

**Évaluation des pratiques de prise en charge de l'humidification des voies respiratoires des adultes
sous ventilation assistée**

Rapport d'évaluation 05 -20

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

Septembre-2020

Évaluation des pratiques de prise en charge de l'humidification des voies respiratoires des adultes sous ventilation assistée

Rapport d'évaluation

Septembre-2020

préparé par

Martin Bussières, B.Sc, M.A.P.
Brigitte Larocque, M.A.
Marc Rhains, MD, M.Sc., FRCPC

UETMIS, CHU de Québec-Université Laval

Septembre 2020

Direction de la qualité, de l valuation, de l  thique et des affaires institutionnelles (DQEEAI)

<https://www.chudequebec.ca/professionnels-de-la-sante/evaluation/evaluation.aspx>

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

Mme Isabelle Jacques, adjointe au directeur – Évaluation, expérience patient et éthique, Direction de la qualité, de l'évaluation, de l'éthique et des affaires institutionnelles (DQEEAI)

SECRÉTARIAT ET MISE EN PAGE

M^{me} Awa Dieng, agente administrative, module Évaluation et expérience patient, DQEEAI

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. Évaluation des pratiques de prise en charge de l'humidification des voies respiratoires des adultes sous ventilation assistée – Rapport d'évaluation préparé par Martin Bussières, Brigitte Larocque et Marc Rhainds (UETMIS 05-20) Québec, 2020, XIV- 69 p.

Dans ce document, l'emploi du masculin pour désigner des personnes n'a d'autres fins que celle d'alléger le texte.

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

Copyright   2020 UETMIS - CHU de Québec-Université Laval.

La reproduction totale ou partielle de ce document est autorisée à des fins non commerciales, à condition que la source soit mentionnée.

MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL

M^{me} Cindy Bélanger, inhalothérapeute, Direction des services multidisciplinaires (DSM), L'HDQ

M^{me} Andrée-Anne Bérubé, chef d'unité, Soins intensifs, Grands brûlés et Traumatologie, CHU de Québec-Université Laval

M^{me} Anick Boivin, infirmière de pratique avancée en soins intensifs, Direction des soins infirmiers, CHU de Québec-Université Laval

D^{re} Anne Desjardins, microbiologiste-infectiologue, Programme de prévention et contrôle des infections, CHU de Québec-Université Laval

Dr Jean-Claude Lefebvre, intensiviste, CHU de Québec-Université Laval

M^{me} Vanessa Savard, agente de développement des pratiques professionnelles en inhalothérapie - coordonnatrice clinique inhalothérapie, DSM, CHU de Québec-Université Laval

AUTRES COLLABORATEURS

M^{me} Joannie Blais, coordonnatrice clinique en inhalothérapie, Hôpital de l'Enfant Jésus (HEJ), CHU de Québec-Université Laval

M. Maxime Blondel, coordonnateur technique Génie biomédical, Hôpital Hôtel-Dieu de Québec (L'HDQ), CHU de Québec-Université Laval

M. Antoine Bouchard, coordonnateur technique en inhalothérapie, Hôpital du Saint-Sacrement (HSS), CHU de Québec-Université Laval

M^{me} Maxance Bourque, chef d'unité par intérim-urgence, HEJ, CHU de Québec-Université Laval

M. Ian Cormier, assistant chef inhalothérapie clinique, Institut de cardiologie de Montréal (ICM)

M^{me} Annie Côté, chef d'unité de soins infirmiers par intérim-urgence, L'HDQ, CHU de Québec-Université Laval

M^{me} Karine Grondin, coordonnatrice clinique en inhalothérapie, Service Inhalothérapie Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Estrie - Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke (CIUSSE-CHUS)

M. Mathieu Laverdière, chef de service, Services des technologies biomédicales, HEJ, CHU de Québec-Université Laval

M^{me} Karine Lemoignan, coordonnatrice clinique en inhalothérapie, CHUL, CHU de Québec-Université Laval

M^{me} Marie-Andrée Martin, chef d'unité de soins par intérim-urgence, Hôpital St-François d'Assise (HSFA), CHU de Québec-Université Laval

M. Vito Nobile Fidanza, coordonnateur technique en inhalothérapie générale, Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM)

M^{me} Cassiopée Paradis-Gagnon, coordonnatrice technique en thérapie respiratoire, Institut universitaire en cardiologie et pneumologie de Québec (IUCPQ)

M^{me} Stéphanie Paré, chef d'unité de l'urgence, CHUL, CHU de Québec-Université Laval

M^{me} Sara-Ève Pelletier, coordonnatrice clinique en inhalothérapie par intérim, L'HDQ, CHU de Québec-Université Laval

M^{me} Chantal Piché, Spécialiste clinique inhalothérapie, Centre universitaire de santé McGill (CUSM)

M^{me} Precilla Royer, technicienne en administration, Direction de la logistique – Approvisionnements et gestion contractuelle, CHU de Québec-Université Laval

M. Serge Tremblay, coordonnateur technique Génie biomédical, CHUL, CHU de Québec-Université Laval

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, pharmacienne coordonnatrice du Programme de gestion thérapeutique des médicaments et représentante du Conseil des médecins, dentistes et pharmaciens

Membres :

M^{me} Katia Boivin, Conseil multidisciplinaire

M. Martin Coulombe, directeur adjoint, Direction médicale des services hospitaliers

M^{me} Christine Danjou, Direction des soins infirmiers et Conseil des infirmières et des infirmiers

D^{re} Anne Desjardins, Programme de prévention et contrôle des infections

M^{me} Marie-Frédérique Fournier, directrice, Direction-clients chirurgie et périopératoire

M^{me} Marie-Pierre Gagnon, chercheuse de l'Axe Santé des populations et pratiques optimales en santé

M^{me} Élise Lapointe, adjointe au directeur, Direction des services multidisciplinaires

M. François Pouliot, conseiller en éthique, DQEEAI

M^{me} Michèle Ricard, adjointe au directeur, Module qualité, partenariats et expérience patient, DQEEAI

M^{me} Martine Richard, patiente partenaire

M^{me} Marie-Claude Vaillancourt, Service-conseil en génie biomédical

L'ÉQUIPE DE L'UETMIS

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

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

M^{me} Awa Dieng, agente administrative

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

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

M^{me} Isabelle Jacques, adjointe au directeur –  valuation et  thique, DQEEAI

M. Sylvain L'Espérance, agent de planification, de programmation et de recherche

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

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

M^{me} Marianne Talbot, physiothérapeute, chargée de projet en transfert des connaissances

Ce document présente les informations répertoriées au 5 juin 2020 pour les volets efficacité et innocuité 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.

SOMMAIRE

L'intubation endotrachéale altère les mécanismes naturels de filtration, d'humidification et de réchauffement des gaz inspirés. L'humidification des voies respiratoires a pour objectif de prévenir les complications chez les patients intubés sous ventilation invasive (VI), et ce, par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur et d'humidité (ECH) ou d'un circuit humidifiant chauffants (CHC). Bien que l'humidification des voies respiratoires sous VI fait consensus parmi les experts, les opinions sont plutôt partagées pour la ventilation non invasive (VNI) quant à la pertinence d'utiliser ces dispositifs et le type à privilégier. 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 par la Direction des services multidisciplinaires afin de réviser les pratiques de prise en charge de l'humidification des voies respiratoires et d'apporter un éclairage quant au type de dispositifs d'humidification à privilégier chez les adultes nécessitant un support de ventilation.

L'humidification des voies respiratoires chez les patients sous VI est recommandée dans l'ensemble des guides de pratiques sans toutefois que ne soit précisé le type de dispositif à favoriser. Les résultats disponibles issus de méta-analyses et de 26 études originales ne suggèrent pas pour la VI de différence significative entre l'usage des ECH et des CHC sur le taux de mortalité, de pneumonies acquises sous ventilation, d'occlusions des sondes endotrachéales et autres complications respiratoires. Pour la VNI, les résultats d'une étude randomisée ne suggèrent pas de différence entre les ECH et les CHC sur le taux d'intubation et de la mortalité intrahospitalière. Peu de variations ont également été observées pour les indicateurs de la fonction respiratoire dans quatre études croisées. Peu d'événements indésirables associés à l'utilisation des dispositifs d'humidification ont été répertoriés dans la littérature soit en majorité des cas de dysfonctionnements sans conséquence sur la santé des patients. Les données d'une enquête menée au CHU de Québec et dans les autres centres hospitaliers et instituts universitaires du Québec, suggèrent que les ECH sont majoritairement utilisés en première intention comme méthode d'humidification en VI, et ce, pour des raisons de faible coût et de facilité d'utilisation. Une estimation des coûts pour le CHU de Québec montre que l'usage systématique des CHC pourrait accroître de 2 à 3 fois les coûts journaliers associés à l'humidification des voies respiratoire chez une adulte sous VI en comparaison avec ceux des ECH.

Considérant l'ensemble des données probantes, l'UETMIS recommande, à moins d'une contre-indication, de privilégier l'utilisation des ECH en première intention pour l'humidification des voies respiratoires chez les adultes sous ventilation invasive. Par ailleurs, considérant la paucité des données, l'UETMIS ne peut émettre de recommandation ni sur l'humidification des voies respiratoires dans un contexte de VNI, ni sur le type de dispositif qui devrait être privilégié.

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES

AARC	<i>American Association for Respiratory Care</i>
BTS/ICS	<i>British Thoracic Society</i> en collaboration avec l' <i>Intensive Care Society</i>
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
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
CHC	Circuit humidifiant et chauffant
CUSM	Centre universitaire de santé McGill
DM	Différence de moyennes
DPE	Dossier patient électronique
ECH	Échangeur de chaleur et d'humidité
ECR	Essai clinique randomisé
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
HEJ	Hôpital de l'Enfant-Jésus
HSFA	Hôpital Saint-François d'Assise
HSS	Hôpital du Saint-Sacrement
IC à 95 %	Intervalle de confiance à 95 %
ICM	Institut de cardiologie de Montréal
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>
MPOC	Maladie pulmonaire obstructive chronique
PaCO ₂	Pression partielle en dioxyde de carbone
PaO ₂	Pression partielle en oxygène
PAV	Pneumonies acquises sous ventilation
RR	Risque relative
SDRA	Syndrome de détresse respiratoire aigu
STB	Service des Technologies Biomédicales
UETMIS	Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé
VAP-CCCTG	<i>Ventilator-associated pneumonia Guidelines Committee</i> en collaboration avec le <i>Canadian Critical Care Trials Group</i>
VI	Ventilation invasive
VNI	Ventilation non invasive

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS.....	IV
SOMMAIRE.....	V
LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES.....	VI
TABLE DES MATIÈRES.....	VII
LISTE DES ANNEXES.....	IX
LISTE DES TABLEAUX.....	IX
LISTE DES FIGURES.....	XI
RÉSUMÉ.....	XII
1. INTRODUCTION.....	1
2. INFORMATIONS GÉNÉRALES.....	2
2.1 Ventilation pulmonaire et complications respiratoires	2
2.2 Ventilation mécanique.....	2
2.3 Types de dispositifs d'humidification des voies respiratoires	3
2.3.1 Humidificateurs chauffants.....	3
2.3.2 Échangeurs de chaleur et d'humidité.....	4
2.4 Choix de l'humidificateur.....	5
3. QUESTIONS DÉCISIONNELLE ET D'ÉVALUATION.....	6
3.1 Question décisionnelle.....	6
3.2 Questions d'évaluation.....	6
4. MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION.....	7
4.1 Recherche documentaire.....	7
4.1.1 Sélection des publications.....	7
4.1.2 Évaluation de la qualité des publications et extraction des données	7
4.1.3 Analyse des données.....	9
4.2 Enquête de pratique.....	9
4.3 Collecte prospective de données au CHU de Québec.....	9
4.4 Données de consommation et coûts associés à l'utilisation des dispositifs d'humidification au CHU de Québec.....	9
4.5 Modifications au plan d'évaluation	10
4.6 Révision.....	10
5. RÉSULTATS.....	11
5.1 Efficacité	11
5.1.1 Organismes ayant émis des recommandations de pratiques cliniques portant sur l'utilisation de dispositifs d'humidification des voies respiratoires chez les patients sous ventilation mécanique.....	11

5.1.2	Études de synthèse.....	15
5.1.3	Études originales.....	20
5.1.3.1	Résultats sur la ventilation invasive	20
5.1.3.2	Ventilation non invasive	30
5.2	Innocuité	33
5.3	Études en cours	35
5.4	Contextualisation.....	36
5.4.1	Enquête auprès des inhalothérapeutes du CHU de Québec et d'autres centres hospitaliers universitaires au Québec ..	36
5.4.2	Collecte de données prospective sur l'usage des dispositifs d'humidification des voies respiratoires au CHU de Québec	39
5.4.3	Données de consommation et de coûts associés à l'usage des dispositifs d'humidification des voies respiratoires au CHU de Québec.....	41
6.	DISCUSSION.....	43
6.1	Les preuves disponibles sur l'efficacité et la sécurité des dispositifs d'humidification des voies respiratoires en ventilation mécanique invasive ne permettent pas de conclure en faveur des ECH ou des CHC.....	43
6.2	L'humidification des voies respiratoires en ventilation non invasive: des preuves limitées pour établir les indications et les conditions d'utilisation.....	44
6.3	Les pratiques d'humidification des voies respiratoires pour les adultes sous ventilation assistée au CHU de Québec sont en concordance avec les données probantes recensées.....	45
7.	RECOMMANDATIONS.....	47
8.	CONCLUSION	49
	ANNEXES.....	50
	RÉFÉRENCES.....	66

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1. SITES INTERNET CONSULTÉS POUR LA RECHERCHE DE LA LITTÉRATURE GRISE.....	50
ANNEXE 2. STRATÉGIES DE RECHERCHE DOCUMENTAIRE DANS LES BASES DE DONNÉES INDEXÉES	53
ANNEXE 3. SITES INTERNET CONSULTÉS POUR LA RECHERCHE DE PROTOCOLES PUBLIÉS	55
ANNEXE 4. LISTE DES DOCUMENTS EXCLUS APRÈS ÉVALUATION DE L'ADMISSIBILITÉ ET RAISONS D'EXCLUSION	56
ANNEXE 5. ÉTUDES ORIGINALES INCLUSES DANS LES ÉTUDES DE SYNTHÈSES RETENUES	59
ANNEXE 6. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES ÉTUDES ORIGINALES SUR LA VI INCLUSES DANS LES MÉTA-ANALYSES RETENUES	61
ANNEXE 7. PRINCIPAUX DISPOSITIFS ET PROCÉDURES ASSOCIÉES À L'HUMIDIFICATION DANS LES ÉTUDES ORIGINALES PORTANT SUR L'UTILISATION DES TYPES DE DISPOSITIFS D'HUMIDIFICATION CHEZ LES PATIENTS SOUS VI	63
ANNEXE 8. DISPOSITIFS ET DURÉE DE LA PÉRIODE SOUS VNI ÉTUDIÉE DANS LES ÉTUDES ORIGINALES PORTANT SUR L'UTILISATION DES TYPES DE DISPOSITIFS D'HUMIDIFICATION CHEZ LES PATIENTS SOUS VNI	65

LISTE DES TABLEAUX

TABEAU 1. CRITÈRES D'ADMISSIBILITÉ ET LIMITES DE LA RECHERCHE DOCUMENTAIRE.....	8
TABEAU 2. SYNTHÈSE DES RECOMMANDATIONS ÉMISES PAR DES ORGANISMES CONCERNANT L'UTILISATION DE DISPOSITIFS D'HUMIDIFICATION ACTIVE ET PASSIVE DES VOIES RESPIRATOIRES AVEC UNE VENTILATION MÉCANIQUE ASSISTÉE	12
TABEAU 3. MISES EN GARDE RELIÉES À L'USAGE DE DISPOSITIFS D'ÉCHANGEUR DE CHALEUR ET D'HUMIDITÉ (ECH) RAPPORTÉES PAR L'AARC	13
TABEAU 4. SYNTHÈSE DES RECOMMANDATIONS DES ORGANISMES CONCERNANT LA FRÉQUENCE DE REMPLACEMENT DES ECH ET AUTRES MODALITÉS RELATIVES À L'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES	14
TABEAU 5. SYNTHÈSE DES MESURES ÉMISES PAR DES ORGANISMES POUR LIMITER LES INFECTIONS LORS DE L'UTILISATION DE DISPOSITIFS D'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES AVEC UNE VENTILATION MÉCANIQUE ASSISTÉE	15
TABEAU 6. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES MÉTA-ANALYSES PORTANT SUR L'ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DES ECH ET DES CHC UTILISÉS POUR L'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES AUX SOINS INTENSIFS CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE	16
TABEAU 7. PRINCIPAUX RÉSULTATS ISSUS DES MÉTA-ANALYSES SUR L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARATIVEMENT AU CHC DANS LA PRÉVENTION DE LA PAV, DE LA MORTALITÉ ET DE L'OCCLUSION DES VOIES RESPIRATOIRES CHEZ LES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE	17
TABEAU 8. RÉSULTATS DE LA SOUS-ANALYSE TIRÉS DE GILLIES ET AL. [27] CONCERNANT L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC EN FONCTION DE LA DURÉE DE LA VENTILATION INVASIVE SUR LE RISQUE RELATIF DE PAV, D'OCCLUSION DES VOIES RESPIRATOIRES ET DE LA MORTALITÉ CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE	18
TABEAU 9. RÉSULTATS DES SOUS-ANALYSES DE GILLIES <i>ET AL.</i> [27] ET VARGAS <i>ET AL.</i> [30] CONCERNANT L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARATIVEMENT AU CHC EN FONCTION DU TYPE DE FILTRE SUR LE RISQUE DE PAV, D'OCCLUSION DES VOIES RESPIRATOIRES ET DE LA MORTALITÉ CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE	19

TABLEAU 10. RÉSULTATS AGRÉGÉS TIRÉS DE GILLIES <i>ET AL.</i> [27] SUR LES EFFETS DES ECH COMPARATIVEMENT AU CHC SUR LES ÉCHANGES GAZEUX PULMONAIRES, LE VOLUME COURANT ET LA FRÉQUENCE RESPIRATOIRE CHEZ LES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE	19
TABLEAU 11. DESCRIPTION SOMMAIRE DES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARATIVEMENT AU CHC COMME DISPOSITIFS D'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE	21
TABLEAU 12. TAUX DE MORTALITÉ TOUTES CAUSES ET LIÉE À UNE PNEUMONIE RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARÉE AUX CHC CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE.....	22
TABLEAU 13. TAUX DE PAV RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARÉE AUX CHC CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE	24
TABLEAU 14. TAUX D'OCCLUSIONS RAPPORTÉES DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARÉE AUX CHC CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE	25
TABLEAU 15. RÉSULTATS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR LES EFFETS DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC SUR LE NIVEAU MOYEN DE LA PAO_2 CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE SELON LE TYPE D'ECH	27
TABLEAU 16. RÉSULTATS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR LES EFFETS DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC SUR LE NIVEAU MOYEN DE LA $PACO_2$ CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE SELON LE TYPE D'ECH.....	27
TABLEAU 17. RÉSULTATS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR LES EFFETS DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC SUR LA FRÉQUENCE RESPIRATOIRE MOYENNE CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE SELON LE TYPE D'ECH	28
TABLEAU 18. RÉSULTATS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR LES EFFETS DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC SUR LE VOLUME COURANT MOYEN CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE SELON LE TYPE D'ECH.....	28
TABLEAU 19. DESCRIPTION SOMMAIRE DES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'ÉVALUATION DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC COMME DISPOSITIF D'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION NON-INVASIVE.....	30
TABLEAU 20. RÉSULTATS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR LES EFFETS DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC SUR LE NIVEAU MOYEN DE LA $PACO_2$ CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION NON-INVASIVE	31
TABLEAU 21. RÉSULTATS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR LES EFFETS DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC SUR LE NIVEAU MOYEN DE LA PAO_2 CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION NON-INVASIVE	32
TABLEAU 22. RÉSULTATS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR LES EFFETS DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC SUR LE VOLUME COURANT MOYEN CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION NON-INVASIVE.....	32
TABLEAU 23. RÉSULTATS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR LES EFFETS DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC SUR LA FRÉQUENCE RESPIRATOIRE MOYENNE CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION NON-INVASIVE	33
TABLEAU 24. SYNTHÈSE DES RAPPORTS D'INCIDENTS RAPPORTÉS DANS LA BASE DE DONNÉES MAUDE RELIÉS À L'UTILISATION DE DISPOSITIFS D'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION MÉCANIQUE INVASIVE POUR LA PÉRIODE DE 2015 AU 5 MAI 2020.....	35
TABLEAU 25. ESTIMATION DU NOMBRE DE LITS PAR TYPE D'UNITÉS DE SOINS ET DE NOUVEAUX CAS DE PATIENTS SOUS VI ET VNI PAR SEMAINE DANS LES CENTRES HOSPITALIERS UNIVERSITAIRES DU QUÉBEC AYANT PARTICIPÉ À L'ENQUÊTE	37
TABLEAU 26. PRINCIPALES RAISONS RAPPORTÉES PAR LES INHALOTHÉRAPEUTES AYANT PARTICIPÉ À L'ENQUÊTE POUR APPUYER LE CHOIX D'UN DISPOSITIF D'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES	38
TABLEAU 27. NOMBRE DE CAS SOUS VENTILATION INVASIVE ET NON INVASIVE PAR HÔPITAL SELON LE TYPE DE DISPOSITIFS D'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES UTILISÉ PENDANT LA PÉRIODE DU 9 OCTOBRE AU 15 NOVEMBRE 2019 AU CHU DE QUÉBEC.....	40
TABLEAU 28. NOMBRE D'ECH, DE CIRCUITS VENTILATOIRE ET DE FILTRES EXPIRATOIRES CONSOMMÉS AU CHU DE QUÉBEC POUR LES ANNÉES FINANCIÈRES 2018-2019 ET 2019-2020.....	41

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1. PRINCIPAUX ÉLÉMENTS RELATIFS À LA GESTION DES VOIES RESPIRATOIRES D'UN PATIENT SOUS VENTILATION INVASIVE	3
FIGURE 2. ILLUSTRATION DES DIFFÉRENTS TYPES D'HUMIDIFICATEURS CHAUFFANTS DISPONIBLES [6, 17]	4
FIGURE 3. ILLUSTRATION DU FONCTIONNEMENT D'UN DISPOSITIF D'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES DE TYPE ÉCHANGEUR DE CHALEUR ET D'HUMIDITÉ [3].....	5
FIGURE 4. DIAGRAMME DE SÉLECTION DES DOCUMENTS PORTANT SUR L'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES EN VENTILATION ASSISTÉE	11
FIGURE 5. RÉSULTATS SUR LE RISQUE RELATIF DE MORTALITÉ TOUTES CAUSES RAPPORTÉ DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARÉE AUX CHC CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE.....	22
FIGURE 6. RÉSULTATS SUR LE RISQUE RELATIF DE MORTALITÉ LIÉE À UNE PNEUMONIE RAPPORTÉ DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARÉE AUX CHC CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE.....	23
FIGURE 7. RÉSULTATS SUR LE RISQUE RELATIF DE PAV RAPPORTÉ DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARÉE AUX CHC CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE	24
FIGURE 8. RÉSULTATS SUR LE RISQUE RELATIF D'OCCLUSION RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARÉE AUX CHC CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE	26
FIGURE 9. DIAGRAMME DE SÉLECTION DES DOCUMENTS PORTANT SUR L'INNOCUITÉ DES DISPOSITIFS D'HUMIDIFICATION	34

RÉSUMÉ

L'intubation endotrachéale altère les mécanismes naturels de filtration, d'humidification et de réchauffement des gaz inspirés. L'humidification des voies respiratoires a pour objectif de prévenir les complications chez les patients intubés sous ventilation invasive (VI) par le biais de deux types de dispositifs, les échangeurs de chaleur et d'humidité (ECH) ou les circuits humidifiants chauffants (CHC). Bien que l'humidification des voies respiratoires des patients sous VI fait consensus parmi les experts, les opinions sont plutôt partagées pour la ventilation non invasive (VNI) quant à la pertinence d'utiliser ces dispositifs et le type à privilégier. 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 par la Direction des services multidisciplinaires afin de réviser les pratiques de prise en charge de l'humidification des voies respiratoires et d'apporter un éclairage quant au type de dispositifs à privilégier chez les adultes nécessitant un support de ventilation.

