support in interhospital transport of critically ill children. *Intensive Care Med*. 2014; 40(4): 592-9.
- [69] Coggins AR, Cummins EN, Burns B. Management of critical illness with non-invasive ventilation by an Australian HEMS. *Emerg Med J*. 2016; 33(11): 807-11.
- [70] Garrote JI, Aylagas D, Gutierrez JM, Sinisterra JA, Gowran BM, Medina A, et al. Noninvasive Mechanical Ventilation in Helicopter Emergency Medical Services Saves Time and Oxygen and Improves Patient and Mission Safety: A Pilot Study. *Air Med J*. 2015; 34(4): 218-22.
- [71] Le Cong M, Mohan A. Description of an assembled noninvasive capnography setup. *Air Med J*. 2013; 32(6): 343-5.

- [72] Weller M, Gibbs C, Pellatt R, MacKillop A. Use of continuous positive airway pressure and non-invasive ventilation for respiratory failure in an Australian aeromedical retrieval service: A retrospective case series. *Emerg Med Australas*. 2021; 33(6): 1001-5.
- [73] Dubie E, Morin F, Savary D, Serruys A, Usseglio P. Interhospital transfer of COVID-19 patients treated with high-flow nasal oxygen therapy. *Int J Emerg Med*. 2021; 14(1): 61.
- [74] Yap C, Withers A, Ghedina N, O'Connell E. Evaluating the Introduction of Humidified High-Flow Nasal Cannula Therapy Into an Australian Aeromedical Service Within a Paediatric Population: A Retrospective Cohort Study. *Emerg Med Australas*. 2025; 37(4): e70105.
- [75] *Loi sur l'aéronautique*, L.R.C. (1985), ch. A-2, version à jour au 24 juillet 2025.
- [76] *Loi sur les aliments et drogues*, L.R.C. (1985), ch. F-27, version à jour au 21 août 2025.
- [77] Boyle MA, Dhar A, Broster S. Introducing high-flow nasal cannula to the neonatal transport environment. *Acta Paediatr*. 2017; 106(8): 1363.
- [78] Wood DW, Downes JJ, Lecks HI. A clinical scoring system for the diagnosis of respiratory failure. Preliminary report on childhood status asthmaticus. *Am J Dis Child*. 1972; 123(3): 227-8.
- [79] Balaguer M, Alejandro C, Vila D, Esteban E, Carrasco JL, Cambra FJ, et al. Bronchiolitis Score of Sant Joan de Déu: BROSJOD Score, validation and usefulness. *Pediatr Pulmonol*. 2017; 52(4): 533-9.
- [80] Hutton H, Sherif A, Ari A, Ramnarayan P, Jones A. Noninvasive Respiratory Support during Pediatric Critical Care Transport: A Retrospective Cohort Study. *J Pediatr Intensive Care*. 2024; 13(3): 269-75.
- [81] Le Cong M, Robertson A. A 3-year retrospective audit of the use of noninvasive positive pressure ventilation via the Oxylog 3000 transport ventilator during air medical retrievals. *Air Med J*. 2013; 32(3): 126-8.
- [82] Jinpan Yang yx, yuhui ren. . Systematic evaluation of the risk prediction model for transport adverse events in acute and critical ill patients. PROSPERO 2025 CRD420251015591.
- [83] Yu Man jy, Jing w. Systematic review of risk prediction models for adverse events during transport of critically ill patients. PROSPERO 2025.