QUESTION DÉCISIONNELLE

Est-ce que les pratiques de prise en charge de l'humidification des voies respiratoires des adultes sous ventilation assistée au CHU de Québec-Université Laval devraient être modifiées ?

MÉTHODOLOGIE

Une recension de la littérature scientifique publiée jusqu'au 5 juin 2020 en français et en anglais a été effectuée à partir de plusieurs bases de données indexées et de la littérature grise. Les principaux indicateurs recherchés incluaient la mortalité, les taux de pneumonies acquises sous ventilation (PAV), les taux d'occlusions des sondes endotrachéales, les complications respiratoires et la fonction respiratoire (PaO₂, PaCO₂, fréquence respiratoire, volume courant). Des entretiens semi-dirigés ont été réalisés à l'automne 2019 auprès de différentes parties prenantes du CHU de Québec et d'autres établissements universitaires au Québec pour documenter les pratiques d'utilisation des dispositifs d'humidification en VI et en VNI. Une collecte prospective de données a été réalisée dans quatre hôpitaux du CHU de Québec, entre le 9 octobre et le 15 novembre 2019, afin de documenter l'usage de dispositifs d'humidification chez des patients nécessitant un support ventilatoire. La base de données MAUDE (*Manufacturer and User Facility Device Experience*) de la *Food and Drug Administration* (FDA) américaine a également été consultée pour évaluer l'innocuité et la sécurité de ces dispositifs. Plusieurs sources de données du CHU de Québec ont été consultées afin de recueillir de l'information sur les volumes de consommation et les coûts du matériel relié à l'utilisation des dispositifs d'humidification des voies respiratoires de même que pour la maintenance des équipements (années financières 2018-2019 et 2019-2020). Une comparaison des coûts entre les ECH et les CHC a été réalisée en analysant deux scénarios soit pour une durée de 48 heures ou 7 jours sous VI au CHU de Québec.

RÉSULTATS

Quelles sont les recommandations de bonnes pratiques cliniques pour l'utilisation des dispositifs d'humidification des voies respiratoires des adultes sous ventilation assistée ?

Les recommandations de bonnes pratiques cliniques répertoriées sont issues de cinq guides de pratique. En VNI, les ECH ne sont pas recommandés, mais le recours aux CHC est suggéré pour améliorer le confort des patients et l'observance au traitement. L'humidification des voies respiratoires est recommandée pour tous les patients sous VI, toutefois le choix du type de dispositif d'humidification n'est pas indiqué dans la majorité d'entre-eux. Un minimum de 30 mg H₂O/L est attendu avec l'usage d'un ECH pour l'humidification des voies respiratoires chez les patients sous VI tandis que le niveau d'humidité pour un CHC devrait se situer entre 33 et 44 mg H₂O/L.

En ce qui concerne la fréquence de remplacements des ECH, la majorité des guides indiquent qu'il n'est pas nécessaire de les remplacer quotidiennement. D'ailleurs, les fréquences rapportées sont variables, allant de 48 heures jusqu'à sept jours selon l'organisation. L'utilisation des ECH est déconseillée comme stratégie de prévention des PAV. Deux guides suggèrent d'éviter l'accumulation excessive de condensat dans le circuit et de procéder périodiquement à son drainage et à son élimination. Finalement, les CHC réutilisables devraient être soumis à un haut niveau de désinfection entre chaque patient.

Quelle est l'efficacité clinique des dispositifs d'humidification passive et active des voies respiratoires des adultes sous ventilation assistée pour prévenir les complications respiratoires ?

Les données disponibles pour la VI proviennent de 26 études originales incluses dans quatre méta-analyses. Les résultats agrégés présentés dans les méta-analyses suggèrent qu'il n'y a pas de différence entre les ECH et les CHC quant au risque de PAV, de mortalité et d'occlusion des voies respiratoires. Une sous-analyse sur l'efficacité des dispositifs d'humidification en fonction de la durée moyenne de la VI ne suggère pas de différence entre les deux types de dispositifs pour une assistance ventilatoire de 48 heures et moins ou même jusqu'à 7 jours. L'analyse des résultats individuels des 26 études originales suggèrent également peu de différences entre les dispositifs. Ainsi, les données issues de huit études suggèrent une réduction du taux de PAV avec l'usage des ECH alors que dans six autres études, une augmentation des taux est observée pour ce même indicateur. Par ailleurs, des résultats statistiquement significatifs étaient observés dans deux études seulement. L'analyse des résultats ne suggère pas non plus de différences statistiquement significatives entre les ECH et les CHC quant au risque de mortalité toutes causes ($n = 11$), de mortalité par pneumonie ($n = 3$) et pour les taux d'occlusions des sondes endotrachéales ($n = 14$). Peu de différences entre les ECH et les CHC ont également été rapportées sur les indicateurs de mesure de la fonction respiratoire. La qualité des données a été jugée faible par certains auteurs alors qu'au plan méthodologique, plusieurs sources d'hétérogénéité ont été relevées en ce qui concerne les définitions des indicateurs, les fréquences de changements de filtres et aussi au regard de certaines caractéristiques des patients et des dispositifs d'humidification.

Cinq études ont été répertoriées sur la VNI. Les résultats d'un ECR ne suggèrent pas de différence entre les ECH et les CHC sur le taux d'intubation des patients ni sur la mortalité intrahospitalière. Les résultats observés dans quatre études avec un devis croisé indiquent peu de différences entre les types de dispositifs pour les indicateurs de la fonction respiratoire. Plusieurs limites ont été identifiées dans ces études dont un petit nombre de patients inclus, l'hétérogénéité des populations et le peu d'indicateurs évalués portant sur des résultats de santé.

Quelles sont l'innocuité et les contre-indications reliées à l'utilisation des dispositifs d'humidification passive et active des voies respiratoires des adultes sous ventilation assistée ?

Les données disponibles semblent indiquer que l'utilisation des ECH et des CHC est associée à peu d'effets indésirables. Les principaux événements rapportés associés à l'usage des dispositifs d'humidification sont principalement des bris mécaniques. Deux tiers (62 %) des rapports d'incidents sur l'utilisation d'un ECH concernaient un dysfonctionnement. Plus de 80 % des cas répertoriés associés à l'utilisation d'un CHC étaient attribuables au mauvais fonctionnement du système d'alarme ou de la chambre d'humidification. En général, les incidents ont été sans conséquence clinique pour les patients. Les données ne permettent pas de déterminer si l'un ou l'autre des dispositifs d'humidification est associé à un risque accru, équivalent ou inférieur d'événements indésirables. Les auteurs d'un guide de même que la majorité des répondants à l'enquête rapportent plusieurs contre-indications à l'usage des ECH dont les faibles volumes courants, l'hypothermie, les débits respiratoires élevés et les sécrétions abondantes.

Quelles sont les pratiques implantées au CHU de Québec et dans les autres établissements universitaires de santé québécois quant à la prise en charge de l'humidification des voies respiratoires des adultes sous ventilation assistée ?

Les établissements ayant participé à l'enquête incluent le CHU de Québec, l'IUCPQ, le CHUM, le CUSM, l'ICM et le CIUSSS de l'Estrie-CHUS. Le choix du dispositif d'humidification au moment de la prise en charge d'un patient nécessitant une ventilation assistée est sous la responsabilité des inhalothérapeutes dans l'ensemble des hôpitaux consultés, et ce, en collaboration avec le médecin traitant. La sélection d'un dispositif s'effectue sur la base du jugement clinique et de la condition médicale du patient à partir de critères de sélection relativement uniformes. Toutefois, pour la majorité des établissements sondés, ces informations ne sont pas intégrées dans des protocoles standardisés. À l'exception du CHUM, le type de dispositif d'humidification initialement installé pour les patients sous ventilation mécanique est un ECH dans les autres hôpitaux et instituts universitaires. Au CHU de Québec, selon les données recueillies sur le terrain auprès de 57 patients, la durée de la ventilation invasive chez 59 % était de moins de 48 heures et un ECH a été installé en première intention dans 79 % des cas. En ce qui concerne la fréquence de remplacements des ECH et des filtres expiratoires, elle varie de un à sept jours dans les autres établissements universitaires sondés, alors qu'au CHU de Québec, les changements s'effectuent au besoin ou lorsque les filtres sont souillés. Les principales raisons évoquées par les répondants à l'enquête pour privilégier les ECH en première intention sont le faible coût et la facilité à utiliser ce dispositif.

Quels seraient les impacts organisationnels dans les unités de soins du CHU de Québec d'un changement de pratique relatif à l'humidification des voies respiratoires des adultes sous ventilation assistée ?

L'utilisation des CHC comme dispositif d'humidification des voies respiratoires requièrent plus de manipulations et de gestion (déchets, surveillance) par le personnel tant au moment de l'installation que lors d'un changement de modalité. Les coûts reliés à l'utilisation de ce type de dispositif seraient également plus élevés. Certains répondants ont d'ailleurs souligné que deux inhalothérapeutes étaient nécessaires pour effectuer un passage d'un ECH à un CHC. Les estimations de coûts reliés à l'usage des dispositifs d'humidification, excluant les coûts reliés à la main d'œuvre et à l'amortissement des appareils, suggèrent un coût journalier plus élevé avec les CHC. Les coûts estimés pour l'utilisation d'un CHC pendant 48 heures chez un adulte sous ventilation invasive s'élèvent à 55,28 \$ soit un montant presque trois fois plus élevé comparativement à celui d'un ECH (19,04 \$). Les coûts estimés pour l'humidification des voies respiratoires sur une période de sept jours s'élèveraient à 32,79 \$ avec l'usage d'un ECH et à 77,73 \$ avec un CHC.

DISCUSSION

L'appréciation de l'ensemble des informations issues de la recherche documentaire, des échanges avec le groupe de travail interdisciplinaire et de l'enquête de pratique menée au CHU de Québec et auprès d'autres établissements universitaires du Québec a conduit aux constats suivants :

- Les preuves disponibles sur l'efficacité et la sécurité des dispositifs d'humidification des voies respiratoires en ventilation mécanique invasive ne permettent pas de conclure en faveur des ECH ou des CHC;
- L'humidification des voies respiratoires en ventilation non invasive : des preuves limitées pour établir les indications et les conditions d'utilisation;
- Les pratiques d'humidification des voies respiratoires pour les adultes sous ventilation assistée au CHU de Québec sont en concordance avec les données probantes recensées.

RECOMMANDATIONS

Recommandation 1 :

Il est recommandé à la Direction des services multidisciplinaires (DSM) du CHU de Québec de privilégier l'utilisation des échangeurs de chaleur et d'humidité en première intention pour l'humidification des voies respiratoires chez les adultes sous ventilation invasive n'ayant pas de contre-indications à leur usage.

Recommandation 2 :

À la lumière des données disponibles, l'UETMIS du CHU de Québec ne peut émettre de recommandation quant à la nécessité d'avoir recours aux dispositifs d'humidification chez les adultes sous ventilation non invasive ni se prononcer sur le type qui devrait être privilégié.

CONCLUSION

Les données probantes sur l'efficacité et l'innocuité des dispositifs pour l'humidification des voies respiratoires sous ventilation invasive ne permettent pas de trancher en faveur des échangeurs de chaleur et d'humidité ou des circuits humidifiants chauffants. En ventilation non invasive, les preuves disponibles sont insuffisantes pour déterminer tant la pertinence de leur usage que le type de dispositif d'humidification à privilégier. À moins d'une contre-indication, les échangeurs de chaleur et d'humidité demeurent dans le contexte actuel un choix acceptable en première intention au CHU de Québec pour l'humidification des voies respiratoires chez les adultes sous ventilation invasive. De plus, le développement d'un protocole pour standardiser la pratique reliée à l'usage des dispositifs d'humidification est à considérer.

1. INTRODUCTION

L'air ambiant inspiré est filtré par les voies respiratoires supérieures, mais également humidifié pour le saturer en eau et le réchauffer jusqu'à atteindre la valeur de la température corporelle [1]. Ce processus physiologique de conditionnement des gaz est altéré chez le patient dont l'état de santé nécessite un support ventilatoire. En effet, les mécanismes naturels de filtration, d'humidification et de réchauffement des gaz inspirés sont altérés avec l'intubation endotrachéale [2]. Dans de telles conditions, un patient intubé sous ventilation invasive inspire des gaz secs et froids qui peuvent entraîner des lésions épithéliales graves de l'arbre respiratoire si aucun mécanisme de compensation n'est prévu [1]. L'humidification des voies respiratoires a justement pour objectif de prévenir ce type de complications dans un contexte de ventilation mécanique invasive en ayant recours à deux types de dispositifs : les échangeurs de chaleur et d'humidité (ECH) ou les circuits humidifiants chauffants (CHC) [3]. L'usage de dispositifs pour humidifier les voies respiratoires fait consensus chez les patients sous ventilation invasive (VI) dans la communauté scientifique alors qu'en situation de ventilation non invasive (VNI), les opinions sont partagées et la décision laissée au jugement des cliniciens.

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 par la Direction des Services Multidisciplinaires afin de réviser les pratiques de prise en charge de l'humidification des voies respiratoires et d'apporter un éclairage quant au type de dispositifs d'humidification des voies respiratoires à privilégier chez les adultes nécessitant un support de ventilation.

2. INFORMATIONS GÉNÉRALES

2.1 Ventilation pulmonaire et complications respiratoires

La ventilation pulmonaire est un phénomène physiologique par lequel l'air contenu dans les poumons est renouvelé sous l'action des muscles respiratoires [4]. En condition normale, les voies respiratoires supérieures humidifient et réchauffent l'air inspiré, un processus essentiel pour éviter les dommages structuraux et fonctionnels de l'épithélium respiratoire [5]. Au cours de la ventilation spontanée, les voies respiratoires supérieures assurent 75 % de l'humidification et du réchauffement des gaz [2]. L'air qui transite dans les différentes structures anatomiques atteindra une température de 37 °C, une humidité absolue de 44 mg/L et une humidité relative de 100 % [6].

L'insuffisance respiratoire aigüe est une condition médicale fréquemment rencontrée chez les patients hospitalisés avec plusieurs étiologies possibles, dont la pneumonie, le syndrome de détresse respiratoire aigüe (SDRA), la maladie pulmonaire obstructive chronique (MPOC) et l'insuffisance cardiaque congestive [7]. La prise en charge initiale d'un SDRA inclut la physiothérapie respiratoire et les techniques d'aide à la toux afin d'améliorer l'élimination des sécrétions bronchiques, de même que l'administration d'un antibiotique en présence d'une infection coexistante [8]. Une assistance ventilatoire mécanique dans une unité de soins spécialisés, par exemple une unité de soins intensifs, peut également s'avérer nécessaire chez certains patients qui ne répondent pas au traitement de base [9].

2.2 Ventilation mécanique

Afin de garantir la sécurité des soins administrés aux patients, la mise en place d'une ventilation artificielle requiert une planification adéquate de l'utilisation des équipements, notamment pour le choix du circuit respiratoire et du respirateur [10]. Les deux principaux modes de ventilation assistée sont la ventilation non invasive et invasive.

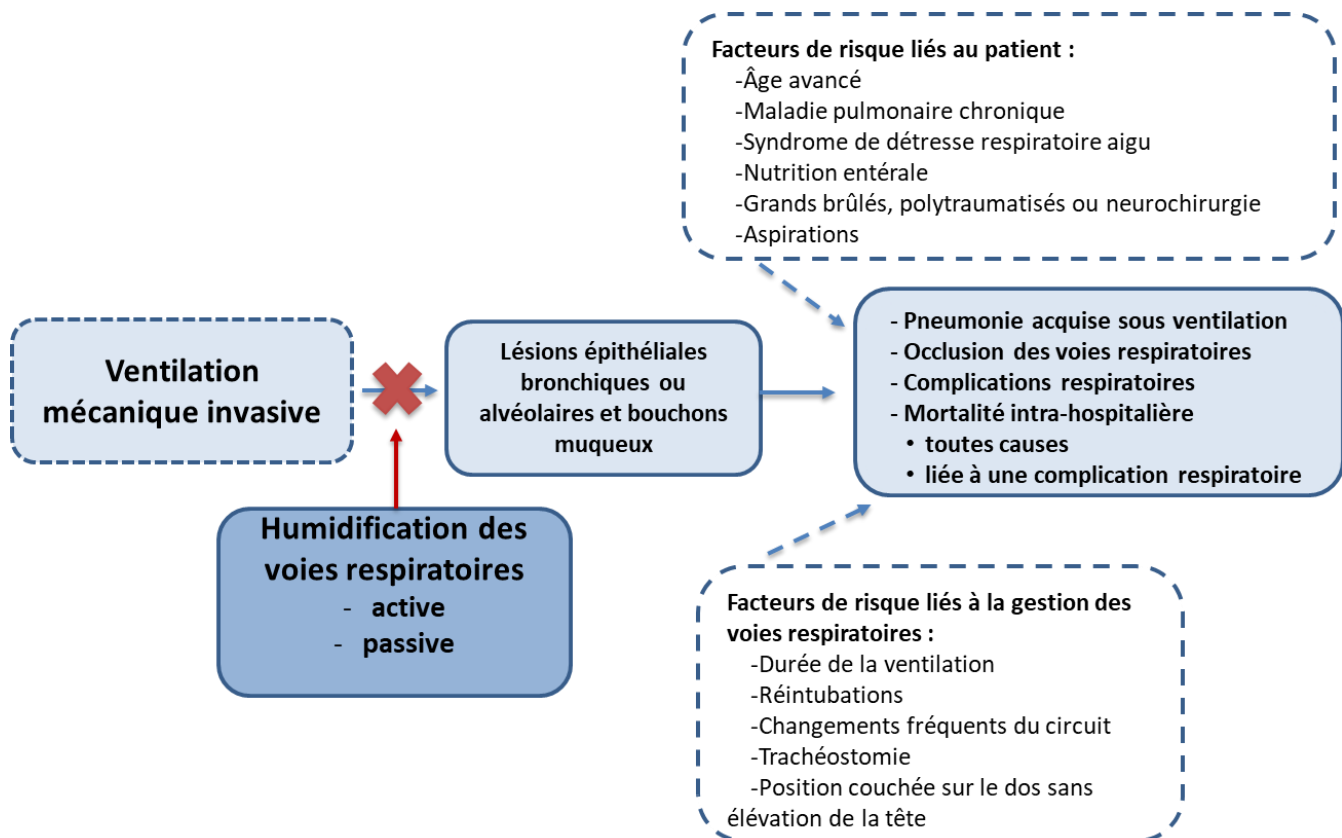
La VNI peut s'administrer par l'entremise de différents dispositifs au niveau nasal, buccal ou via un masque couvrant le visage [9, 11]. Cette modalité est couramment utilisée chez les patients souffrant d'insuffisance respiratoire aigüe ou même chronique [12]. Contrairement à la ventilation spontanée physiologique, la VNI génère souvent des débits respiratoires plus élevés avec un mélange de gaz plus sec pour administrer l'oxygène [13]. Les patients sous VNI ont également tendance à développer une hyperactivité bronchique qui peut être amplifiée par l'administration de gaz secs [13]. Bien que la VNI ait contribué grandement dans les dernières années à améliorer l'état de santé respiratoire des patients, elle peut également causer des problèmes en cas d'utilisation inappropriée ou insuffisante de ce mode de ventilation [14].

La VI requiert un accès aux voies respiratoires pour l'administration de l'oxygène par l'entremise d'une sonde d'intubation (endotrachéale ou trachéostomie) et l'usage d'un ventilateur mécanique [11]. La sonde endotrachéale protège également les voies respiratoires et facilite l'élimination des sécrétions bronchiques, de même que la réalisation de certaines procédures médicales telles que la bronchoscopie [9, 11]. La VI joue un rôle dans la stabilisation des patients en insuffisance respiratoire hypoxémique et hypercapnique par la redistribution du flux sanguin des muscles respiratoires vers d'autres tissus (p. ex. : patient en état de choc), la diminution du travail respiratoire, la capacité à assurer des échanges gazeux sécuritaires [11], un meilleur contrôle de la ventilation minute ainsi que l'imperméabilité des voies respiratoires supérieures [9]. Toutefois, le recours à la VI pourrait augmenter le risque d'une infection nosocomiale, en particulier les pneumonies acquises sous ventilation (PAV), d'un barotraumatisme, d'une sténose laryngo-trachéale, d'échec au sevrage de la ventilation incluant une dépendance prolongée au ventilateur [9].

L'insertion dans les voies respiratoires d'une sonde d'intubation ou d'une canule pour l'administration de la VI altère le processus physiologique normal de réchauffement et d'humidification de l'air inspiré [15]. L'administration de gaz médicaux froids et secs à des débits élevés est également un autre facteur pouvant aggraver la condition déjà précaire des patients aux soins intensifs [15]. Une humidification insuffisante est susceptible d'entraîner des complications dont la gravité dépendra de certains facteurs tels que la durée de la ventilation, les changements fréquents du circuit respiratoire et le nombre de réintubations [6]. Les principaux effets observés 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, l'obstruction de la sonde d'intubation, l'hypoxémie et la survenue d'infections [10, 13]. Plusieurs facteurs de risques liés au patient peuvent également contribuer à la survenue d'événements indésirables avec la VI comme l'âge avancé, la présence d'une maladie pulmonaire chronique, la nutrition entérale et certaines conditions médicales telles que les grands brûlés ou les polytraumatisés. La figure 1 présente les principaux

éléments relatifs à la gestion des voies respiratoires avec le recours à la VI. Ce schéma s'applique également au contexte de la VNI à l'exception qu'une méthode d'humidification des voies respiratoires n'est pas systématiquement appliquée.

FIGURE 1. PRINCIPAUX ÉLÉMENTS RELATIFS À LA GESTION DES VOIES RESPIRATOIRES D'UN PATIENT SOUS VENTILATION INVASIVE



2.3 Types de dispositifs d'humidification des voies respiratoires

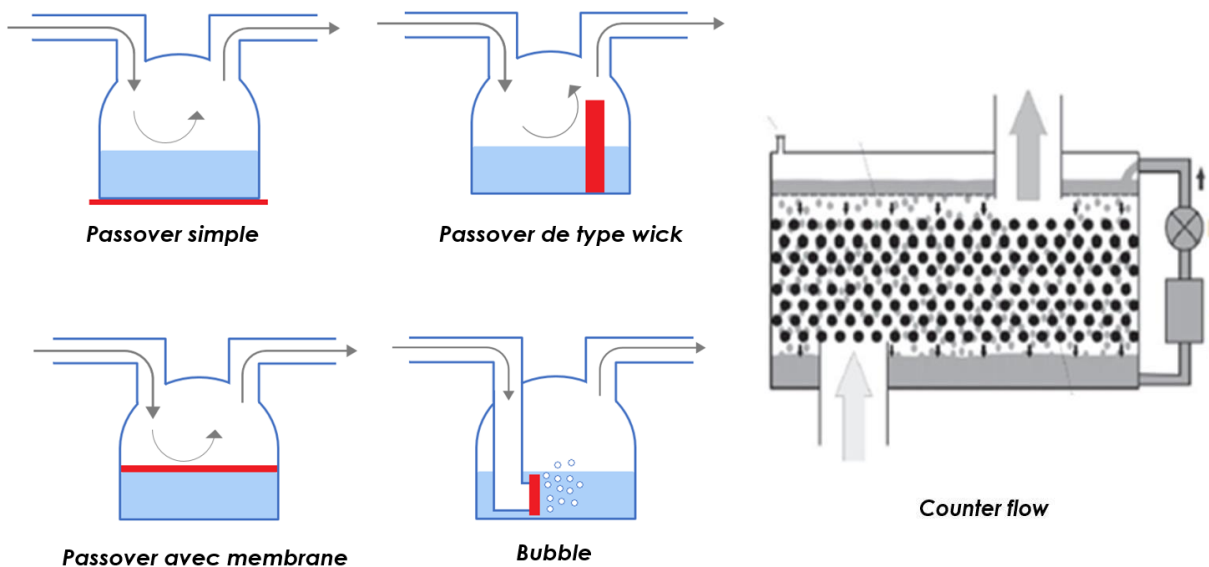
La fonction principale des dispositifs d'humidification est d'ajouter des molécules d'eau à un gaz [16]. Le seuil minimal d'humidification recommandé pour les voies respiratoires est de 30 mg H₂O/L dont le résultat peut être obtenu par l'ajout d'un humidificateur chauffant ou d'un ECH à la ventilation mécanique [10].

2.3.1 Humidificateurs chauffants

Les humidificateurs chauffants sont des systèmes qualifiés d'actifs qui nécessitent un apport énergétique [6]. Plusieurs types ont été développés et une représentation schématique de leur fonctionnement est présentée à la figure 2. Le modèle en usage actuellement au CHU de Québec est de type *passover*.

- Type *passover* : l'air est humidifié en passant au contact de l'eau du réservoir. Une plaque chauffante contrôlée par un thermostat sous le réservoir permet de réchauffer l'eau et d'obtenir la température désirée. Il s'agit du type d'humidificateur chauffant le plus utilisé, autant en VI qu'en VNI [2].
- Type *bubble* : l'air passe dans l'eau chauffée du réservoir sous forme de bulles.
- Type contre-courant (*counter flow*) : système le plus récent dans lequel l'eau est chauffée à l'extérieur du réservoir puis redirigée à contre-courant de l'air passant dans la chambre d'humidification.

FIGURE 2. ILLUSTRATION DES DIFFÉRENTS TYPES D'HUMIDIFICATEURS CHAUFFANTS DISPONIBLES [6, 17]



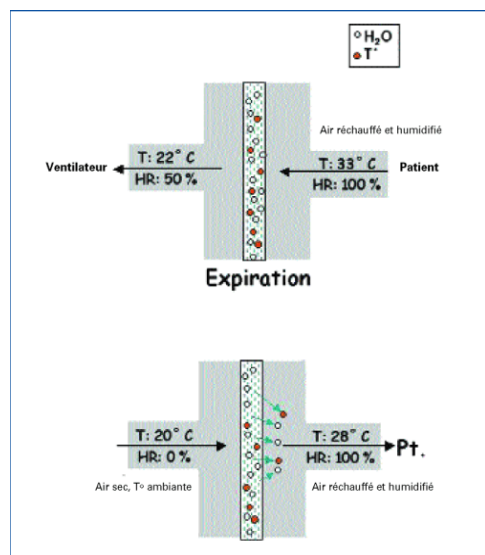
La majorité des modèles d'humidificateurs chauffants sont maintenant pré-programmés à une température de 37 °C. Le mode de fonctionnement de ce type d'appareil est cependant propice à la formation de condensation dans les tuyaux étant donné les écarts de température possibles entre l'air ambiant et l'air circulant à l'intérieur de la tubulure [2]. D'ailleurs, l'eau qui se condense représente une source potentielle d'infection et de colonisation bactériennes et c'est pourquoi elle est considérée contaminée. Ainsi, des mesures de précaution doivent être prises pour éviter que l'eau contaminée ne se déverse dans le réservoir de l'humidificateur [6]. Le principal problème relié à ce type de dispositif d'humidification est son incapacité à filtrer les particules [2].

2.3.2 Échangeurs de chaleur et d'humidité

L'humidification passive ne requiert 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 (Figure 3) [5, 16]. Ces dispositifs sont couramment appelés nez artificiels ou échangeurs de chaleur et d'humidité (ECH) et ils sont placés entre le tube endotrachéal du patient et le raccord en Y du circuit respiratoire. Un ECH est constitué de matériel avec une conductance thermique élevée et plissé afin d'offrir une grande surface d'échange. Il existe trois types de dispositifs différents.

- ECH hydrophobes : se composent d'un élément hydrofuge repoussant l'humidité sans l'absorber. Leur pouvoir d'humidification est faible, mais ils ont une excellente action antimicrobienne.
- ECH hygroscopiques : comprennent un élément chimique qui capte les particules d'eau et absorbe l'humidité de l'air comme une éponge. Aucune capacité antimicrobienne.
- ECH mixtes : dotés de membranes hydrophobes et hygroscopiques qui les rendent performants tant sur le plan hygrométrique qu'en tant que filtres antibactériens. Ils représentent la catégorie la plus utilisée étant donné la combinaison des deux propriétés, mais à des coûts supérieurs.

FIGURE 3. ILLUSTRATION DU FONCTIONNEMENT D'UN DISPOSITIF D'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES DE TYPE ÉCHANGEUR DE CHALEUR ET D'HUMIDITÉ [3]



2.4 Choix de l'humidificateur

La sélection du type d'humidificateur s'effectue en fonction de la condition du patient. En général, les facteurs à considérer peuvent se résumer à la simplicité d'utilisation, un faible coût et une humidification optimale accompagnée d'un faible risque d'effets secondaires [6]. L'utilisation des CHC reste réservée aux situations cliniques suivantes [10] :

- Syndrome de détresse respiratoire aigüe;
- Nécessité de diminuer l'espace mort instrumental;
- Sevrage ventilatoire difficile chez un patient avec une pathologie obstructive;
- Risques importants de bouchons muqueux ou d'obstructions de la sonde d'intubation endotrachéale;
- Intoxication par des produits qui s'éliminent par les voies respiratoires;
- Hypothermie profonde.

Chaque type d'humidificateur comporte des avantages et des inconvénients. Dans le cas des ECH, l'augmentation de l'espace mort et le risque d'hypercapnie semblent être les inconvénients les plus fréquents [2, 5, 6]. En ce qui a trait aux humidificateurs chauffants, ce type de dispositif est plus dispendieux et complexe à opérer, et requiert une source d'énergie pour fonctionner [2, 5, 6]. De plus, des dangers additionnels sont associés à l'usage des humidificateurs actifs tels que le risque de décharge électrique ou de lésions thermales des voies respiratoires [6]. Selon les résultats d'une étude, l'usage concomitant des deux types d'humidificateurs serait à proscrire puisqu'il augmenterait le risque d'occlusion des sondes d'intubation endotrachéale [18].

3. QUESTIONS DÉCISIONNELLE ET D'ÉVALUATION

3.1 Question décisionnelle

Est-ce que les pratiques de prise en charge de l'humidification des voies respiratoires des adultes sous ventilation assistée au CHU de Québec-Université Laval devraient être modifiées ?

3.2 Questions d'évaluation

- Quelles sont les recommandations de bonnes pratiques cliniques pour l'utilisation des dispositifs d'humidification des voies respiratoires des adultes sous ventilation assistée ?
- Quelle est l'efficacité clinique des dispositifs d'humidification passive et active des voies respiratoires des adultes sous ventilation assistée pour prévenir les complications respiratoires ?
- Quelles sont l'innocuité et les contre-indications reliées à l'utilisation des dispositifs d'humidification passive et active des voies respiratoires des adultes sous ventilation assistée ?
- Quelles sont les pratiques implantées au CHU de Québec et dans les autres établissements universitaires de santé québécois quant à la prise en charge de l'humidification des voies respiratoires des adultes sous ventilation assistée ?

Si l'analyse des données disponibles suggère des changements dans la pratique :

- Quels seraient les impacts organisationnels dans les unités de soins du CHU de Québec d'un changement de pratique relatif à l'humidification des voies respiratoires des adultes sous ventilation assistée ?

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 [19]. Un groupe de travail interdisciplinaire composé des principaux acteurs concernés par la question décisionnelle (voir la liste en page III) a été constitué. Les membres du groupe de travail ont participé à l'élaboration du plan d'évaluation¹, 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 et des enquêtes de pratique réalisées au CHU de Québec et dans d'autres établissements est présentée ci-après.

4.1 Recherche documentaire

4.1.1 Sélection des publications

Le tableau 1 résume les critères de sélection, les limites ainsi que les indicateurs définis *a priori* 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 bases de données indexées *Medline (PubMed)*, *Embase*, du *Centre for Reviews and Dissemination*, de la bibliothèque *Cochrane* et d'autres sources documentaires (littérature grise) afin d'identifier les études de synthèse, avec ou sans méta-analyse, de même que les guides de pratique. La recherche documentaire se poursuit dans le respect de la hiérarchie des devis d'études présentée au tableau 1. 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 les moteurs de recherche *Google Scholar* et *Scientific Research Publishing* (<http://www.scirp.org>) pour identifier des publications en libre accès. 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 essais cliniques randomisés (ECR) en cours. Les résultats de cette recherche sont présentés à l'annexe 3.

Une évaluation de la sécurité et de l'innocuité a été effectuée à partir des études retenues pour le volet efficacité de ce projet d'évaluation. Aussi, une recherche complémentaire dans les bases de données *Medline (PubMed)* et *Embase* a été réalisée avec une stratégie spécifique (Annexe 2). Les études observationnelles, les séries de cas et les études de cas ont été considérées pour le volet sécurité et innocuité. De plus, la base de données MAUDE (*Manufacturer and User Facility Device Experience*) de la *Food and Drug Administration* (FDA) américaine a été consultée pour compléter la recherche sur l'innocuité et la sécurité. Une recherche simple dans cette banque a été effectuée à partir des termes suivants : « *humidification and heat humidifier* », « *heat and moisture exchanger* », « *hme* », « *artificial nose* », « *heat humidifier* ». Les rapports d'incidents survenus entre le 1^{er} janvier 2015 et le 5 mai 2020 ont été recherchés et analysés afin d'identifier les événements indésirables et les complications pouvant être liés à l'utilisation de dispositifs d'humidification des voies respiratoires (Tableau 2). Une recherche avancée a également été réalisée avec les numéros de modèle d'humidificateurs MR730 et MR850 de même qu'avec la chambre d'humidification MR290 pour la période du 1^{er} janvier 2000 au 5 mai 2020.

La sélection des documents a été effectuée de manière indépendante par deux évaluateurs (M.B. et B.L.) selon les critères d'inclusion et d'exclusion et les limites spécifiés au tableau 1. En cas de désaccord, l'avis d'un troisième évaluateur (M.R.) était sollicité afin de parvenir à un consensus.

4.1.2 Évaluation de la qualité des publications et extraction des données

La qualité des publications a été évaluée de manière indépendante par deux évaluateurs (M.B. et B.L.). L'évaluation de la qualité méthodologique des revues systématiques ainsi que des guides de pratique a été réalisée à l'aide des grilles R-AMSTAR [20] et

¹ Le plan d'évaluation est disponible sur le site du CHU de Québec (<http://www.chudequebec.ca/professionnels-de-la-sante/evaluation/rapports-d-evaluation.aspx>).

AGREE II [21], respectivement. Les études originales ont été évaluées à partir des grilles d'analyse adaptées du guide méthodologique de l'UETMIS du CHU de Québec (UETMIS, 2019). L'avis d'un troisième évaluateur (M.R.) 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 évaluateurs indépendants (M.B. et B.L.) à l'aide d'une grille spécifique à ce projet. Les études évaluées et retenues sont présentées à la section 5.1 pour le volet de l'efficacité et à la section 5.2 pour le volet de la sécurité et de l'innocuité. La liste des publications exclues ainsi que les raisons d'exclusion sont présentées à l'Annexe 4.

TABLEAU 1. CRITÈRES D'ADMISSIBILITÉ ET LIMITES DE LA RECHERCHE DOCUMENTAIRE

CRITÈRES D'INCLUSION	
Population	Patients adultes sous ventilation invasive (intubation endotrachéale ou trachéotomie) ou non invasive
Intervention	Humidification passive des voies respiratoires (échangeurs de chaleur et d'humidité)
Comparateur	Humidification active des voies respiratoires (humidificateurs chauffants) Aucune humidification (lors de ventilation non invasive)
Résultats	<u>Efficacité</u>
	Indicateurs primaires :
	- Occlusion des sondes endotrachéales ou des canules de trachéotomie
	- Taux d'humidification (selon la définition des auteurs)
	- Pneumonie acquise sous ventilation mécanique
	- Mortalité intrahospitalière reliée à une complication respiratoire
	- Mortalité intrahospitalière toutes causes
	- Complications respiratoires (atélectasie, hypoxie, hypercapnie, aspiration, pneumothorax)
	Indicateurs secondaires :
	- Durée de l'hospitalisation
	- Intubation (pour patients sous ventilation non invasive)
	- Indicateurs de fonction respiratoire (capacité vitale, PaO ₂ , PaCO ₂ , fréquence respiratoire, volume courant)
	<u>Innocuité</u>
	- Contamination du circuit de ventilation
	- Extubation accidentelle
	- Décanulation (pour les patients sous trachéostomie)
	<u>Effets indésirables spécifiques aux dispositifs d'humidification passive</u>
	- Augmentation de l'espace mort
	<u>Effets indésirables spécifiques aux dispositifs d'humidification active</u>
	- Brûlures ou blessures thermiques
	- Électrocution
Types de documents hiérarchisés en fonction de la force du devis	I. Rapports d'ETMIS, revues systématiques avec ou sans méta-analyse, guides de pratique II. ECR III. Études observationnelles IV. Séries de cas V. Études de cas VI. Études de laboratoire VII. Avis ou consensus d'experts
LIMITES	
<ul style="list-style-type: none"> Langue : français et anglais Période : du début des bases de données au 5 juin 2020 	
CRITÈRES D'EXCLUSION	
<ul style="list-style-type: none"> Clientèle pédiatrique Patients sous ventilation assistée à domicile Humidification associée à une ventilation en pression positive continue (apnée du sommeil) Qualité méthodologique insuffisante Résumé de congrès 	

4.1.3 Analyse des données

Les résultats des documents portant sur l'efficacité des dispositifs d'humidification des voies respiratoires chez les patients sous ventilation mécanique ont été analysés séparément pour la VI et la VNI. Les résultats ont également été évalués selon les caractéristiques des dispositifs (échangeurs de chaleur et d'humidité hydrophobe, hygroscopique ou mixte, niveau d'humidification des humidificateurs chauffants et durée de la ventilation). À noter que les résultats individuels des études sur la VNI n'ont pas été agrégés dans une méta-analyse en raison de l'hétérogénéité et des limites méthodologiques des études. Lorsque possible, les résultats ont été analysés en fonction de certaines conditions cliniques du patient, par exemple, hypothermie, acidose respiratoire, hypoxie, ou encore pneumonie au moment de l'admission aux soins critiques. Les données issues de la littérature et de l'enquête ont été analysées séparément, puis combinées afin de dégager les principaux constats quant à l'efficacité et l'innocuité des dispositifs d'humidification des voies respiratoires utilisés en ventilation mécanique.

4.2 Enquête de pratique

Une enquête a été réalisée afin de documenter les pratiques actuelles en inhalothérapie relativement à l'usage des dispositifs d'humidification des voies respiratoires pour les patients sous ventilation (invasive ou non invasive) au CHU de Québec et dans les autres centres hospitaliers et instituts universitaires du Québec. L'enquête a été effectuée à l'aide d'un canevas d'entrevue développé par l'UETMIS (Annexe 5). L'enquête s'est effectuée entre les mois de septembre et décembre 2019 auprès des inhalothérapeutes des cinq hôpitaux du CHU de Québec et des autres centres hospitaliers universitaires du Québec (Centre hospitalier de l'Université de Montréal [CHUM], Centre universitaire de santé McGill [CUSM], Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Estrie-Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke [CIUSSS de l'Estrie-CHUS], l'Institut de cardiologie de Montréal [ICM] et l'Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec [IUCPQ]). Le contact dans chacun des centres participants s'est établi par courriel ou par téléphone. L'analyse et la synthèse des réponses obtenues ont été effectuées par deux évaluateurs indépendants (M.B. et B.L.) à l'aide de tableaux spécifiques à ce projet. Les informations ont par la suite été validées par le répondant afin d'assurer la conformité des renseignements recueillis.

4.3 Collecte prospective de données au CHU de Québec

Une collecte prospective de données a été effectuée au CHU de Québec afin de documenter l'usage de dispositifs d'humidification à partir d'épisodes de soins chez des patients ayant nécessité un support ventilatoire. La collecte visait également à documenter la fréquence de changements des dispositifs d'humidification. La collecte de données s'est déroulée sur une période de deux à trois semaines entre le 9 octobre et le 15 novembre 2019 dans quatre hôpitaux du CHU de Québec notamment : l'Hôpital Saint-François d'Assise (HSFA), L'Hôtel-Dieu de Québec (L'HDQ), l'Hôpital de l'Enfant-Jésus (HEJ) ainsi que le CHUL. Les informations colligées par des inhalothérapeutes comprenaient le numéro de dossier, l'hôpital d'accueil, le type de ventilation administrée, le type et la date d'installation du dispositif d'humidification, la date lors d'un changement des filtres, la date lors d'un changement de modalité d'humidification de même que la date de cessation de la ventilation assistée. L'extraction, la validation et l'analyse des données issues de la collecte de données prospective ont été réalisées par deux évaluateurs indépendants (M.B. et B.L.).

Un recueil de données complémentaires a été réalisé dans le Dossier patient électronique (DPE) à la suite d'une autorisation d'accès aux dossiers de ces patients obtenue auprès de la Directrice des services professionnels du CHU de Québec. Les informations extraites des dossiers médicaux avec l'application Crystal-Net incluaient les caractéristiques des patients (âge, sexe, comorbidités) et les conditions cliniques. Les informations recueillies par les inhalothérapeutes ont également été complétées au besoin à partir des informations disponibles dans le DPE. Les données du DPE ont été extraites manuellement par deux évaluateurs. Afin de limiter les erreurs de saisie et d'interprétation, les dossiers extraits par chacun des évaluateurs ont été vérifiés par le second.

4.4 Données de consommation et coûts associés à l'utilisation des dispositifs d'humidification au CHU de Québec

Les données de consommation annuelle des dispositifs utilisés au CHU de Québec pour l'humidification des voies respiratoires avec la ventilation mécanique de même que leurs coûts ont été obtenus de la Direction de la logistique, approvisionnements et gestion contractuelle du CHU de Québec pour les années financières 2018-2019 et 2019-2020. Les dispositifs visés incluaient l'ECH Hygrobac S, les circuits ventilatoires RT219 et RT380 et les filtres expiratoires RT020. Une estimation des coûts liés à l'utilisation de chaque dispositif sur une période de deux et sept jours a été effectuée à partir des données de consommation recueillies.

Les coûts associés à l'entretien et la réparation des humidificateurs MR850 ont été estimés à partir des données recueillies par le Service des technologies biomédicales (STB) du CHU de Québec. Les requêtes concernant les bris des humidificateurs de type MR850 survenu à l'HSFA, à L'HDQ, à l'HEJ et au CHUL pour les années 2012 à 2020 ont été recherchées par le STB à l'aide du

logiciel de maintenance Interat. De plus, le nombre d'appareils et d'interventions réalisées pour la maintenance durant la période sélectionnée ont été transmis par les responsables du STB.

4.5 Modifications au plan d'évaluation

Le plan d'évaluation pour la réalisation de ce rapport est disponible sur le site du CHU de Québec (<http://www.chudequebec.ca/professionnels-de-la-sante/evaluation/rapports-d-evaluation.aspx>). Le plan d'évaluation prévoyait une recherche dans le registre de données local Gesrisk du CHU de Québec pour identifier des informations relatives à la sécurité des patients avec l'usage de dispositifs d'humidification des voies respiratoires avec la ventilation mécanique. Cependant, il n'a pas été possible d'extraire ces informations à partir de ce registre puisque les types de dispositifs qui sont utilisés n'y sont pas détaillés. L'absence d'étude sur le sujet a conduit l'équipe de projet à retirer la capacité vitale parmi les indicateurs recherchés pour évaluer les effets sur la fonction respiratoire avec l'usage des dispositifs d'humidification des voies respiratoires. Le volume courant a par ailleurs été ajouté a posteriori à la liste des indicateurs secondaires au tableau 1 après la publication du plan. Les auteurs estiment que ces modifications n'ont pas entraîné de biais dans les différentes étapes de la réalisation du projet d'évaluation (recherche documentaire, enquêtes, analyse des résultats, interprétation, discussion, recommandation, conclusion).

4.6 Révision

Le rapport a été révisé par les membres du groupe de travail interdisciplinaire (voir liste en page III). Il a été révisé et adopté par les membres du Conseil scientifique de l'UETMIS lors de sa réunion du 7 juillet 2020.