- [84] Rapport d'activités EVAQ. Programme d'évacuations aéromédicales du Québec. Direction des soins critiques, CHU de Québec - Université Laval. Septembre 2024.
- [85] Oakley E, Chong V, Borland M, Neutze J, Phillips N, Krieser D, et al. Intensive care unit admissions and ventilation support in infants with bronchiolitis. *Emerg Med Australas*. 2017; 29(4): 421-8.
- [86] De Luca D, Tingay DG, van Kaam AH, Courtney SE, Kneyber MCJ, Tissieres P, et al. Epidemiology of Neonatal Acute Respiratory Distress Syndrome: Prospective, Multicenter, International Cohort Study. *Pediatr Crit Care Med*. 2022; 23(7): 524-34.
- [87] Roehr CC, Farley HJ, Mahmoud RA, Ojha S. Non-Invasive Ventilatory Support in Preterm Neonates in the Delivery Room and the Neonatal Intensive Care Unit: A Short Narrative Review of What We Know in 2024. *Neonatology*. 2024; 121(5): 576.
- [88] Sweet DG, Carnielli V, Greisen G, Hallman M, Ozek E, Te Pas A, et al. European Consensus Guidelines on the Management of Respiratory Distress Syndrome - 2019 Update. *Neonatology*. 2019; 115(4): 432-50.
- [89] Mahmoud RA, Schmalisch G, Oswal A, Christoph Roehr C. Non-invasive ventilatory support in neonates: An evidence-based update. *Paediatr Respir Rev*. 2022; 44: 11-8.
- [90] Schmölzer GM, Kumar M, Pichler G, Aziz K, O'Reilly M, Cheung PY. Non-invasive versus invasive respiratory support in preterm infants at birth: systematic review and meta-analysis. *Bmj*. 2013; 347: f5980.
- [91] Isayama T, Iwami H, McDonald S, Beyene J. Association of Noninvasive Ventilation Strategies With Mortality and Bronchopulmonary Dysplasia Among Preterm Infants: A Systematic Review and Meta-analysis. *Jama*. 2016; 316(6): 611-24.
- [92] Mayordomo-Colunga J, Pons-Ódena M, Medina A, Rey C, Milesi C, Kallio M, et al. Non-invasive ventilation practices in children across Europe. *Pediatr Pulmonol*. 2018; 53(8): 1107-14.
- [93] Lampland AL, Plumm B, Worwa C, Meyers P, Mammel MC. Bi-level CPAP does not improve gas exchange when compared with conventional CPAP for the treatment of neonates recovering from respiratory distress syndrome. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2015; 100(1): F31-4.
- [94] Iyer NP, Rotta AT, Essouri S, Fioretto JR, Craven HJ, Whipple EC, et al. Association of Extubation Failure Rates With High-Flow Nasal Cannula, Continuous Positive Airway Pressure, and Bilevel Positive Airway Pressure vs Conventional Oxygen Therapy in Infants and Young Children: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *JAMA Pediatr*. 2023; 177(8): 774-81.
- [95] Abdel-Latif ME, Tan O, Fiander M, Osborn DA. Non-invasive high-frequency ventilation in newborn infants with respiratory distress. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2024; 2024(5): CD012712.