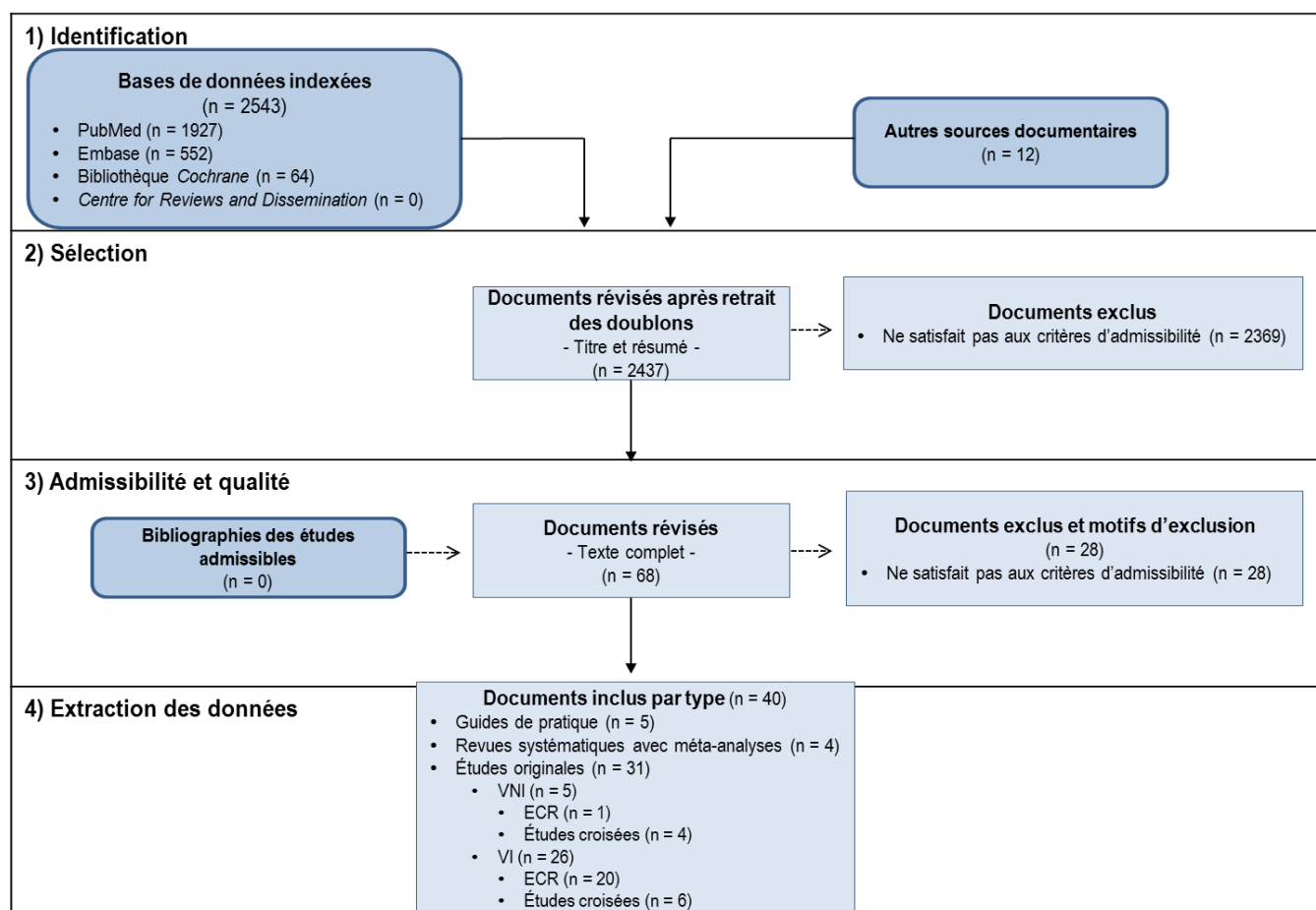
5. RÉSULTATS

5.1 Efficacité

La stratégie de recherche documentaire a permis de répertorier 2 437 publications différentes. Au total, 68 ont été sélectionnées et évaluées pour leur admissibilité et qualité. La figure 4 présente le diagramme du processus de sélection des documents. La liste des publications exclues ainsi que les raisons d'exclusion sont présentées à l'annexe 4.

Les documents retenus incluent cinq guides de pratique clinique [22-26], quatre revues systématiques avec méta-analyses sur la ventilation invasive [27-30], cinq études originales sur la ventilation non invasive [31-35] ainsi que 26 études originales sur la ventilation invasive issues des méta-analyses retenues [36-61].

FIGURE 4. DIAGRAMME DE SÉLECTION DES DOCUMENTS PORTANT SUR L'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES EN VENTILATION ASSISTÉE



Dernière recherche effectuée le 5 juin 2020

5.1.1 Organismes ayant émis des recommandations de pratiques cliniques portant sur l'utilisation de dispositifs d'humidification des voies respiratoires chez les patients sous ventilation mécanique

Des recommandations de bonnes pratiques cliniques concernant l'utilisation de dispositifs d'humidification des voies respiratoires chez les patients sous ventilation mécanique assistée ont été émises par quatre organisations [22-26]. Il s'agit des *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), de l'*American Association for Respiratory Care* (AARC), du *VAP Guidelines Committee* en collaboration avec le *Canadian Critical Care Trials Group* (VAP/CCCTG) ainsi que de la *British Thoracic Society* en collaboration avec

l'*Intensive Care Society* (BTS/ICS). Trois des guides ont pour sujet principal la prévention des pneumonies acquises en milieu hospitalier ou associées à une ventilation mécanique [22-24]. Un quatrième et cinquième guide porte respectivement sur l'humidification des voies respiratoires en présence d'une ventilation mécanique invasive ou non [25], et la prise en charge ventilatoire des patients souffrant d'un syndrome de détresse respiratoire aigüe [22]. Les principales recommandations ainsi que les niveaux de preuves associés sont présentés aux tableaux 3 à 6.

Humidification passive et active

L'humidification des voies respiratoires est recommandée pour tous les patients sous ventilation mécanique invasive (Tableau 2) [25]. Deux organisations ont indiqué ne pas être en mesure de déterminer quel dispositif serait à privilégier entre le CHC et l'ECH pour l'humidification des voies respiratoires [24, 26]. Pour les patients sous VNI, l'AARC en 2012 ne recommande pas l'utilisation d'un dispositif d'humidification passive des voies respiratoires, mais suggère plutôt le recours à une humidification active qui peut améliorer le confort des patients et l'observance au traitement [25]. Bien que l'humidification passive des voies respiratoires permet de réduire l'incidence de PAV, l'AARC dans une édition de 2003 ne recommande pas l'usage généralisé de ce type de dispositif en raison de l'augmentation de la résistance et de l'espace mort ainsi que du risque d'occlusion associés [23]. Cette recommandation de l'AARC s'appuie sur les résultats de six études [39, 42, 47, 48, 54, 60]. Toutefois, les auteurs ajoutent qu'une seule de ces études suggère un risque un peu plus élevé de développer une PAV avec l'usage d'un dispositif d'humidification passive [47]. Par ailleurs, dans une version plus récente de leur guide, l'AARC mentionne qu'un minimum de 30 mg H₂O/L devrait être atteint avec l'usage d'un ECH pour l'humidification des voies respiratoires chez les patients sous VI tandis que le niveau d'humidité pour un CHC devrait se situer entre 33 et 44 mg H₂O/L [25].

TABLEAU 2. SYNTHÈSE DES RECOMMANDATIONS ÉMISES PAR DES ORGANISMES CONCERNANT L'UTILISATION DE DISPOSITIFS D'HUMIDIFICATION ACTIVE ET PASSIVE DES VOIES RESPIRATOIRES AVEC UNE VENTILATION MÉCANIQUE ASSISTÉE

Organisme, année; Pays, réf.	Recommandations	Niveau de preuves
AARC, 2003; États-Unis, [23]	Utilisation généralisée des dispositifs d'humidification passive n'est pas recommandée.	A ¹
CDC, 2003; États-Unis, [26]	Aucune recommandation ne peut être émise concernant le type de dispositif à privilégier (ECH vs CHC) pour prévenir les PAV chez les patients sous ventilation mécanique assistée.	Indéterminé
VAP/CCCTG, 2008; Canada, [24]	Pas de recommandation sur le type de dispositifs à privilégier pour l'humidification des voies respiratoires.	Niveau 2 ²
AARC, 2012; États-Unis, [25]	L'humidification des voies respiratoires est recommandée pour un patient sous VI.	1A ³
	L'humidification active est suggérée pour les patients sous VNI.	2B ⁴
	En présence d'humidification passive chez les patients sous VI, un ECH devrait être en mesure de fournir un minimum de 30 mg H ₂ O/L.	2B ⁴
	Le niveau d'humidité suggéré à atteindre avec l'usage d'un dispositif d'humidification active chez un patient sous VI se situe entre 33 mg H ₂ O/L et 44 mg H ₂ O/L avec une température des gaz entre 34 et 41 °C.	2B ⁴
	L'humidification passive n'est pas recommandée pour les patients sous VNI.	2C ⁵
BTS/ICS, 2016; Royaume-Uni [22]	L'humidification de routine n'est pas recommandée pour les patients sous VNI.	D ⁶

ECH : échangeurs de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant; PAV : pneumonie acquise sous ventilation; VNI : ventilation non invasive; VI : ventilation invasive; CDC : *Centers for Disease Control and Prevention*; AARC : *American Association for Respiratory Care*, VAP/CCCTG : *Ventilator-associated pneumonia Guidelines Committee* en collaboration avec le *Canadian Critical Care Trials Group*; BTS/ICS : *British Thoracic Society* en collaboration avec l'*Intensive Care Society*

¹Preuves scientifiques issues d'études cliniques randomisées ayant des résultats statistiquement significatifs qui supportent les recommandations émises (niveau de preuves 1 et 2).

² Score de 2 sur une échelle de 0 à 3, basé sur la force de l'effet observé, la précision de l'estimation et la qualité des études disponibles.

³ Preuves issues d'ECR de bonne qualité.

⁴ Preuves issues d'études non randomisées de bonne qualité.

⁵ Faible niveau de preuves (études observationnelles, séries de cas ou expériences cliniques).

⁶ Preuves issues d'études cas-témoins ou de cohortes à faible risque de biais ou de confusion.

Contre-indications à l'utilisation des dispositifs d'humidification

Le tableau 3 présente les principales contre-indications à l'utilisation des ECH rapportées par l'AARC [25]. À noter que pour la majorité de ces mises en garde, le niveau de preuves associées n'est pas précisé. Par ailleurs, aucune contre-indication en lien avec l'usage des CHC n'a été rapportée.

TABLEAU 3. MISES EN GARDE RELIÉES À L'USAGE DE DISPOSITIFS D'ÉCHANGEUR DE CHALEUR ET D'HUMIDITÉ (ECH) RAPPORTÉES PAR L'AARC

Organisme, année; Pays, réf.	Énoncés	Niveau de preuves
AARC, 2012; États-Unis, [25]	Non recommandé pour l'humidification des voies respiratoires chez un patient ayant un faible volume courant, par exemple lorsque des stratégies ventilatoires sont en place pour protéger les poumons, en raison de l'augmentation de l'espace mort et éventuellement des besoins en ventilation et du niveau de la PaCO ₂ .	2B ¹
	Contre-indiqué chez les patients ayant des sécrétions abondantes, épaisses ou sanglantes.	NR
	Contre-indiqué chez les patients atteints d'un SDRA avec de faibles volumes courants et une gestion nécessaire de l'hypercapnie.	
	Contre-indiqué chez les patients ayant une température corporelle < 32 °C.	
	Contre-indiqué chez les patients ayant un débit respiratoire élevé > 10 L/min.	
	Contre-indiqué chez les patients sous VNI avec un masque non étanche.	

NR : non rapporté; SDRA : syndrome de détresse respiratoire aigu; ECH : échangeur de chaleur et d'humidité; PaCO₂ : pression partielle en dioxyde de carbone; VNI : ventilation non invasive; AARC : *American Association for Respiratory Care*

¹ Preuves issues d'études non randomisées de bonne qualité.

Fréquence de remplacement des ECH

La majorité des guides recensés indiquent qu'il n'est pas nécessaire de remplacer systématiquement les ECH sur une base quotidienne [23, 25, 26]. Les fréquences de changement rapportées varient selon les organisations (Tableau 4). En effet, selon l'AARC et les CDC, l'utilisation des ECH serait sécuritaire pendant une période d'au moins 48 heures [23, 25, 26]. L'AARC précise également que pour certains patients, l'usage pourrait même être prolongé jusqu'à une semaine [23, 25]. Le guide du VAP/CCCTG qui porte spécifiquement sur la prévention des PAV recommande plutôt de remplacer les ECH à tous les cinq à sept jours ou lorsque cliniquement indiqué [24]. Les auteurs précisent qu'une diminution de la fréquence de changement des ECH pourrait être associée à une légère diminution de l'incidence de PAV [24]. Aucune information à ce sujet n'a été rapportée par le BTS/ICS [22].

TABLEAU 4. SYNTHÈSE DES RECOMMANDATIONS DES ORGANISMES CONCERNANT LA FRÉQUENCE DE REMPLACEMENT DES ECH ET AUTRES MODALITÉS RELATIVES À L'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES

Organisme, année; Pays, réf.	Recommandations	Niveau de preuves
AARC, 2003; États-Unis, [23]	ECH n'ont pas besoin d'être changés tous les jours pour des raisons de contrôle des infections ou de performance technique. Ils peuvent être utilisés en toute sécurité pendant au moins 48 heures et chez certaines populations de patients, certains dispositifs peuvent être utilisés jusqu'à une semaine. Changer l'ECH en cours d'utilisation lorsqu'il y a un dysfonctionnement mécanique ou s'il devient souillé.	A ¹
CDC, 2003; États-Unis, [26]	Ne pas changer systématiquement un ECH, c.-à-d. pas plus souvent qu'à toutes les 48 heures. Ne pas changer systématiquement (en absence de contamination importante ou d'un dysfonctionnement) le circuit respiratoire branché à l'ECH en cours d'utilisation.	Catégorie II ²
VAP/CCCTG, 2008; Canada, [24]	Changer les ECH tous les 5 à 7 jours ou lorsque cliniquement indiqué.	3
AARC, 2012; États-Unis, [25]	Les éléments du circuit chauffant devraient être changés au besoin en raison d'un mauvais fonctionnement ou bien lorsqu'ils sont visiblement souillés, à moins d'indications contraires du fabricant. Les ECH n'ont pas besoin d'être changés tous les jours pour des raisons de contrôle des infections ou de performance technique. Ils peuvent être utilisés en toute sécurité pendant au moins 48 heures et, chez certaines populations de patients, certains dispositifs peuvent être utilisés jusqu'à une semaine.	NP

NP: non précisé; ECH: échangeurs de chaleur et d'humidité; CDC : *Centers for Disease Control and Prevention*; AARC : *American Association for Respiratory Care*, VAP/CCCTG : *Ventilator-associated pneumonia Guidelines Committee* en collaboration avec le *Canadian Critical Care Trials Group*

¹ Preuves scientifiques provenant d'études contrôlées randomisées et cohérence de résultats statistiquement significatifs qui supportent les recommandations du GP (preuves de niveau 1 ou 2).

² Pratique suggérée sur la base d'études épidémiologiques ou cliniques ou une rationnelle théorique forte.

³ Score de 2 sur une échelle de 0 à 3, basé sur la force de l'effet observé, la précision de l'estimation et la qualité des études disponibles.

Prévention des infections

L'AARC et les CDC sont deux des sociétés savantes qui se sont prononcées formellement sur des enjeux de prévention des infections associés à l'usage de dispositifs d'humidification des voies respiratoires (Tableau 5) [23, 25, 26]. L'AARC suggère de ne pas utiliser les ECH comme stratégie de prévention des PAV [25]. Par ailleurs, diverses mesures pour minimiser les risques de contamination du circuit de ventilation et de l'humidificateur chauffant sont proposées. Par exemple, les auteurs des deux guides suggèrent d'éviter l'accumulation excessive de condensat dans le circuit et de procéder périodiquement à son drainage et à son élimination [25, 26]. Ils indiquent également que des précautions devraient être prises pour éviter le drainage accidentel du condensat vers les voies respiratoires du patient ou la contamination du personnel soignant lors de la déconnexion du ventilateur [25, 26]. L'AARC précise que le condensat retrouvé dans le circuit de ventilation du patient doit être considéré comme un déchet infectieux et éliminé conformément à la politique de l'hôpital en respectant les précautions universelles les plus strictes [25]. En présence d'un système d'alimentation automatique fermé, la partie non utilisée de l'eau localisée dans le réservoir demeure stérile et ne doit pas être éliminée lors du remplacement du circuit de ventilation du patient. Cependant, le système d'alimentation en eau doit être conçu pour un usage unique [25]. Par ailleurs, les CHC réutilisables devraient être soumis à un haut niveau de désinfection entre chaque patient [25]. Lors du remplissage manuel du réservoir, de l'eau stérile doit être utilisée [25].

TABLEAU 5. SYNTHÈSE DES MESURES ÉMISES PAR DES ORGANISMES POUR LIMITER LES INFECTIONS LORS DE L'UTILISATION DE DISPOSITIFS D'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES AVEC UNE VENTILATION MÉCANIQUE ASSISTÉE

Organisme, année; Pays, réf.	Énoncés et recommandations	Niveau de preuves
AARC, 2003; États-Unis, [23]	<p>Éviter une accumulation excessive de condensat dans le circuit.</p> <p>Éviter d'interrompre la ventilation.</p> <p>Éviter le drainage accidentel du condensat dans les voies respiratoires.</p> <p>Éviter la contamination des soignants.</p>	D ¹
AARC, 2012; États-Unis, [25]	<p>CHC réutilisables devraient être soumis à un haut niveau de désinfection entre chaque patient.</p> <p>Une technique d'asepsie doit être observée lors du remplissage manuel du réservoir.</p> <p>De l'eau stérile doit être utilisée.</p> <p>Lors de l'utilisation d'un système d'alimentation automatique fermé, la partie non utilisée de l'eau dans le réservoir demeure stérile et ne doit pas être éliminée lors du remplacement du circuit.</p> <p>Le système d'alimentation en eau doit être conçu pour un usage unique.</p> <p>La condensation dans le circuit doit être considérée comme un déchet infectieux et ne jamais être drainé dans le réservoir de l'humidificateur.</p>	NR
	Utilisation des ECH n'est pas suggérée comme mesure pour prévenir les PAV.	2B ²

ECH: échangeurs de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant; PAV : pneumonie acquise sous ventilation; AARC : *American Association for Respiratory Care*

¹ Basé sur des opinions d'experts.

² Preuves issues d'études non randomisées de bonne qualité.

Appréciation des documents

Les cinq guides de pratique [22-26] répertoriés proviennent d'organisations reconnues, toutefois les informations concernant la méthodologie utilisée pour leur élaboration ne sont pas décrites dans deux d'entre-eux [25, 26]. Les objectifs globaux poursuivis, les questions de santé abordées ainsi que les populations ciblées sont bien documentés dans les trois autres guides de pratiques [22-24]. Le processus d'élaboration des recommandations est également détaillé par ces trois mêmes organismes [22-24]. Un lien explicite entre les recommandations et les preuves scientifiques sur lesquelles elles reposent est décrit dans l'ensemble des guides recensés. L'échelle utilisée pour établir le niveau de preuves des recommandations est rapportée par une majorité d'organismes [22-24, 26]. À noter toutefois que les éléments proposés par l'AARC dans la publication de 2012 ne sont pas des recommandations formelles appuyées avec un niveau de preuve. Malgré cela, ces documents ont été jugés d'un niveau modéré de qualité en raison de certaines lacunes méthodologiques. Bien que les auteurs indiquent avoir effectué une recherche systématique de la littérature scientifique, aucune information sur les méthodes qui ont été utilisées pour effectuer la recherche documentaire n'est rapportée dans deux documents [25, 26]. De plus, les critères d'admissibilité des études pour la sélection des documents pertinents ne sont pas précisés dans ces mêmes guides. On note également que les outils pour faciliter l'applicabilité de ces guides de même que les barrières organisationnelles potentielles à la mise en œuvre des recommandations n'ont pas été discutés. Les conflits d'intérêts potentiels sont difficiles à juger puisque cet élément a été abordé uniquement dans deux guides [22, 25] dont celui de l'AARC où les auteurs précisent avoir eu des liens avec une compagnie qui fabrique des dispositifs d'humidification [25].

5.1.2 Études de synthèse

Quatre méta-analyses publiées entre 2014 et 2017 ont été retenues pour l'analyse [27-30]. Les objectifs et les principaux critères d'admissibilité des études originales de ces revues systématiques sont présentés au tableau 6. Trois visaient à évaluer les ECH et les CHC en contexte d'humidification des voies respiratoires chez les patients aux soins intensifs sous VI [27, 28, 30]. Une méta-analyse portait sur plusieurs interventions préventives², dont l'humidification des voies respiratoires, pour réduire la mortalité par pneumonie chez les adultes hospitalisés aux soins intensifs [29]. Les principaux indicateurs de mesures évalués dans ces études

² Par exemple : alimentation entérale acidifiée, décontamination digestive sélective, alimentation entérale précoce, diminution de la rétention gastrique, antibiotiques en aérosol, trachéotomie précoce, physiothérapie, tube endotrachéal imprégné d'argent, décontamination sélective de l'oropharynx, positionnement du patient et usage de dispositifs d'humidification

étaient le taux d'occlusions artificielles des voies respiratoires, le taux de pneumonies et la mortalité toutes causes ou liée à une complication respiratoire. La liste des études originales incluses dans chacune des méta-analyses est présentée à l'Annexe 5.

TABLEAU 6. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES MÉTA-ANALYSES PORTANT SUR L'ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DES ECH ET DES CHC UTILISÉS POUR L'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES AUX SOINS INTENSIFS CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE

Auteur, année; Pays, réf.	Objectif	Critères de sélection des études
Meneguetti, 2014; Brésil, [28]	Évaluer l'effet de l'utilisation d'ECH comparativement aux CHC sur la probabilité de développer une PAV chez les patients aux SI.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ECR ▪ Publications en anglais ▪ Janvier 1990 à décembre 2012
Roquilly, 2015; France, [29]	Déterminer les interventions préventives les plus efficaces pour réduire la mortalité aux SI associée aux pneumonies.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adultes (≥ 18 ans) hospitalisés aux SI ▪ ECR ▪ Publications en anglais ▪ Jusqu'au 10 juin 2014 ▪ Résumés d'études publiées < 3 ans
Vargas, 2017; Italie, [30]	Évaluer l'efficacité des CHC et des ECH pour prévenir l'occlusion des voies respiratoires, la pneumonie et la mortalité chez les adultes aux SI.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ECR ▪ Publications en anglais ▪ Jusqu'en juin 2014 ▪ Exclusion des résumés de congrès
Gillies, 2017; Australie, [27]	Évaluer si les CHC ou les ECH sont plus efficaces pour prévenir les complications chez les patients sous VI.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adultes (> 16 ans) et enfants ▪ ECR et études avec devis croisé ▪ Pas de restriction pour la langue ▪ Jusqu'en mai 2017

ECH : échangeur de chaleur et d'humidité; ECR : essai clinique randomisé; CHC : circuit humidifiant chauffant; PAV : pneumonie acquise sous ventilation mécanique; SI : soins intensifs; VI : ventilation invasive

Description des études

Meneguetti *et al.* (2014) [28] ont inclus dans leur revue systématique dix ECR [37, 38, 42, 47-49, 51, 54, 55, 60]. Les résultats agrégés concernant la mortalité ont été estimés à partir des données de huit ECR [37, 38, 42, 48, 49, 54, 55, 60]. La qualité des preuves a été évaluée selon le modèle proposé par l'*Oxford Centre for Evidence-based Medicine-Levels of Evidence*. Les auteurs ont attribué un niveau de preuves 1C à toutes les études incluses, sans toutefois définir la signification de leur gradation. Une des principales limites rapportées par les auteurs porte sur la puissance statistique des études qui n'était pas suffisante pour détecter des réductions modestes du taux de PAV, alors que cette diminution pourrait être significative au plan clinique. Parmi les autres limites rapportées, mentionnons le processus de randomisation des patients non décrit dans certaines études, des patients exclus dans deux études après le processus de randomisation, deux autres études réalisées sans assurer l'insu et la définition utilisée pour le diagnostic de PAV qui variait dans plusieurs ECR inclus.

Roquilly *et al.* [29], ont analysé les données de 157 ECR dont treize portaient sur l'usage de dispositifs d'humidification des voies respiratoires pour prévenir les pneumonies et réduire la mortalité [37, 38, 42, 44, 48, 49, 51, 54-56, 60, 62, 63]. Les indicateurs mesurés incluaient la mortalité intrahospitalière, la pneumonie nosocomiale, la durée de la ventilation mécanique et la durée de séjour aux soins intensifs. La qualité de l'ensemble des ECR a été évaluée par deux évaluateurs indépendants à l'aide de l'outil d'évaluation du risque de biais de la Collaboration Cochrane. Les auteurs ont indiqué un faible niveau de risque des ECR pour les biais de sélection, de performance et de détection. Quelques limites ont été identifiées par les auteurs dont la principale est l'agrégation de résultats d'études ayant porté sur différentes interventions pour réduire la mortalité aux soins intensifs.

Vargas *et al.* [30] ont inclus dans leur méta-analyse 18 études originales qui totalisent 2 442 patients aux soins intensifs [37-39, 41, 42, 44, 46-49, 51, 52, 54-57, 60, 61]. Deux évaluateurs indépendants ont procédé à l'analyse de la qualité méthodologique des études en s'appuyant sur les critères suivants : 1) méthode de randomisation aléatoire; 2) méthode pour dissimuler l'attribution des traitements; 3) réalisation à l'insu; 4) description des pertes au suivi; 5) caractéristiques similaires entre les groupes. Aucune des études retenues ne présentait un faible risque de biais ce qui pourrait limiter la portée de leur conclusion selon les auteurs. Une autre limite rapportée concerne le diagnostic de PAV dont les critères ne sont pas uniformes d'une étude à l'autre et pouvait parfois inclure les pneumonies acquises en milieu hospitalier. De plus, ils ajoutent que la définition pour la mortalité était également variable (toutes

causes, aux soins intensifs, intra-hospitalière, durant la ventilation mécanique) entre les études retenues. Enfin, ils soulignent le peu de données disponibles après 2006.

La méta-analyse de la Collaboration Cochrane [27] comprend 34 études menées dans 12 pays différents qui regroupent 2 848 participants, soit 26 ECR [36-39, 41, 42, 44, 46-49, 51, 52, 54-56, 59-61, 64-70] et huit études avec un devis croisé [40, 43, 45, 50, 53, 58, 63, 71]. La majorité d'entre elles a été réalisée dans des unités de soins intensifs (n = 27) et les autres au bloc opératoire (n = 7). Trois études portaient exclusivement chez des enfants [64-66]. Les indicateurs primaires mesurés étaient l'occlusion des voies respiratoires, la pneumonie toutes causes, la pneumonie nosocomiales, la PAV ainsi que la mortalité toutes causes ou reliée à une complication respiratoire. Plusieurs indicateurs secondaires ont également été considérés dont notamment les complications respiratoires et les mesures de la fonction respiratoire. Globalement, les études ont comparé un type d'ECH à un CHC (n = 29). Les auteurs ont rapporté plusieurs biais dans les études originales et qualifié le niveau des preuves disponibles de faible. À titre d'exemple, ils indiquent que des patients ont été exclus de certaines études parce qu'ils ne répondaient pas aux exigences d'utilisation d'un ECH ou sans fournir de raisons justificatives. Des patients du groupe ECH ont également été transférés dans le groupe CHC pour différentes raisons (sécrétions épaisses avec présence de sang, hypothermie, minimiser l'espace mort dans le circuit respiratoire).

Principaux résultats rapportés dans les méta-analyses

Les résultats agrégés pour chacun des principaux indicateurs mesurés dans les méta-analyses sont présentés au tableau 7. Les taux de PAV et de mortalité ont été évalués dans quatre méta-analyses [27-30] et ceux d'occlusion des voies respiratoires dans deux méta-analyses [27, 30].

TABEAU 7. PRINCIPAUX RÉSULTATS ISSUS DES MÉTA-ANALYSES SUR L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARATIVEMENT AU CHC DANS LA PRÉVENTION DE LA PAV, DE LA MORTALITÉ ET DE L'OCCLUSION DES VOIES RESPIRATOIRES CHEZ LES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE

Auteur, année, réf.	n études n patients	PAV		n études n patients	Mortalité ¹		Occlusion des voies respiratoires		
		RR (IC à 95 %)	I ² (%)		RR (IC à 95 %)	I ² (%)	n études n patients	RR (IC à 95 %)	I ² (%)
Meneguetti, 2014, [28]	10 2030	1,0 (0,78 à 1,28) ²	36	8 1646	1,09 (0,86 à 1,38) ²	0	-	-	-
Roquilly, 2015, [29]	12 2488	0,90 (0,71 à 1,13)	36	13 2431	0,98 (0,86 à 1,12)	0	-	-	-
Vargas, 2017, [30]	13 2271	0,93 (0,73 à 1,19)	27	11 1895	1,02 (0,88 à 1,19)	0	14 2125 ³	1,85 (0,79 à 4,34)	21
Gillies, 2017, [27]	13 2251	0,93 (0,73 à 1,19)	27	11 1895	1,02 (0,88 à 1,19)	0	14 2115	1,94 (0,65 à 5,76)	44

PAV : pneumonie acquise sous ventilation; RR : risque relatif; IC à 95 % : intervalle de confiance à 95 %; I² : mesure de l'hétérogénéité

¹ Inclus la mortalité toutes causes, aux soins intensifs, intra-hospitalière et durant la ventilation mécanique

² Rapport de cotes

³ Le nombre de patients devraient être 2 115, mais dix-sept patients au lieu de sept ont été considérés dans le groupe CHC pour l'étude de Villafane *et al.*

Pneumonie acquise sous ventilation

Au total, les résultats des méta-analyses sur les PAV reposent sur 19 ECR [36-39, 41, 42, 44, 47-49, 51, 54-57, 60, 62, 63, 72]. Parmi l'ensemble de ces ECR, huit étaient communs entre les méta-analyses [37, 38, 42, 48, 49, 54, 55, 60]. Globalement, l'ensemble des résultats ne suggère pas de différence entre les ECH et les CHC quant au taux de PAV avec l'usage de l'un ou l'autre de ces dispositifs d'humidification des voies respiratoires pour les patients sous VI (tableau 7).

Mortalité

Le nombre d'ECR recensé dans l'ensemble des méta-analyses totalise 15 pour le volet mortalité [37, 38, 41, 42, 44, 46, 48, 49, 54-56, 60, 62, 63, 72]. Les résultats des quatre méta-analyses pointent dans la même direction à savoir que le risque de mortalité avec l'utilisation d'un ECH chez les patients sous VI n'est pas différent de celui observé avec les CHC (tableau 7).

Occlusion des voies respiratoires

Les résultats des méta-analyses [27, 30] sur l'occlusion des voies respiratoires ont porté sur les mêmes ECR [37-39, 42, 44, 46-49, 52, 54, 56, 60, 61]. Globalement, les données agrégées suggèrent un risque accru, mais non statistiquement significatif, d'occlusion des voies respiratoires avec l'usage des ECH chez les patients sous VI comparativement aux CHC (tableau 7). Bien que les analyses respectives aient porté sur les mêmes études originales, on remarque au tableau 7 que les risques relatifs rapportés dans chacune des méta-analyses diffèrent quelque peu. Il s'agit d'une erreur d'extraction de la part de Vargas *et al.* [30] qui ont établi leur analyse sur la base de 17 occlusions des voies respiratoires au lieu de sept dans le groupe CHC tel que rapporté dans l'étude originale de Villafane *et al.* [61].

Complications respiratoires

Gillies *et al.* présentent aussi des résultats pour différentes complications respiratoires, dont les atélectasies et les aspirations trachéales toutes causes [27]. En ce qui concerne les atélectasies, l'analyse portait sur trois études dont une réalisée, chez les nouveau-nés. Les résultats non agrégés indiquent qu'il n'y avait pas de différence entre les ECH et les CHC dans les deux études sur une population adulte soit celle de Dreyfuss *et al.* (Risque relatif [RR] : 0,66 ; intervalle de confiance à 95 % [IC à 95 %] : 0,34 à 1,28) et de Roustan *et al.* (RR : 1,23; IC à 95 % : 0,54 à 2,81) [42, 60]. Le résultat combiné de trois études [39, 42, 56] n'indiquait pas non plus de différence entre les dispositifs d'humidification en ce qui a trait au nombre d'aspirations trachéales effectuées par le personnel soignant (Différences de moyennes [DM] : -0,47 ; IC à 95 % : -1,41 à 0,47 ; $p = 0,32$).

Résultats de sous-analyses effectuées dans les méta-analyses

Parmi les méta-analyses incluses [27-30], deux ont présenté diverses sous-analyses [27, 30]. Vargas *et al.* ont réalisé une analyse par méta-régression afin d'évaluer l'association entre certains facteurs de risque cliniques et les indicateurs d'efficacité primaires. Les variables évaluées étaient l'âge, la durée de séjour aux soins intensifs, le pourcentage de diagnostic respiratoire, le score APACHE II, le score SAPS (*simplified acute physiology score*), la durée de la ventilation mécanique, le taux d'incidence de PAV et les occlusions/réintubations. Les résultats de la méta-régression suggèrent un risque plus faible d'occlusion des voies respiratoires avec l'usage des ECH dans les études où le pourcentage de patients avec une pneumonie à l'admission était élevé (β : -0,058; $p = 0,027$) et celles où la ventilation mécanique excédait dix jours (β : -0,108; $p = 0,054$). Une autre sous-analyse selon le type d'ECH étudié comparativement au CHC, effectuée par Vargas *et al.*, indiquent qu'une diminution statistiquement significative du risque de PAV serait associée aux résultats des études ($n = 3$) qui ont porté sur les ECH hydrophobes (RR : 0,43; IC à 95 % : 0,24 à 0,79; $p = 0,01$) et non celles ($n = 9$) sur les ECH hygroscopiques (RR : 1,05; IC à 95 % : 0,78 à 1,42; $p = 0,76$).

Des sous-analyses en fonction de la durée de la ventilation ont également été effectuées pour les indicateurs primaires de la revue systématique de Gillies *et al.* (Tableau 8) [27]. Pour l'ensemble des indicateurs mesurés, aucune différence n'a été observée entre les types de dispositifs que ce soit en contexte de ventilation mécanique sur une période variant de 48 heures à 7 jours ou lorsque la durée de la ventilation excédait 7 jours.

TABLEAU 8. RÉSULTATS DE LA SOUS-ANALYSE TIRÉS DE GILLIES ET AL. [27] CONCERNANT L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC EN FONCTION DE LA DURÉE DE LA VENTILATION INVASIVE SUR LE RISQUE RELATIF DE PAV, D'OCCLUSION DES VOIES RESPIRATOIRES ET DE LA MORTALITÉ CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE

Durée de la ventilation	PAV			Mortalité			Occlusions		
	n études	RR (IC à 95 %)	I ² (%)	n études	RR (IC à 95 %)	I ² (%)	n études	RR (IC à 95 %)	I ² (%)
48 h à 7 jours	5	1,06 (0,77 à 1,47)	0	5	1,01 (0,78 à 1,31)	0	8 ¹	1,74 (0,41 à 7,30)	54
> 7 jours	6	0,91 (0,59 à 1,43)	53	6	1,03 (0,85 à 1,25)	0	7	1,47 (0,34 à 6,36)	56

RR: risque relatif; IC à 95 % : intervalle de confiance à 95 %; I² : mesure de l'hétérogénéité; PAV : pneumonies acquises sous ventilation

¹ Incluant une étude en pédiatrie

L'association entre le type d'ECH utilisé (hygroscopiques ou hydrophobes) sur le taux d'occlusions des voies respiratoires, de PAV et de mortalité a également fait l'objet d'une sous-analyse dans la revue systématique de Gillies *et al.* [27] de même que dans celle

de Vargas *et al.* [30] qui s'appuient sur les mêmes études originales (Tableau 9). Une diminution statistiquement significative du risque de PAV est observée dans les études ($n = 3$) qui ont comparé l'usage d'ECH de type hydrophobe aux CHC ($p = 0,01$), mais pas dans celles ($n = 9$) sur les ECH hygroscopiques ($p = 0,64$). La différence de risque relatif entre les deux méta-analyses pour les ECH hydrophobes s'explique par l'exclusion dans Vargas *et al.* de l'étude d'Alcoforado *et al.* (2012) [36] et l'inclusion de Lorente *et al.* (2006) [51] dans leur analyse. Bien que les résultats ne soient pas statistiquement significatifs, les sous-analyses suggèrent une diminution de la mortalité et une augmentation du risque d'occlusion des voies respiratoires associées aux ECH de type hydrophobe comparativement au CHC.

TABLEAU 9. RÉSULTATS DES SOUS-ANALYSES DE GILLIES *ET AL.* [27] ET VARGAS *ET AL.* [30] CONCERNANT L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARATIVEMENT AU CHC EN FONCTION DU TYPE DE FILTRE SUR LE RISQUE DE PAV, D'OCCLUSION DES VOIES RESPIRATOIRES ET DE LA MORTALITÉ CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE

Auteur, année, réf. Type d'ECH	PAV			Mortalité			Occlusion des voies respiratoires		
	n études	RR (IC à 95 %)	I ² (%)	n études	RR (IC à 95 %)	I ² (%)	n études	RR (IC à 95 %)	I ² (%)
Vargas, 2017, [30]									
Hydro	3	0,43 (0,24 à 0,79)	0	2	0,74 (0,37 à 1,47)	0	5	2,99 (0,67 à 13,33)	48
Hygro	9	1,05 (0,78 à 1,42)	18	10	1,09 (0,88 à 1,36)	0	10	0,77 (0,44 à 1,35)	0
Gillies, 2017, [27]									
Hydro	3	0,48 (0,28 à 0,82)	0	2	0,79 (0,46 à 1,35)	0	5	2,86 (0,65 à 12,62)	50
Hygro	9	0,95 (0,77 à 1,17)	0	9 ¹	1,05 (0,89 à 1,23)	0	11 ¹	0,89 (0,32 à 2,48)	32

hydro: hydrophobe; hygro: hygroscopique; RR: risque relatif; IC à 95 %: intervalle de confiance à 95 %; I²: mesure de l'hétérogénéité; PAV : pneumonies acquises sous ventilation

¹ Incluant une étude en pédiatrie

Indicateurs de la fonction respiratoire

Plusieurs indicateurs de la fonction respiratoire en lien avec l'usage de dispositifs d'humidification ont été mesurés chez les patients sous VI. Les principaux résultats issus de la méta-analyse de Gillies *et al.* [27] sont présentés au tableau 10 par indicateur selon le type de devis. Un ECR [46] suggère une augmentation significative de la PaO₂ dans le groupe ECH comparativement au groupe CHC. Peu d'impact sur la PaCO₂ et le volume courant était observé dans cette même étude. Les résultats agrégés issus des études croisées montrent que l'utilisation des ECH serait associée à une valeur moyenne significativement plus élevée de la PaCO₂ comparativement aux CHC. Par ailleurs, l'impact des ECH sur les autres paramètres de la fonction respiratoire était non significatif dans ces études croisées, soit une valeur moyenne inférieure pour la PaO₂, augmentée pour la fréquence respiratoire et pas de différence pour le volume courant.

TABLEAU 10. RÉSULTATS AGRÉGÉS TIRÉS DE GILLIES *ET AL.* [27] SUR LES EFFETS DES ECH COMPARATIVEMENT AU CHC SUR LES ÉCHANGES GAZEUX PULMONAIRES, LE VOLUME COURANT ET LA FRÉQUENCE RESPIRATOIRE CHEZ LES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE

Indicateurs	ECR			Études croisées			
	n études	Δ ECH - CHC DM (IC à 95 %)	Valeur p	n études	Δ ECH - CHC DM (IC à 95 %)	I ² (%)	Valeur p
PaO ₂ (mmHg)	1	2,80 (0,13 à 5,47)	0,04	4	-3,87 (-16,73 à 9,00)	73	0,56
PaCO ₂ (mmHg)	1	-0,20 (-0,67 à 0,27)	0,40	5	2,02 (0,19 à 3,85)	42	0,03
Volume courant (L)	1	-0,03 (-38,81 à 38,75)	1,00	5	0,02 (0,00 à 0,04)	0	0,05
Fréquence respiratoire (par minute)	-	-	-	4	1,15 (-0,13 à 2,44)	31	0,08

DM: différence de moyennes; IC à 95 %: intervalle de confiance à 95 %; I²: mesure de l'hétérogénéité; PaO₂: pression partielle d'oxygène; PaCO₂: pression partielle de dioxyde de carbone; mmHg: millimètre de mercure; ECR: essai clinique randomisé; ECH: échangeur de chaleur et d'humidité; CHC: circuit humidifiant chauffant

Conclusions des auteurs

Globalement, les auteurs de deux méta-analyses considèrent qu'il n'y aurait pas de différence quant au risque de PAV, de mortalité et d'occlusion des voies respiratoires entre les ECH et les CHC. Toutefois, ils ajoutent que le niveau de certitude associé à ces résultats est difficile à déterminer étant donné la faible qualité des preuves sur lesquelles les conclusions s'appuient [27, 30]. Selon Meneguetti *et al.*, les résultats observés suggèrent que l'utilisation d'un ECH n'est pas associée à une diminution de l'incidence des PAV ou de la mortalité chez les patients gravement malades [28]. Les auteurs de l'étude Roquilly *et al.* ne se sont pas prononcés spécifiquement sur l'efficacité des dispositifs d'humidification [29].

Analyse critique des études de synthèse

La qualité méthodologique des méta-analyses a été jugée satisfaisante pour trois [28-30] et élevée pour une autre [27]. Elles présentent chacune des éléments suggérant une bonne planification de la synthèse (critères d'inclusion et d'exclusion des études décrits, évaluation de la qualité des études originales avec des outils validés et standardisés) ainsi qu'une méthodologie de recherche documentaire adéquate pour la plupart [27-29]. Cependant, l'information concernant la recherche de documents non indexés est peu rapportée dans la méta-analyse de Vargas *et al.* (2017) [30]. Dans l'ensemble, les études originales incluses étaient facilement identifiables dans ces revues de synthèse, mais la description des caractéristiques des populations à l'étude était limitée. L'utilisation de critères pour le diagnostic de PAV qui varient entre les études originales est une limite importante mentionnée par un auteur [28]. Les étapes de sélection, d'évaluation de la qualité des études et d'extraction des données à deux évaluateurs indépendants n'ont pas été rapportées dans une étude [28]. La qualité méthodologique des études originales a été jugée faible dans deux revues systématiques [27, 30]. Globalement, l'hétérogénéité statistique observée dans les analyses pour les indicateurs primaires était faible. Cependant, de l'hétérogénéité clinique entre les études a été relevée par les auteurs des méta-analyses alors que certains ont indiqué que peu d'études originales avaient un faible risque de biais. Bien qu'un niveau de preuve soit attribué à chacune des études originales dans la revue systématique de Meneguetti *et al.*, celui-ci n'est ni défini ni discuté par les auteurs [28]. Plusieurs interventions pour réduire la mortalité aux soins intensifs ont été évaluées dans la méta-analyse de Roquilly *et al.* qui cependant rapporte peu d'informations au sujet des études portant sur l'humidification des voies respiratoires [29]. L'évaluation de la qualité méthodologique réalisée par les auteurs de cette méta-analyse suggère des risques de biais et plusieurs lacunes dans les ECR sur les dispositifs d'humidification des voies respiratoires qui n'ont toutefois pas été abordées dans leur discussion [29]. Par ailleurs, des erreurs ont également été notées dans la publication de Roquilly *et al.* puisque quelques études originales [42, 63] ne se retrouvaient pas dans le tableau présentant les caractéristiques des études incluses. De plus, une date de publication erronée pour l'étude originale de Roustan *et al.* [60] a également été identifiée lors de la révision du document [29]. Ces différents éléments soulèvent des questions au regard de la rigueur de l'analyse et du processus de révision effectués par les auteurs de cette méta-analyse.

5.1.3 Études originales

La mise à jour des études originales à partir de la revue de synthèse la plus récente [27] n'a pas permis de retracer de nouvelles publications depuis le 30 mai 2017. Sur les 37 études originales incluses dans les quatre revues de synthèse portant sur les dispositifs d'humidification de type ECH ou CHC chez des patients sous VI, 26 d'entre elles répondaient aux critères d'inclusion définis dans le cadre de ce projet d'évaluation (cf. section 4.1.2) [36-61]. Les études exclues (n = 11) issues des études de synthèse portaient soit sur des populations pédiatriques ou encore sur la mesure de variations de la température corporelle avec l'usage de dispositifs d'humidification des voies respiratoires. Cinq études originales portant sur la VNI ont également été retenues [31-35].