- [96] Chabernaude JL AA, Lodé N, Lelong-Tissier MC, Diependaele JF, Menthonnex E. Histoire du transport néonatal : progrès dans l'organisation au cours des 30 dernières années. *Rev Méd Périnat*. 2010; 1-9.
- [97] Trevisanuto D, Cavallin F, Loddo C, Brombin L, Lolli E, Doglioni N, et al. Trends in neonatal emergency transport in the last two decades. *Eur J Pediatr*. 2021; 180(2): 635-41.
- [98] Leslie A, Harrison C, Jackson A, Broster S, Clarke E, Davidson SL, et al. Tracking national neonatal transport activity and metrics using the UK Neonatal Transport Group dataset 2012-2021: a narrative review. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2024; 109(5): 460-6.
- [99] Birmingham LE, Arens A, Longinaker N, Kummet C. Trends in ambulance transports and costs among Medicare beneficiaries, 2007-2018. *Am J Emerg Med*. 2021; 47: 205-12.
- [100] Yasui H, Michihata N, Matsui H, Fushimi K, Iwase S, Yoshiuchi K, et al. Association between ambulance use and hospitalization costs among heart failure patients. *Heart Vessels*. 2021; 36(5): 654-8.
- [101] Institut canadien d'information sur la santé (ICIS). Les unités de soins intensifs au Canada. Ottawa, ON : ICIS; 2016.
- [102] Siegel M, Hyzy R. Acute respiratory distress syndrome: Ventilator management strategies for adults. *UpToDate*. 2025.
- [103] Zhan Q, Sun B, Liang L, Yan X, Zhang L, Yang J, et al. Early use of noninvasive positive pressure ventilation for acute lung injury: a multicenter randomized controlled trial. *Crit Care Med*. 2012; 40(2): 455-60.
- [104] Bellani G, Laffey JG, Pham T, Madotto F, Fan E, Brochard L, et al. Noninvasive Ventilation of Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. Insights from the LUNG SAFE Study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017; 195(1): 67-77.
- [105] Hyzy R, McSparron J. Noninvasive ventilation in adults with acute respiratory failure: Benefits and contraindications. *UpToDate*. 2025.
- [106] Rochwerg B, Brochard L, Elliott MW, Hess D, Hill NS, Nava S, et al. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J*. 2017; 50(2).
- [107] Alabdali A, Fisher JD, Trivedy C, Lilford RJ. A Systematic Review of the Prevalence and Types of Adverse Events in Interfacility Critical Care Transfers by Paramedics. *Air Med J*. 2017; 36(3): 116-21.
- [108] Hobgood C, Xie J, Weiner B, Hooker J. Error identification, disclosure, and reporting: practice patterns of three emergency medicine provider types. *Acad Emerg Med*. 2004; 11(2): 196-9.
- [109] Pacheco GS, Ferayorni A. Pediatric procedural sedation and analgesia. *Emerg Med Clin North Am*. 2013; 31(3): 831-52.
- [110] Marcus CL, Glomb WB, Basinski DJ, Davidson SL, Keens TG. Developmental pattern of hypercapnic and hypoxic ventilatory responses from childhood to adulthood. *J Appl Physiol (1985)*. 1994; 76(1): 314-20.
- [111] Rochwerg B, Einav S, Chaudhuri D, Mancebo J, Mauri T, Helviz Y, et al. The role for high flow nasal cannula as a respiratory support strategy in adults: a clinical practice guideline. *Intensive Care Med*. 2020; 46(12): 2226-37.
- [112] Arnaud E, Leclerc S, Petitprez M, Vincent G, Ammirati C. Feedback of inter-hospital transfer of patients under high-flow nasal cannula oxygen therapy. *World J Emerg Med*. 2022; 13(3): 219-21.
- [113] Beckl R. Use of Helmet-Based Noninvasive Ventilation in Air Medical Transport of Coronavirus Disease 2019 Patients. *Air Med J*. 2021; 40(1): 16-9.
- [114] Prentice J, Davis C, Honan B. Transport of an adult with severe respiratory failure on high-flow nasal prongs during a prolonged aeromedical evacuation: A case study. *Air Med J*. 2023; 42(1): 64-6.

CHU DE QUÉBEC-UNIVERSITÉ LAVAL

UNITÉ D'ÉVALUATION DES TECHNOLOGIES ET DES MODES
D'INTERVENTION EN SANTÉ (**UETMIS**)

DIRECTION DE LA QUALITÉ, DE L'ÉVALUATION ET DE L'ÉTHIQUE

HÔPITAL SAINT-FRANÇOIS D'ASSISE
10, RUE DE L'ESPINAY, ÉDIFICE D, D7-738
QUÉBEC (QUÉBEC) G1L 3L5
TÉLÉPHONE : 418 525-4444 POSTE 54682
TÉLÉCOPIEUR : 418 525-4028
COURRIEL : UETMIS@CHUDEQUEBEC.CA

ÉVALUATION DES TECHNOLOGIES ET DES MODES D'INTERVENTION EN SANTÉ | CHU DE QUÉBEC-UNIVERSITÉ LAVAL