5.1.3.1 Résultats sur la ventilation invasive

Description des études

L'efficacité des ECH a été comparée à celle des CHC dans 20 ECR [36-39, 41, 42, 44, 46-49, 51, 52, 54-57, 59-61] et six études croisées [40, 43, 45, 50, 53, 58]. Les principales caractéristiques des études sont présentées à l'annexe 6 alors qu'à l'annexe 7 on retrouve les types de dispositifs ainsi que les procédures d'humidification utilisés. Les études ont été réalisées en majorité en France (n = 9), aux États-Unis (n = 5), en Italie (n = 3), au Brésil (n = 2) et en Australie (n = 2). Une étude a été menée dans chacun des pays suivants soit l'Arabie saoudite, la Suisse, le Danemark, l'Espagne et la Turquie. Les études comptaient entre 11 et 381 participants. La plupart des études ont été effectuées dans des unités de soins intensifs (n = 19). En ce qui concerne les dispositifs d'humidification

ayant davantage fait l'objet d'une évaluation dans les études, mentionnons les ECH de type hygroscopique et le modèle MR730® pour les CHC. Les principaux indicateurs évalués par type de devis sont la mesure de la fonction respiratoire (PaO₂, PaCO₂, volume courant, fréquence respiratoire) dans les études croisées et l'occlusion des voies respiratoires, la PAV et la mortalité dans une majorité d'ECR (Tableau 11).

TABLEAU 11. DESCRIPTION SOMMAIRE DES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARATIVEMENT AU CHC COMME DISPOSITIFS D'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE

Variable	ECR n = 20	Études croisées n = 6
Nombre de patients inclus, étendue	15 à 381	11 à 85
Type d'unités de soins, n études	SI: 15 Salle de réveil : 2 Autres: 2	SI: 3 SI + salle de réveil : 2 Trauma: 1
Durée de la ventilation, étendue	1 à 21 jours	20 min. à 24h
Indicateurs mesurés, n études	OVR : 14 Mortalité : 11 PAV : 12	PaO ₂ : 4 PaCO ₂ : 5 Fréq. resp. : 4 Vol. courant : 5

ECR : essai clinique randomisé; OVR : occlusion des voies respiratoires; PAV : pneumonie acquise sous ventilation; SI : soins intensifs; Fréq. resp. : fréquence respiratoire; Vol. : volume; PaO₂ : pression partielle d'oxygène; PaCO₂ : pression partielle de dioxyde de carbone; Trauma : unité de traumatologie

Principaux résultats

Mortalité

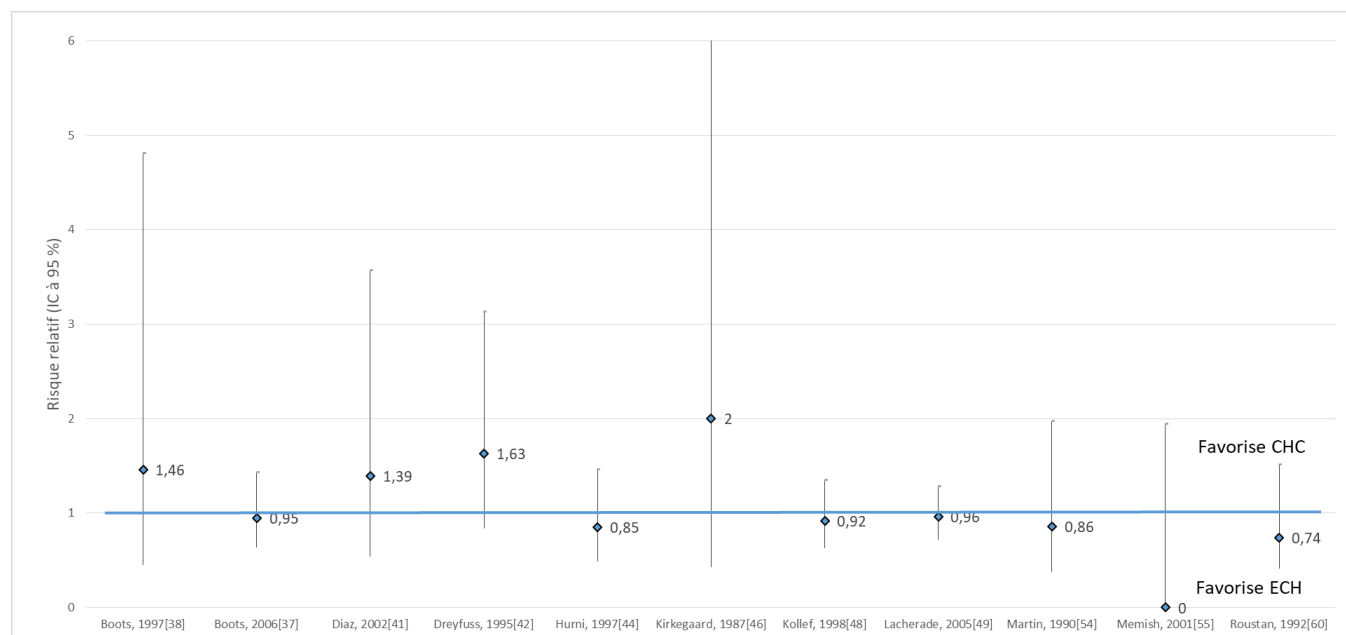
Les taux de mortalité toutes causes rapportés dans les études originales comparant l'efficacité des ECH aux CHC entre les groupes de patients sous ventilation invasive sont présentés au tableau 12. La figure 5 présente également les risques relatifs de mortalité toutes causes rapportés dans les onze études ayant mesuré cet indicateur [37, 38, 41, 42, 44, 46, 48, 49, 54, 55, 60]. Des taux de mortalité variant de 14 % à 35 % ont été observés dans les groupes ECH et de 10 % à 34 % dans les groupes CHC (Tableau 12). Les résultats de trois études [37, 48, 49] ne suggèrent pas de différence de mortalité toutes causes entre l'usage des ECH et des CHC. Trois autres études [44, 54, 60] indiquent une diminution du risque relatif de mortalité toutes causes avec les ECH alors que les résultats de cinq études [38, 41, 42, 46, 55] suggèrent le contraire. À noter qu'aucune des différences de mortalité toutes causes rapportées entre les groupes ECH et CHC n'était statistiquement significative.

TABEAU 12. TAUX DE MORTALITÉ TOUTES CAUSES ET LIÉE À UNE PNEUMONIE RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARÉE AUX CHC CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE

Auteur, année; réf.	ECH		CHC	
	n décès/ n patients	%	n décès/ n patients	%
Mortalité toutes causes				
Boots, 1997; [38]	6/42	14,3	4/41	9,8
Boots, 2006; [37]	37/190	19,5	39/191	20,4
Diaz, 2002; [41]	8/23	34,8	5/20	25,0
Dreyfuss, 1995; [42]	17/61	27,9	12/70	17,1
Hurni, 1997; [44]	17/59	28,8	19/56	33,9
Kirkegaard, 1987; [46]	4/15	26,7	2/15	13,3
Kollef, 1998; [48]	40/163	24,5	39/147	26,5
Lacherade, 2005; [49]	61/186	32,8	63/184	34,2
Martin, 1990; [54]	7/31	22,6	11/42	26,2
Memish, 2001; [55]	40/123	32,5	30/120	25,0
Roustan, 1992; [60]	10/55	18,2	15/61	24,6
Mortalité liée à une pneumonie				
Diaz, 2002; [41]	2/23	8,7	2/20	10,0
Dreyfuss, 1995; [42]	2/61	3,3	3/70	4,3
Kollef, 1998; [48]	4/163	2,5	2/147	1,4

ECH : échangeur de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant

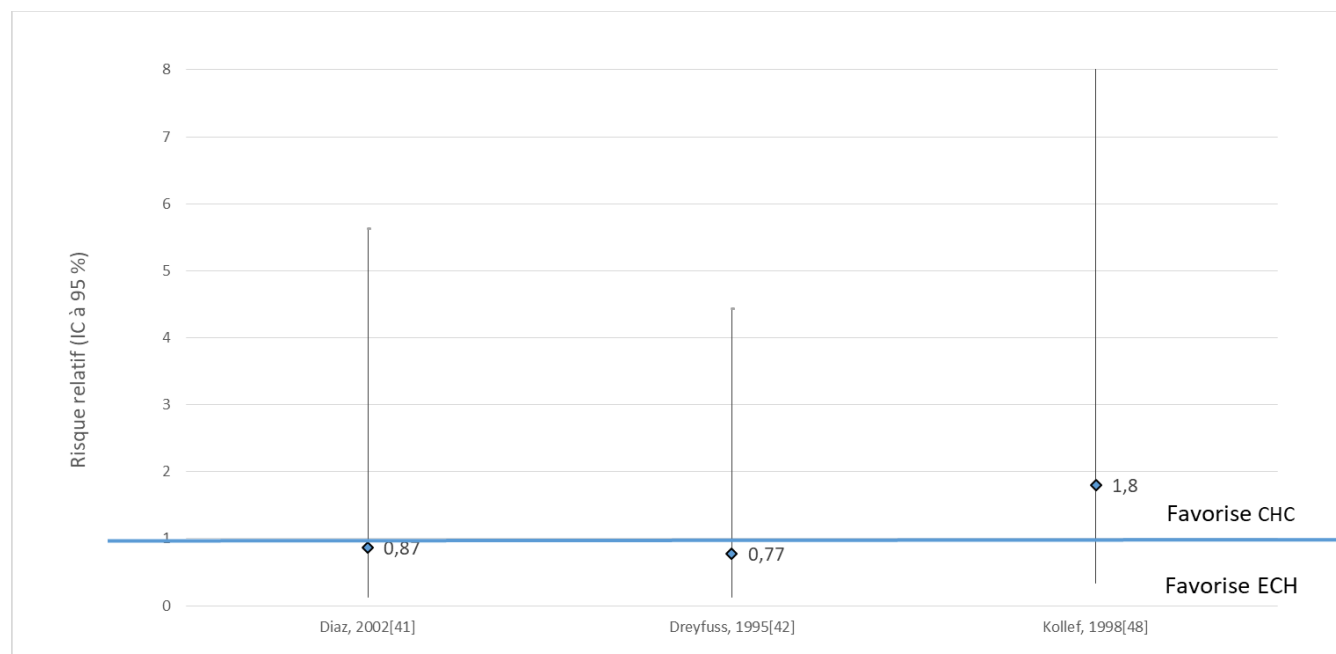
FIGURE 5. RÉSULTATS SUR LE RISQUE RELATIF DE MORTALITÉ TOUTES CAUSES RAPPORTÉ DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARÉE AUX CHC CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE



IC à 95 % : intervalle de confiance à 95 %; ECH : échangeur de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant

Les résultats sur la mortalité liée à une pneumonie sont présentés au tableau 12 et à la figure 6. Globalement, les trois études [41, 42, 48] disponibles ne suggèrent pas de différence entre l'usage d'ECH et CHC quant au risque de mortalité lié à une pneumonie chez les patients sous VI. L'étendue des intervalles de confiance témoigne du manque de précision dans les estimations du risque de mortalité liée à une pneumonie (Figure 6).

FIGURE 6. RÉSULTATS SUR LE RISQUE RELATIF DE MORTALITÉ LIÉE À UNE PNEUMONIE RAPPORTÉ DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARÉE AUX CHC CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE

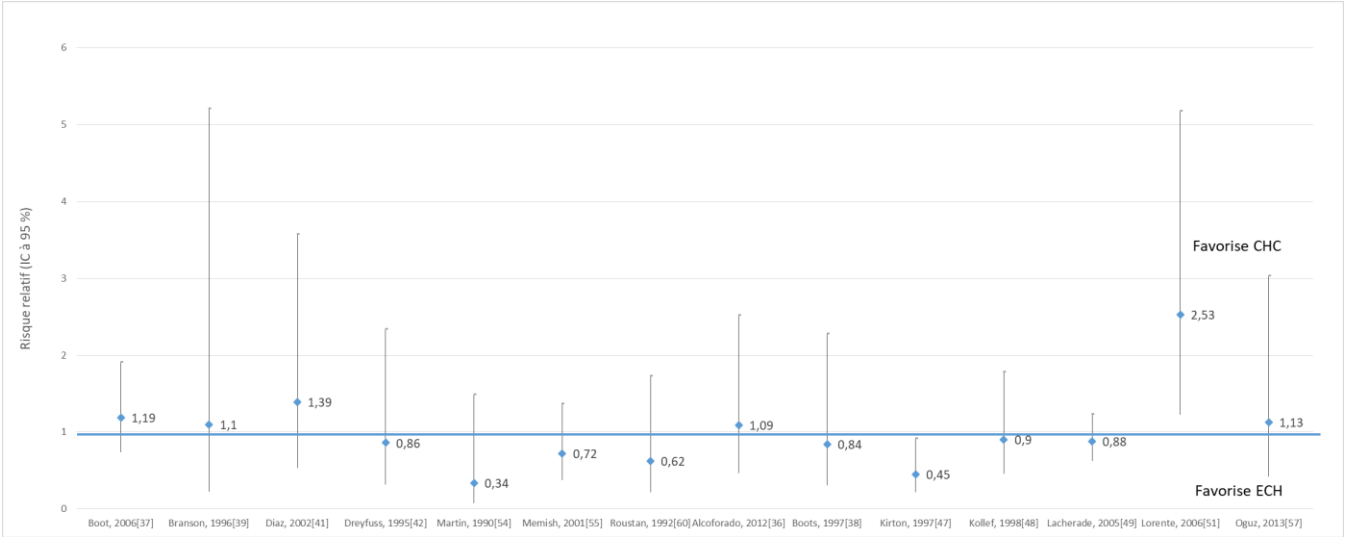


IC à 95 % : intervalle de confiance à 95 %; ECH : échangeur de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant

PAV

Au total, quatorze études originales [36-39, 41, 42, 47-49, 51, 54, 55, 57, 60] ont porté sur l'efficacité des ECH comparée aux CHC quant au taux de PAV chez des patients sous VI (Figure 7). Les taux de PAV observés dans les groupes ECH variaient de 6 % à 63 % et dans les groupes CHC de 6 % à 57 % (Tableau 14). Une augmentation du risque relatif de PAV avec l'usage des ECH pour l'humidification des voies respiratoires est rapportée dans six études [36, 37, 39, 41, 51, 57], mais les différences n'étaient pas statistiquement significatives, à l'exception de Lorente *et al.* (Figure 7). Une diminution du risque relatif de PAV en faveur des ECH est rapporté dans huit études [38, 42, 47-49, 54, 55, 60], avec un seul résultat statistiquement significatif soit celui de Kirton *et al.* (1997) [47] (Figure 7).

FIGURE 7. RÉSULTATS SUR LE RISQUE RELATIF DE PAV RAPPORTÉ DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARÉE AUX CHC CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE



IC à 95 % : intervalle de confiance à 95 %; ECH : échangeur de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant; PAV : pneumonie acquise sous ventilation

TABLEAU 13. TAUX DE PAV RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARÉE AUX CHC CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE

Auteur, année; réf.	ECH		CHC	
	n cas de PAV/ n patients	%	n cas de PAV/ n patients	%
Boots, 2006; [37]	32/190	16,8	27/191	14,1
Branson, 1996; [39]	3/49	6,1	3/54	5,6
Diaz, 2002; [41]	8/23	34,8	5/20	25,0
Dreyfuss, 1995; [42]	6/61	9,8	8/70	11,4
Martin, 1990; [54]	2/31	6,5	8/42	19,0
Memish, 2001; [55]	14/123	11,4	19/120	15,8
Roustan, 1992; [60]	5/55	9,1	9/61	14,8
Alcoforado, 2012; [36]	5/8	62,5	4/7	57,1
Boots, 1997; [38]	6/42	14,3	7/41	17,1
Kirton, 1997; [47]	10/140	7,1	22/140	15,7
Kollef, 1998; [48]	15/163	9,2	15/147	10,2
Lacherade, 2005; [49]	47/185	25,4	53/184	28,8
Lorente, 2006; [51]	21/53	39,6	8/51	15,7
Oguz, 2013; [57]	6/18	33,3	5/17	29,4

ECH : échangeur de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant; PAV : pneumonie acquise sous ventilation

Occlusion des voies respiratoires

Le risque d'occlusion des voies respiratoires associée à l'usage des ECH ou des CHC chez les patients sous ventilation invasive a été évalué dans quatorze études [37-39, 42, 44, 46-49, 52, 54, 56, 60, 61] dont les résultats sont présentés au tableau 14. À noter

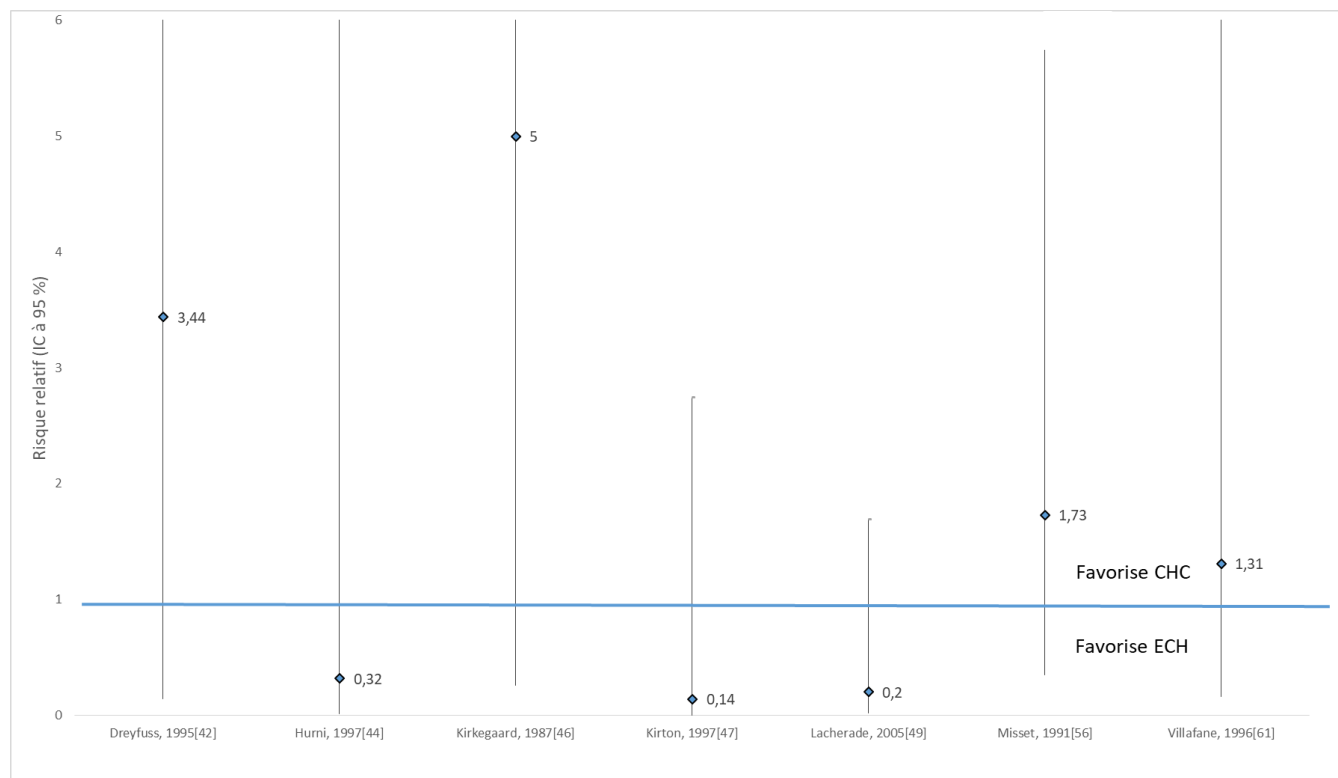
qu'aucun événement d'occlusion des voies respiratoires dans l'un ou l'autre des groupes ECH et CHC n'a été observé dans quatre études [37-39, 48] et par conséquent, ces résultats ne sont pas présentés à la figure 8. De même, les résultats de Martin *et al.* (RR : 17,47; IC à 95 % : 1,02 à 298, 93) [54], Roustan *et al.* (RR : 21,04; IC à 95 % : 1,25 à 353,18) [60] et Luchetti *et al.* (RR : 13,56; IC à 95 % : 0,75 à 246,76) [52] ne sont pas montrés à la figure 8 en raison de l'étendue des valeurs des intervalles de confiance. Les résultats issus de sept études suggèrent une augmentation non statistiquement significative du risque d'occlusion des voies respiratoires avec l'usage des ECH chez des patients sous ventilation invasive [42, 46, 52, 54, 56, 60, 61]. Par ailleurs, trois autres études indiquent une augmentation du risque d'occlusion des voies respiratoires avec l'utilisation des CHC, mais dont les résultats ne sont pas statistiquement significatifs [44, 47, 49].

TABLEAU 14. TAUX D'OCCLUSIONS RAPPORTÉES DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARÉE AUX CHC CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE

Auteur, années; réf.	ECH		CHC	
	n cas d'OVR/ n patients	%	N cas d'OVR / n patients	%
Boots, 1997; [38]	0/42	0	0/41	0
Boots, 2006; [37]	0/190	0	0/191	0
Branson, 1996; [39]	0/49	0	0/54	0
Dreyfuss, 1995; [42]	1/61	1,6	0/70	0
Hurni, 1997; [44]	0/59	0	1/56	1,8
Kirkegaard, 1987; [46]	2/15	13,3	0/15	0
Kirton, 1997; [47]	0/140	0	3/140	2,1
Kollef, 1998; [48]	0/163	0	0/147	0
Lacherade, 2005; [49]	1/185	0,5	5/184	2,7
Luchetti, 1998; [52]	3/15	20	0/30	0
Martin, 1990; [54]	6/31	19,4	0/42	0
Misset, 1991; [56]	4/30	13,3	2/26	7,7
Roustan, 1992; [60]	9/55	16,4	0/61	0
Villafane, 1996; [61]	3/16	18,8	1/7	14,3

ECH : échangeur de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant; OVR : occlusion des voies respiratoires

FIGURE 8. RÉSULTATS SUR LE RISQUE RELATIF D'OCCLUSION RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'EFFICACITÉ DES ECH COMPARÉE AUX CHC CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE



IC à 95 % : intervalle de confiance à 95 %; ECH : échangeur de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant;

Indicateurs de la fonction respiratoire

PaO_2

Les variations de la PaO_2 en fonction du type de dispositifs d'humidification des voies respiratoires utilisé chez des patients sous VI a été évalué dans cinq études avec un devis croisé [40, 43, 45, 50, 53]. Les résultats de ces études, qui ont porté sur 88 patients au total, sont présentés au Tableau 15. À l'exception de l'étude d'Iotti *et al.* (1997) [45], aucune différence statistiquement significative de la valeur moyenne de la PaO_2 n'a été rapportée entre les ECH et les CHC, et ce, peu importe le type d'ECH utilisé. Dans l'étude d'Iotti *et al.* [45], les auteurs ont observé une valeur moyenne de la PaO_2 plus élevée avec l'utilisation de l'un ou l'autre des ECH évalués (hygroscopique versus hygroscopique avec filtre mécanique), et ce, comparativement à un CHC [45]. Dans l'étude de Campbell *et al.* (2000), aucune différence n'a été rapportée tant avec l'usage d'un ECH de type hygroscopique qu'avec un ECH standard [40]. Enfin, l'étude de Girault *et al.* (2003) a porté chez des patients pour qui le sevrage de la ventilation mécanique était difficile afin de comparer l'usage d'un CHC à un ECH de type mixte hydrophobe/hygroscopique selon deux conditions différentes de la pression ventilatoire de support (7 cm H₂O versus 15 cm H₂O) [43]. Aucune différence entre les dispositifs, indépendamment du niveau de pression ventilatoire de support utilisé, n'a été détectée.

TABLEAU 15. RÉSULTATS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR LES EFFETS DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC SUR LE NIVEAU MOYEN DE LA PaO_2 CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE SELON LE TYPE D'ECH

Auteur, année (n patients); réf.	PaO ₂ en mmHg moyenne (ET)			valeur p ECH vs CHC
	Type d'ECH	ECH	CHC	
MacIntyre, 1983 (26); [53]	Hygroscopique	112,3 (65)	104,5 (65)	NS
Le Bourdelles, 1996 (15); [50]	Hygro/Hydro	103 (6)	97 (6)	NS
Iotti, 1997 (10); [45]	Hygroscopique Hygroscopique + FM	132 (34) 139 (38)	118 (36)	< 0,05
Campbell, 2000 (26); [40]	Standard Hygroscopique	96,5 (33,4) 93,9 (28,9)	98,3 (31,4)	NS
Girault, 2003 (11); [43]	Hygro/Hydro + PSV-7 cm H ₂ O Hygro/Hydro + PSV-15 cm	101,3 (62,3) 96,8 (18,0)	95,3 (10,5) 111,8 (24,8)	NS

ECH : échangeur de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant; Hygro : hygroscopique; Hydro : hydrophobe; PSV : pression ventilatoire de support; PaO₂ : pression partielle d'oxygène; mmHg : millimètre de mercure; NS : non statistiquement significatif; FM : filtre mécanique; ET : écart-type

PaCO₂

L'impact relié à l'usage des ECH comparativement aux CHC sur la valeur moyenne de la PaCO₂ a été mesurée dans les mêmes études que celles présentées précédemment sur la PaO₂ [40, 43, 45, 50, 53]. Les principaux résultats se retrouvent au tableau 16. Aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre les types de dispositif d'humidification des voies respiratoires utilisés quant au niveau moyen de PaCO₂ dans trois études [40, 45, 53]. Deux études suggèrent une élévation moyenne de la PaCO₂ avec l'utilisation d'ECH de type mixte (hygroscopique et hydrophobe) comparativement aux CHC [43, 50].

TABLEAU 16. RÉSULTATS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR LES EFFETS DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC SUR LE NIVEAU MOYEN DE LA $PaCO_2$ CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE SELON LE TYPE D'ECH

Auteur, année (n patients); réf.	PaCO ₂ en mmHg moyenne (ET)			valeur p ECH vs CHC
	Type ECH	ECH	CHC	
MacIntyre, 1983 (26); [53]	Hygroscopique	40,7 (4,7)	41,7 (5,9)	NS
Le Bourdelles, 1996 (15); [50]	Hygro/Hydro	44 (2)	42 (2)	< 0,005
Iotti, 1997 (10); [45]	Hygroscopique Hygroscopique + FM	41 (11) 40 (10)	40 (11)	NS
Campbell, 2000 (26); [40]	NP Hygroscopique	42,3 (7,5) 41,7 (8,9)	40,1 (8,6)	NS
Girault, 2003 (11); [43]	Hygro/Hydro + PSV-7 cm H ₂ O Hygro/Hydro + PSV-15 cm H ₂ O	63,8 (20,3) 63,0 (18,8)	52,5 (11,3) 48,8 (12,8)	< 0,01

ECH : échangeur de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant; Hygro : hygroscopique; Hydro : hydrophobe; PSV : pression ventilatoire de support; PaCO₂ : pression partielle de dioxyde de carbone; mmHg : millimètre de mercure; NS : non statistiquement significatif; FM : filtre mécanique; ET : écart-type

Fréquence respiratoire

Les résultats de quatre études avec devis croisés [40, 45, 50, 58] où l'effet du type de dispositif d'humidification utilisé sur la fréquence respiratoire a été évalué sont présentés au tableau 17. Une augmentation statistiquement significative de la fréquence respiratoire

moyenne avec l'usage d'ECH a été rapportée dans deux études [40, 50]. Pelosi *et al.* (1996) ont également observé une élévation moyenne non significative de la fréquence respiratoire qui était plus marquée dans le groupe ECH avec espace mort faible, mais également avec l'usage d'un CHC dans ce même groupe [58]. L'étude d'Iotti *et al.* ne suggère pas de différence pour la fréquence respiratoire, et ce, peu importe le type d'ECH utilisé, comparativement au CHC [45].

TABLEAU 17. RÉSULTATS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR LES EFFETS DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC SUR LA FRÉQUENCE RESPIRATOIRE MOYENNE CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE SELON LE TYPE D'ECH

Auteur, année (n patients); réf.	Fréquence respiratoire en cycle/min moyenne (ET)			valeur p ECH vs CHC
	Type ECH	ECH	CHC	
Le Bourdelles, 1996 (15); [50]	Hygro/Hydro	21 (2)	19 (2)	< 0,05
Pelosi, 1996 (14); [58]	Hygro/Hydro + EM élevé	29,1 (11,5)	26,9 (11,1)	NS
	Hygro/Hydro + EM faible	34,0 (11,3)	33,1 (11,0)	
Iotti, 1997 (10); [45]	Hygrosopique	27 (6)	27 (6)	NS
	Hygrosopique + FM	26 (4)		
Campbell, 2000 (26); [40]	NP	27,7 (7,4)	22,1 (6,6)	< 0,05
	Hygrosopique	24,5 (6,9)		

ECH : échangeur de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant; EM : espace mort; Hygro : hygrosopique; hydro : hydrophobe; NS : non statistiquement significatif; min. : minute; FM : filtre mécanique; ET : écart-type

Volume courant

L'indicateur relié à la mesure du volume courant a été évalué dans cinq études originales avec un devis croisé dont les résultats sont présentés au tableau 18 [40, 43, 45, 50, 58]. À l'exception de l'étude de Girault *et al.* (2003), le volume courant moyen est généralement plus élevé avec l'usage des ECH comparativement aux CHC chez les patients d'un même groupe [43]. Une différence statistiquement significative a été rapportée dans l'étude de Campbell *et al.* (2000) [40] et celle d'Iotti *et al.* (1997) [45]. À noter que dans l'étude de Campbell *et al.*, le volume courant moyen était plus élevé uniquement avec l'ECH standard [40]. Les résultats de l'étude de Girault *et al.* ne suggèrent pas de différence de la valeur moyenne du volume courant entre l'usage d'un ECH mixte et un CHC, et ce, peu importe le niveau de pression ventilatoire de support étudié soit 7 cm H₂O versus 15 cm H₂O [43].

TABLEAU 18. RÉSULTATS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR LES EFFETS DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC SUR LE VOLUME COURANT MOYEN CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION INVASIVE SELON LE TYPE D'ECH

Auteur, année (n patients); réf.	Volume courant (mL) Moyenne (ET)			valeur p ECH vs CHC
	Type ECH	ECH	CHC	
Le Bourdelles, 1996 (15); [50]	Hygro/Hydro	470 (32)	458 (39)	NS
Pelosi, 1996 (14); [58]	Hygro/Hydro + EM élevé	560 (140)	490 (130)	NS
	Hygro/Hydro + EM faible	440 (120)	380 (120)	
Iotti, 1997 (10); [45]	Hygrosopique	423 (96)	398 (111)	< 0,05
	Hygrosopique+ FM	463 (98)		
Campbell, 2000 (26); [40]	NP	428 (67)	411 (61)	< 0,05 ¹
	Hygrosopique	400 (52)		
Girault, 2003 (11); [43]	Hygro/Hydro + PSV-7 cmH ₂ O	457 (143)	468 (143)	NS
	Hygro/Hydro + PSV-15 cmH ₂ O	516 (150)	516 (126)	

ECH 6 : échangeur de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant; Hygro : hygrosopique; Hydro : hydrophobe; EM : espace mort; FM : filtre mécanique; NS : non statistiquement significatif; PVS : pression ventilatoire de support; FM : filtre mécanique; ET : écart-type; NP : non précisé

¹ Comparaison ECH vs ECH hygrosopique

Synthèse et appréciation globale des études sur la ventilation invasive

L'efficacité des ECH et des CHC pour l'humidification des voies respiratoires sous VI a été évaluée dans 20 ECR [36-39, 41, 42, 44, 46-49, 51, 52, 54-57, 59-61] et six études croisées [40, 43, 45, 50, 53, 58]. Parmi l'ensemble des études retenues, sept suggèrent [38, 42, 47, 49, 54, 55, 60] une réduction de 10 à 66 % du taux de PAV avec l'usage des ECH chez les patients sous VI dont celle de Kirton *et al.* (1997) [47] où les résultats sont statistiquement significatifs. Les résultats des six autres études qui ne sont pas statistiquement significatifs indiquent plutôt une augmentation relative du taux de PAV avec les ECH qui, à l'exception de l'étude de Lorente *et al.* (2006) [51] (152 %), varie de 9 à 39 %. Les données disponibles provenant de quatorze études ne suggèrent pas de différence statistiquement significatives entre les ECH et les CHC quant au risque de mortalité toutes causes et de mortalité par pneumonie. Bien qu'il n'y ait pas de différences statistiquement significatives rapportées entre les ECH et les CHC pour les taux d'occlusions des sondes endotrachéales, la direction de l'effet est variable alors que quatre études n'ont pas observé de cas d'occlusion dans chacun des groupes, sept une augmentation du risque avec les ECH et trois autres une augmentation avec les CHC. Les autres résultats rapportés d'études avec un devis croisé suggèrent que l'un ou l'autre des dispositifs d'humidification des voies respiratoires a peu d'influence sur les indicateurs de mesures de la physiologie respiratoire (PaO₂, PaCO₂, volume courant, fréquence respiratoire).

Ces résultats doivent tout de même être interprétés en considérant les lacunes méthodologiques et autres éléments d'hétérogénéité dans les études retenues tel que rapportés notamment dans la revue systématique de la collaboration Cochrane par Gillies *et al.* [27].

- la méthode de randomisation des participants dans les groupes ECH et CHC n'était pas décrite dans 19 études ou inadéquate dans une autre;
- les techniques utilisées pour la dissimulation de l'assignation des participants dans les groupes ECH et CHC n'ont pas été rapportées dans 22 études alors qu'elles étaient inadéquates dans une autre;
- l'utilisation de méthodes pour s'assurer que les mesures ont été réalisées à l'insu des intervenants n'était pas décrite dans la majorité des études (n = 23);
- la faible taille d'échantillon (≤ 43 patients) dans près de la moitié des études soulève des enjeux de puissance statistique et de capacité à détecter une différence significative entre les groupes ECH et CHC pour les divers indicateurs d'effet mesurés dans ces études;
- une hétérogénéité notable a été observée dans plusieurs études :
 - ✓ les critères d'inclusion basés sur la durée de la ventilation étaient non précisés (n = 15), > 24 h (n = 2), < 48 h (n = 1), > 48 h (n = 5) ou ≥ 72 h (n = 3);
 - ✓ différentes définitions ont été utilisées pour la mortalité (toutes causes, aux soins intensifs, durant la ventilation mécanique; intra-hospitalière) de même que pour établir un diagnostic de PAV;
 - ✓ plusieurs types d'ECH étaient utilisés dans les études originales soit hydrophobes (n = 4), hygroscopiques (n = 17), hydrophobes/hygroscopiques (n = 3) ou non rapportés (n = 2);
 - ✓ la fréquence de changement des ECH était majoritairement aux 48 h (n = 14) ou aux 24 h (n = 10);
 - ✓ différents modèles de CHC étaient évalués soit des MR730, MR850, MR450 ou MR310. Quatre autres modèles ont également été utilisés dans les études alors que neuf n'ont pas précisé un modèle particulier.
- plusieurs des variables à l'étude et caractéristiques associées aux patients n'étaient pas adéquatement balancées entre les groupes ECH et CHC dans les études originales dont les impacts pourraient avoir introduit des biais dans les résultats rapportés :
 - ✓ Durée de séjour (DS) à l'hôpital et pour la prise d'antibiotiques [36] :
La DS était plus longue dans le groupe CHC qu'ECH (29 vs 9 jours), mais la durée médiane de ventilation était plus courte (161 vs 201 heures). La totalité des patients CHC ont reçu des antibiotiques tandis que 87,5 % dans le groupe ECH ont eu une antibiothérapie;
 - ✓ Durée de la ventilation [37] :
Les patients du groupe ECH ont été ventilés durant une période significativement plus courte que ceux du groupe CHC (6 vs 8 jours);
 - ✓ Fréquence des changements de circuits [44] :
Les changements de circuits ont été effectués aux 48 h dans le groupe CHC alors qu'ils étaient aux 7 jours dans le groupe ECH;

- ✓ Durée moyenne de séjour des patients du groupe CHC plus élevée que celle du groupe ECH [54] : Les participants du groupe CHC sont demeurés dans l'étude 14 jours comparativement à 10 jours pour ceux du groupe ECH;
- ✓ Comorbidités et valeurs de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ [49] : Les patients du groupe CHC avaient des valeurs de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ plus élevées et ils étaient cinq fois plus nombreux à être atteints du virus de l'immunodéficience humaine que dans le groupe ECH.

5.1.3.2 Ventilation non invasive

Description des études

Les effets des ECH sur plusieurs indicateurs de la fonction respiratoire ont été comparés à ceux des CHC dans quatre études avec devis croisés réalisées avec des patients sous ventilation non-invasive (VNI) [31, 32, 34, 35]. Un ECR sur le taux d'intubation sous VNI aux soins intensifs, selon le type de dispositifs d'humidification utilisé, a également été inclus [33]. Les principales caractéristiques de ces études sont présentées au tableau 19 alors que les dispositifs et les procédures d'humidification des voies respiratoires utilisés sont détaillés à l'annexe 8. Les quatre études croisées ont été réalisées en France [31, 32, 34, 35] et l'ECR dans quatre pays soit au Canada, en Italie, en Tunisie et en France [33]. Les études comptent entre 9 et 247 patients. L'âge moyen des sujets dans les études croisées varie de 59 à 66 ans comparativement à 71 ans dans l'ECR. La majorité de ces participants étaient sous traitement aux soins intensifs [31, 33-35]. Les ECH et les CHC évalués dans ces études étaient majoritairement de type Hygrobac [32-35] et de type MR850, respectivement [33-35]. Les principaux indicateurs évalués étaient liés à la fonction respiratoire et mesurés sur des périodes de 20 à 30 minutes.

TABLEAU 19. DESCRIPTION SOMMAIRE DES ÉTUDES ORIGINALES SUR L'ÉVALUATION DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC COMME DISPOSITIF D'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION NON-INVASIVE

	ECR (n = 1)	Études croisées (n = 4)
Nombre de patients inclus	247	9 à 81
Type d'unités de soins (n études)	SI	SI (3) ou NR (1)
Âge moyen en années	71	59 à 66
Durée de la ventilation, étendue	2 à 6 jours	20 à 30 minutes
Indicateurs mesurés (n études)	Taux d'intubation Mortalité PaCO ₂	PaCO ₂ (4) PaO ₂ (3) Fréquence respiratoire (3) Volume courant (2)

ECR : essai clinique randomisé; NR : non rapporté; PaO₂ : pression partielle d'oxygène; PaCO₂ : pression partielle de dioxyde de carbone; mmHg : millimètre de mercure; SI : soins intensifs;

Principaux résultats

Taux d'intubation

Le taux d'intubation sous VNI avec l'usage d'un dispositif d'humidification des voies respiratoires à l'aide d'un ECH (n = 128) ou d'un CHC (n = 119) a été évalué dans l'ECR de Lellouche *et al.* (2014) [33]. Les résultats indiquent un taux d'intubation de 36,9 % dans le groupe CHC et de 29,7 % dans le groupe ECH, mais la différence n'est pas statistiquement significative ($p = 0,28$). Il n'y avait pas non plus de différence quant aux taux d'intubation entre les groupes lors de l'analyse du sous-groupe des patients en acidose respiratoire (n = 143). Une sous-analyse effectuée avec les résultats des patients en hypoxémie (n = 104) suggéraient un taux plus élevé d'intubation dans le groupe CHC (41 vs 26 %), mais la différence n'est pas statistiquement significative ($p = 0,14$).

Mortalité

La mortalité hospitalière a été évaluée dans un ECR [33]. Le taux de mortalité hospitalière à 28 jours était de 26 % chez les patients du groupe CHC et de 22 % chez ceux du groupe ECH. La différence n'était pas statistiquement significative ($p = 0,46$). Il n'y avait pas non plus de différence pour les sous-groupes de patients souffrant d'une hypoxie ou d'une acidose respiratoire.

Indicateurs de la fonction respiratoire

PaCO₂

La PaCO₂ a été mesurée dans quatre études [31, 32, 34, 35]. Les résultats au tableau 20 montrent que l'usage de l'un ou l'autre des dispositifs d'humidification est associé à une diminution de la concentration moyenne de la PaCO₂ dans les trois études où une valeur initiale pré-intervention était disponible [31, 32, 34]. La différence n'est pas statistiquement significative dans deux d'entre-elles [32, 35]. La baisse moyenne rapportée du niveau de la PaCO₂ était généralement un peu plus prononcée dans le groupe CHC. Dans l'étude de Boyer *et al.* (2010), les auteurs ont rapporté une réduction statistiquement significative de la valeur moyenne de la PaCO₂ avec les ECH et les CHC autant dans le groupe avec *flex tube* que dans celui sans *flex tube* [31]. Des résultats similaires lors des analyses de sous-groupes des patients souffrant d'une hypercapnie, avec ou sans acidose respiratoire ou une hypoxie, ont été observés dans trois études [31, 32, 35]. Dans l'ECR de Lellouche *et al.* (2014), il n'y avait pas de différence entre les deux groupes, mais dans le sous-groupe des patients souffrant d'hypoxie, le niveau moyen de la PaCO₂ était supérieur avec l'usage des ECH comparativement aux CHC (42 % vs 37 %, $p = 0,04$) [33]. Les valeurs initiales pour chacun des groupes n'étaient toutefois pas rapportées dans cette étude.

TABEAU 20. RÉSULTATS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR LES EFFETS DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC SUR LE NIVEAU MOYEN DE LA PaCO₂ CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION NON-INVASIVE

Auteur, année (n patients); réf.	PaCO ₂ (mmHg), moyenne			valeur p ECH vs CHC
	Initiale	ECH	CHC	
Boyer, 2010 [31]				
avec <i>flex tube</i> (40)	57,8	52,5*	51,2*	NR
sans <i>flex tube</i> (10)	60,1	52,5*	52,8*	
Jaber, 2002 (24); [32]	46	43,4	40,8	< 0,001
Lellouche, 2002 (9); [34]				
ZEEP	60	60	57	NS
PEEP		59	57	NS
Lellouche, 2012 (81); [35]	NR	47 [†]	46 [†]	< 0,001

ZEEP: zero end-expiratory pressure; PEEP: positive end-expiratory pressure; NS: non statistiquement significatif; NR: non rapporté; ECH: échangeur de chaleur et d'humidité; CHC: circuit humidifiant chauffant; PaCO₂: pression partielle de dioxyde de carbone; mmHg: millimètre de mercure

[†] médiane

* $p < 0,01$ pour comparaison avec moyenne initiale

PaO₂

L'évaluation de la pression partielle en oxygène dans le sang en lien avec l'utilisation des ECH et CHC a fait l'objet de trois études [31, 34, 35] dont les résultats sont présentés au tableau 21. On constate que la valeur moyenne de la PaO₂ avec l'usage des ECH et des CHC augmente dans les deux groupes en comparaison avec le niveau de base mesuré [31, 34]. Toutefois, les résultats de l'étude de Boyer *et al.* (2010) [31] suggèrent un niveau moyen plus élevé de la PaO₂ avec les ECH qu'avec les CHC alors que dans les deux autres études, aucune différence entre les groupes n'a été observée [34, 35]. Deux études ne rapportent pas de différences pour des sous-groupes de patients souffrant d'hypercapnie, avec ou sans acidose ou hypoxie [31, 35].

TABEAU 21. RÉSULTATS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR LES EFFETS DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC SUR LE NIVEAU MOYEN DE LA PAO₂ CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION NON-INVASIVE

Auteur, année (n patients); réf.	PaO ₂ (mmHg), moyenne			valeur p ECH vs CHC
	Initiale	ECH	CHC	
Boyer, 2010 [31]				
avec <i>flex tube</i> (40)	71,5	130,9*	118,5*	NR
sans <i>flex tube</i> (10)	81,1	138,0	110,0	
Lellouche, 2002 (9); [34]				
ZEEP	64	74	74	NS
PEEP		74	73	NS
Lellouche, 2012 (81); [35]	NR	86 [†]	84 [†]	0,45

ZEEP: *zero end-expiratory pressure*; PEEP: *positive end-expiratory pressure*; NS: non statistiquement significatif; NR: non rapporté; ECH: échangeur de chaleur et d'humidité; CHC: circuit humidifiant chauffant; PaO₂: pression partielle d'oxygène; mmHg: millimètre de mercure

[†] médiane

* $p < 0,01$ pour comparaison avec moyenne initiale

Volume courant

Le tableau 22 montre les résultats des études originales portant sur la mesure du volume courant avec l'utilisation de dispositifs d'humidification chez des patients sous VNI [34, 35]. Aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre les deux types de dispositifs pour cet indicateur. Par rapport au niveau de base, on note dans l'étude de Lellouche *et al.* (2002) une amélioration du volume courant moyen tant dans le groupe ECH que CHC, et ce, avec ou sans l'ajout d'une pression positive à l'expiration [34]. Les différences n'atteignent pas cependant le niveau de signification statistique [34].

TABEAU 22. RÉSULTATS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR LES EFFETS DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC SUR LE VOLUME COURANT MOYEN CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION NON-INVASIVE

Auteur, année (n patients); réf.	Volume courant (ml), moyenne			valeur p ECH vs CHC
	Initiale	ECH	CHC	
Lellouche, 2002 (9); [34]				
ZEEP	406	582	502	NS
PEEP		472	485	NS
Lellouche, 2012 (81); [35]	NR	535 [†]	545 [†]	0,89

ZEEP: *zero end-expiratory pressure*; PEEP: *positive end-expiratory pressure*; NS: non statistiquement significatif; NR: non rapporté; ECH: échangeur de chaleur et d'humidité; CHC: circuit humidifiant chauffant; ml : millilitre

[†] médiane

Fréquence respiratoire

L'effet du type de dispositif d'humidification sur la fréquence respiratoire chez des patients sous VNI a également été investigué dans trois des études incluses [32, 34, 35]. Dans ces trois études, la fréquence respiratoire était en moyenne plus élevée avec l'utilisation d'un ECH [32, 34, 35], dont la différence avec les CHC était statistiquement significative dans deux de ces études (Tableau 23). Cette différence entre ECH et CHC pour la fréquence respiratoire moyenne a également été observée dans une analyse de sous-groupes des résultats chez les patients souffrant d'hypercapnie [32].

TABEAU 23. RÉSULTATS RAPPORTÉS DANS LES ÉTUDES ORIGINALES SUR LES EFFETS DES ECH COMPARATIVEMENT AUX CHC SUR LA FRÉQUENCE RESPIRATOIRE MOYENNE CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION NON-INVASIVE

Auteur, année (n patients); réf.	Fréquence respiratoire (respiration/min.), moyenne			valeur p ECH vs CHC
	Initiale	ECH	CHC	
Jaber, 2002 (24); [32]	NR	26,5	24,1	0,002
Lellouche, 2002 (9); [34]				
ZEEP	31	28	26	NS
PEEP		28	27	NS
Lellouche, 2012 (81); [35]	NR	27 [†]	24 [†]	< 0,001

ZEEP: zero end-expiratory pressure, PEEP: positive end-expiratory pressure; NS: non statistiquement significatif; NR: non rapporté; ECH: échangeur de chaleur et d'humidité; CHC: circuit humidifiant chauffant; min. : minute

[†] médiane

Synthèse et appréciation globale des études sur la ventilation non invasive

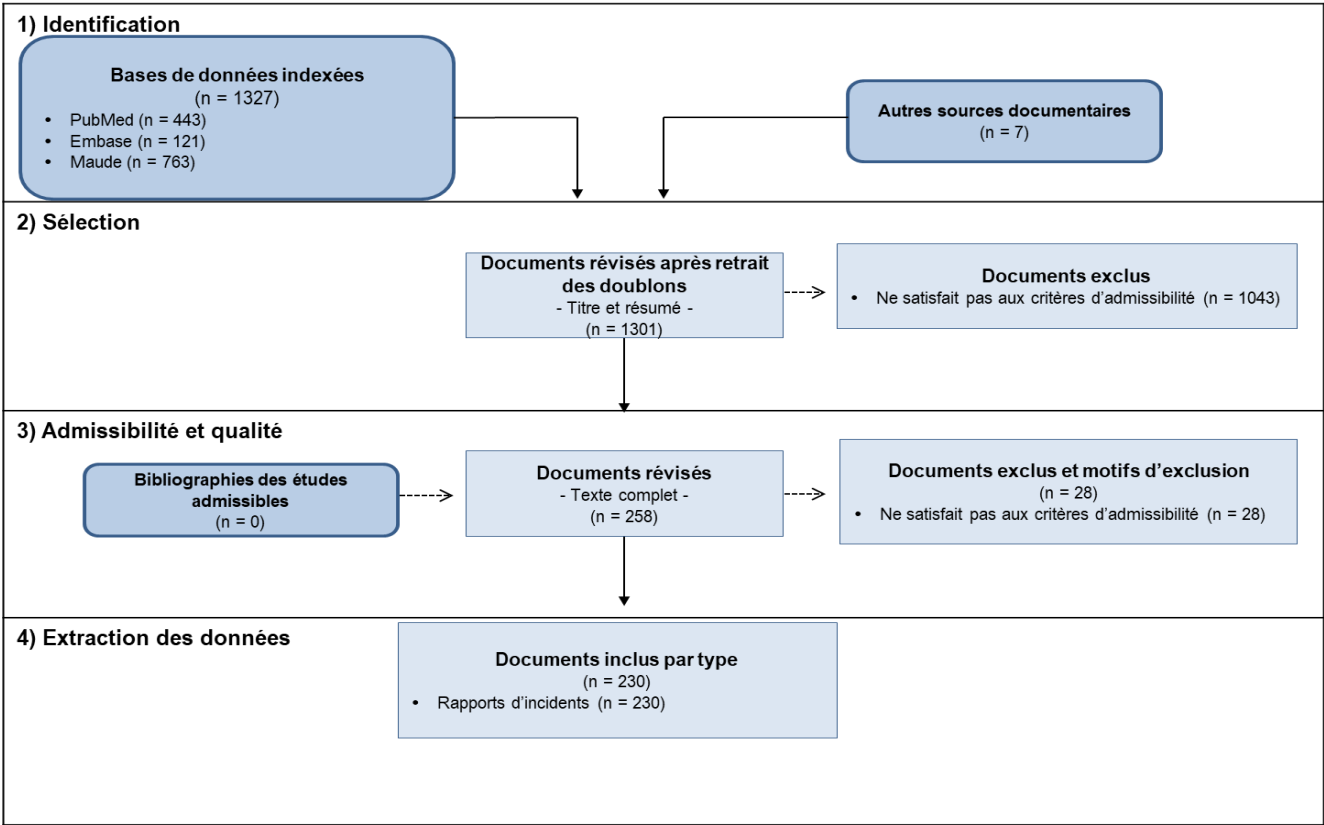
L'efficacité des dispositifs d'humidification des voies respiratoires chez les patients sous VNI a été évaluée à partir des données d'un ECR [33] et de quatre études croisées [31, 32, 34, 35]. Les résultats de l'ECR ne suggèrent pas de différence entre les ECH et les CHC sur le taux d'intubation des patients ni sur la mortalité intrahospitalière [33]. En ce qui a trait aux indicateurs de la fonction respiratoire, peu de différences ont été observées entre les types de dispositifs. Deux études suggèrent une augmentation possible de la PaCO₂ sous VNI avec l'usage des ECH [32, 35]. Des faiblesses au plan méthodologique et certains éléments d'hétérogénéité dans les études retenues limitent toutefois la portée de ces résultats. Les principales lacunes recensées sont :

- Le petit nombre de patients inclus dans l'ensemble de ces études [31, 32, 34, 35] qui limite la puissance statistique et par conséquent la capacité à détecter une différence de résultat significative entre les groupes notamment avec les faibles écarts observés;
- Le devis d'étude croisé pourrait avoir influencé les résultats observés selon l'ordre dans lequel sont introduits les dispositifs d'humidification à évaluer en particulier dans le cas présent où la durée de la ventilation avec chacun des dispositifs était de 30 minutes ou moins;
- les populations étudiées ne sont pas homogènes d'une étude à l'autre et incluaient des patients avec une hypercapnie [31, 32, 34], difficiles à sevrer de la VNI [31], avec une hypoxémie [31, 33, 35], ou encore en acidose respiratoire [33, 35];
- à l'exception de l'étude de Lellouche *et al.* (2012), les indicateurs évalués ont porté sur des paramètres de la fonction respiratoire plutôt que sur des résultats de santé tels que le taux de PAV [35];
- un court délai pour la prise de mesure entre les deux dispositifs d'humidification évalués chez un même patient alors que les indicateurs de la fonction respiratoire étaient mesurés durant les cinq dernières minutes d'une période sous VNI variant de 20 à 30 minutes [31, 32, 34, 35];
- les sources de financement n'étaient pas rapportées dans une étude [32] alors que certains auteurs avaient des liens ou avaient reçu une rémunération personnelle ou un financement de la part de l'industrie pour la réalisation de leur étude [31, 33-35].

5.2 Innocuité

La stratégie de recherche pour la recension des documents portant sur l'innocuité des ECH et des CHC pour l'humidification des voies respiratoires des patients ventilés mécaniquement a permis de répertorier 1 301 publications différentes. Après avoir effectué les étapes de sélection et d'évaluation, aucune étude originale sur les effets indésirables associés à l'utilisation des dispositifs d'humidification des voies respiratoires chez des patients sous ventilation mécanique n'a été répertoriée dans les bases de données indexées. Par ailleurs, 230 rapports d'incidents rédigés entre 2015 et 2020 provenant de la base de données MAUDE de la FDA ont été retenus. À noter qu'aucune étude ayant porté sur les indicateurs présentés au tableau 1 pour évaluer l'innocuité des dispositifs pour l'humidification des voies respiratoires n'a été retracée. La figure 9 présente le diagramme de sélection des documents. La liste des publications exclues ainsi que les raisons d'exclusion sont présentées à l'Annexe 4.

FIGURE 9. DIAGRAMME DE SÉLECTION DES DOCUMENTS PORTANT SUR L'INNOCUITÉ DES DISPOSITIFS D'HUMIDIFICATION



Dernière recherche effectuée le 5 juin 2020

Le tableau 24 montre la répartition des différents événements indésirables recensés selon le type de dispositif utilisé chez des adultes hospitalisés. En ce qui concerne les ECH en VI, peu d'événements ont été identifiés dans la base de données MAUDE, les principaux étant des cas de dysfonctionnement ou de condensation excessive du filtre. Quelques cas d'occlusions de la sonde d'intubation (n = 4) et un cas de désaturation en oxygène ont été associés à l'utilisation d'ECH.

La majorité des événements indésirables répertoriés avec l'humidification des voies respiratoires en VI dans la base de données MAUDE sont en lien avec l'utilisation d'un CHC (n = 201). Peu d'événements liés à l'usage d'un MR730 (n = 4) ont été identifiés et ceux-ci concernaient des défauts ou un problème avec le système d'alarme de l'appareil. Les MR850 comptent pour 39 % de l'ensemble des cas qui se résument à des problèmes de défauts (n = 28), d'alarmes (n = 19) ou de condensation (n = 29). Deux cas d'occlusions de la sonde d'intubation ont également été retracés dans la base de données MAUDE. Plusieurs problèmes de dysfonctionnements (n = 117) avec la chambre d'humidification MR290 ont aussi été identifiés dont la majorité consistait en des fuites au niveau de la base de la chambre. Des débordements de la chambre d'humidification associés au MR290 ont également été recensés en faible proportion. Dans l'ensemble des cas, aucune conséquence majeure pour la santé des patients n'a été rapportée.

TABLEAU 24. SYNTHÈSE DES RAPPORTS D'INCIDENTS RAPPORTÉS DANS LA BASE DE DONNÉES MAUDE RELIÉS À L'UTILISATION DE DISPOSITIFS D'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES CHEZ DES PATIENTS SOUS VENTILATION MÉCANIQUE INVASIVE POUR LA PÉRIODE DE 2015 AU 5 MAI 2020

Type d'événements rapportés	Fréquence			
ECH (n = 29)				
Dysfonctionnement	18			
Condensation excessive	6			
Occlusion de la sonde d'intubation	4			
Désaturation	1			
CHC (n = 201)	NP	MR730	MR850	MR290
	Fréquence			
Dysfonctionnement				
Fuite	-	-	-	73
Défectueux	1	3	28	31
Débordement de la chambre	-	-	-	13
Problème d'alarme	-	1	19	-
Condensation excessive	1	-	29	-
Occlusion tube endotrachéal	-	-	2	-
Totaux	2	4	78	117

NP : non précisé; ECH : échangeur de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant

Appréciation des données sur l'innocuité associée à l'utilisation des dispositifs d'humidification

Globalement, l'analyse des rapports d'incidents rapportés dans la base de données MAUDE de la FDA suggère que les principaux événements reliés à l'usage des dispositifs d'humidification avec la VI sont des dysfonctionnements et des problèmes de condensation excessive. Bien que les bris de matériel représentent une forte proportion des incidents recensés, deux cas d'occlusion du tube endotrachéal ont été identifiés. La consultation de la banque de données MAUDE comporte certaines limites à prendre en considération dans l'interprétation des résultats. En premier lieu, une sous-déclaration des événements est possible en raison du caractère volontaire de la déclaration des incidents. Ensuite, les données ne permettent pas d'établir une fréquence d'événements indésirables puisque le dénominateur, ici le nombre total d'événements indésirables associés à un dispositif d'humidification, est inconnu. De plus, l'absence d'une méthode standardisée pour rapporter les incidents de même que la description parfois succincte des cas d'événements indésirables rapportés et de leur contexte clinique ne permettent pas d'établir avec certitude un lien direct entre l'utilisation des dispositifs d'humidification et la survenue de ces événements.

5.3 Études en cours

Aucun protocole de revue systématique ou d'étude clinique portant sur l'efficacité et l'innocuité des dispositifs pour assurer l'humidification des voies respiratoires des patients sous ventilation mécanique n'a été recensé dans les bases de données dédiées à cette fin.

5.4 Contextualisation

5.4.1 Enquête auprès des inhalothérapeutes du CHU de Québec et d'autres centres hospitaliers universitaires au Québec

Dans le cadre du présent projet d'évaluation, une enquête a été réalisée afin de documenter les pratiques en inhalothérapie dans les établissements de santé universitaires du Québec au regard de l'usage des dispositifs d'humidification des voies respiratoires des patients sous ventilation mécanique. Les établissements sondés sont le CHU de Québec, l'Institut de cardiologie de Montréal (ICM), le Centre hospitalier universitaire de Montréal (CHUM), le Centre universitaire de santé McGill (CUSM), l'Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec (IUCPQ) et le Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Estrie – Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke (CIUSSS de l'Estrie-CHUS). À l'exception de l'ICM et du CUSM où les inhalothérapeutes ont été jointes par courriel, des entretiens téléphoniques semi-directifs ont été réalisés avec les autres participants entre les mois de septembre et décembre 2019. Le gabarit utilisé pour recueillir les informations recherchées auprès des répondants est présenté à l'annexe 6.

Description et caractéristiques des milieux de soins

Selon les répondants, l'utilisation de la ventilation mécanique est principalement observée avec les clientèles des secteurs d'activités suivants : traumatologie, neurologie, oncologie et cardiologie. Les grands brûlés, les patients en phase postopératoire, les transferts d'autres hôpitaux, les cas d'intoxication et les patients souffrant d'une maladie pulmonaire ont également été identifiés comme des clientèles pour qui la ventilation mécanique est utilisée. Le nombre de lits dans les unités de soins intensifs, de soins coronariens, de grands brûlés et le nombre de salle de réanimation dans les urgences, estimés par les répondants de chacun des hôpitaux participants, sont présentés au tableau 25. On retrouve également au tableau 25 une estimation du nombre de cas par semaine de patients placés sous VI ou VNI. Une majorité de répondants des hôpitaux ont rapporté ne pas avoir de protocoles standardisés pour encadrer l'usage des dispositifs médicaux destinés à l'humidification des voies respiratoires pour les patients qui requièrent une ventilation assistée. Selon l'ensemble des inhalothérapeutes qui ont participé à l'enquête, la pratique courante est d'effectuer une tournée des patients sous ventilation aux deux heures.

TABLEAU 25. ESTIMATION DU NOMBRE DE LITS PAR TYPE D'UNITÉS DE SOINS ET DE NOUVEAUX CAS DE PATIENTS SOUS VI ET VNI PAR SEMAINE DANS LES CENTRES HOSPITALIERS UNIVERSITAIRES DU QUÉBEC AYANT PARTICIPÉ À L'ENQUÊTE

Hôpitaux	Nombre de lits par type d'unités de soins				Nombre de nouveaux cas sous ventilation par semaine			
	Intensif		Coronarien	Autres	VI		VNI	
	Médicaux	Chirurgicaux			Médicaux	Chirurgicaux	Médicaux	Chirurgicaux
HEJ		24	8	UGB: 10 RÉA: 3	5-10		1-3	
HSFA		12	7	RÉA: 4	3		2-3	
L'HDQ		18	5	RÉA: 2	4-10		2	
CHUL ¹		8	4	RÉA: 4	2*		1*	
HSS		8		RÉA: 2	Très rare (4-5/an)		2-3	
CUSM		30	13	RÉA: 4	29		12-14	
CIUSSS-CHUS	16	14	18	RÉA: 4	NP		NP	
CHUM		66	20	UGB: 9 RÉA: 4	60		15-20	
IUCPQ	10	25	8	NP	2-3	> 10	NP	
ICM	5	26	21	NP	2-4	44	0-2	2-5

VI : ventilation invasive; VNI : ventilation non invasive; NP : non précisé; RÉA : salle de réanimation à l'urgence; UGB : unité de grands brûlés; L'HDQ : L'Hôtel-Dieu de Québec; HEJ : Hôpital de l'Enfant-Jésus; HSFA : Hôpital Saint-François d'Assise; IUCPQ : Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec; CHUM : Centre hospitalier de l'Université de Montréal; CUSM : Centre universitaire de santé McGill; ICM : Institut de cardiologie de Montréal; CIUSSS-CHUS : Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Estrie-Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke; HSS : Hôpital du Saint-Sacrement

¹adultes seulement

* Selon l'estimation mensuelle fournie par le répondant

Type de dispositif d'humidification des voies respiratoires

La décision quant au type de dispositif d'humidification des voies respiratoires à installer, lorsque la situation clinique requiert une ventilation assistée, est généralement sous la responsabilité des inhalothérapeutes dans les centres hospitaliers ayant participé à l'enquête. Globalement, les répondants ont indiqué faire usage d'ECH pour une majorité de patients, particulièrement lorsqu'une courte période d'intubation est prévue ou en période postopératoire (Tableau 26). Selon les données de l'enquête, les CHC seraient plutôt réservés pour les cas complexes (p. ex. : SDRA, grands brûlés, pneumonie sévère), les intubations de longue durée, les cas difficiles de sevrage du ventilateur ou encore pour les patients ayant des sécrétions abondantes. À l'exception des patients en période postopératoire, le mode d'humidification privilégié en première intention au CHUM pour la ventilation invasive est le CHC. Au CIUSSS-CHUS, en plus des conditions médicales énumérées précédemment, il a été rapporté que les CHC étaient également utilisés pour

certaines pathologies spécifiques telles que l'asthme, la MPOC exacerbée, la fibrose pulmonaire et kystique, l'emphysème et les hémorragies alvéolaires.

TABLEAU 26. PRINCIPALES RAISONS RAPPORTÉES PAR LES INHALOTHÉRAPEUTES AYANT PARTICIPÉ À L'ENQUÊTE POUR APPUYER LE CHOIX D'UN DISPOSITIF D'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES

Raisons rapportées	L'HDQ	HEJ	HSFA	CHUL	IUCPQ	CHUM	CUSM	ICM	CIUSSS-CHUS
ECH									
Majorité des patients		✓	✓				✓	✓	✓
Intubation à court terme				✓	✓				
Postopératoire	✓			✓		✓			
CHC									
Sécrétions abondantes	✓	✓		✓			✓	✓	
Intubation prolongée	✓		✓	✓			✓	✓	
Sevrage difficile	✓				✓				
SDRA				✓	✓				✓
Cas complexes					✓			✓	
Médication avec nébuliseur						✓		✓	✓
Pneumonie sévère		✓							✓
Grands brûlés		✓				✓			

SDRA : syndrome de détresse respiratoire aigu; MPOC : maladie pulmonaire obstructive chronique; ECH : échangeur de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant; L'HDQ : L'Hôtel-Dieu de Québec; HEJ : Hôpital de l'Enfant-Jésus; HSFA : Hôpital Saint-François d'Assise; IUCPQ : Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec; CHUM : Centre hospitalier de l'Université de Montréal; CUSM : Centre universitaire de santé McGill; ICM : Institut de cardiologie de Montréal; CIUSSS-CHUS : Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Estrie-Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke; HSS : Hôpital du Saint-Sacrement

Paramètres reliés à l'utilisation des dispositifs dans les établissements

L'enquête indique que la fréquence de remplacement des ECH n'est pas uniforme entre les différents hôpitaux sondés. Au CHU de Québec, les ECH sont remplacés au besoin ou lorsqu'ils sont souillés. Dans les autres établissements universitaires, les ECH sont changés aux deux jours au CUSM, aux trois jours à l'IUCPQ et à l'ICM alors qu'au CIUSSS-CHUS la période peut s'étendre jusqu'à sept jours. Une procédure relative au remplacement des CHC et des ECH a été rapportée à l'IUCPQ. Au CIUSSS-CHUS, de telles directives à cet effet sont consignées dans un aide-mémoire interne. Deux inhalothérapeutes ont mentionné qu'au-delà d'un délai prédéterminé correspondant à une période maximale d'utilisation des ECH, elles procédaient à un changement du type de dispositif d'humidification dans leur hôpital. Au CHUS, la directive prévoit qu'un circuit ventilatoire non-chauffant devra obligatoirement être remplacé après sept jours d'utilisation par un circuit ventilatoire avec système d'humidification chauffant. Une procédure similaire est appliquée après huit jours au CUSM sans toutefois être consignée dans une procédure ou un aide-mémoire. Outre l'IUCPQ, tous les hôpitaux mentionnent utiliser des filtres expiratoires sur leurs circuits ventilatoires comme moyen de protection du respirateur contre les contaminants. Ces filtres sont remplacés à différentes fréquences selon l'hôpital concerné. Au CIUSSS-CHUS et au CHUM, les changements de filtres s'opèrent quotidiennement alors qu'au CUSM la fréquence est aux sept jours. Les filtres expiratoires sont remplacés au besoin selon les répondants au CHU de Québec et à l'ICM.

Principaux avantages et inconvénients rapportés avec les dispositifs d'humidification des voies respiratoires

Les répondants à l'enquête ont été questionnés quant à leur perception des avantages et inconvénients associés à l'utilisation des ECH et des CHC. En ce qui concerne les ECH, la grande majorité a mentionné la facilité à utiliser ce dispositif, le faible coût, une plus

faible condensation dans le circuit ventilatoire et également un besoin moindre en surveillance. Le principal désavantage fréquemment rapporté avec les ECH est l'augmentation de l'espace mort qui varie selon le type de dispositif utilisé. Ce facteur pourrait être problématique dans certaines situations en particulier avec un faible volume courant. Une augmentation de la pression intracrânienne associée à l'augmentation de l'espace mort des ECH pourrait également survenir dans les cas de traumatismes neurologiques. Selon des répondants, l'humidification des voies respiratoires avec certains types d'ECH pourrait être sous-optimale par rapport au niveau d'humidification souhaité. La fréquence de changement des dispositifs lorsque souillés est également un autre inconvénient rapporté qui peut en présence de sécrétions abondantes être à l'origine de dérecrutement alvéolaire. Les sécrétions abondantes réduisent en effet grandement l'efficacité des ECH qui en plus nuit au travail respiratoire par une augmentation de la résistance. Selon les répondants, les ECH ne peuvent pas être utilisés si un patient reçoit un médicament par aérosol ou nébuliseur.

Les CHC sont perçus par certains inhalothérapeutes comme le dispositif idéal puisque ce mode d'humidification serait plus près de celui de la respiration normale en permettant d'évacuer plus facilement le CO₂ et d'atteindre plus rapidement le niveau de la température corporelle. De plus, l'utilisation des CHC favoriserait la fluidification des sécrétions, diminuerait l'espace mort dans le circuit respiratoire et représenterait une option à privilégier pour les patients dont le sevrage du respirateur est difficile. L'utilisation des CHC comme dispositif d'humidification des voies respiratoires requièrent plus de manipulations et de gestion (déchets, surveillance) par le personnel tant au moment de l'installation que lors d'un changement de modalité. Les coûts reliés à l'utilisation de ce type de dispositif seraient également plus élevés. Certains répondants ont d'ailleurs souligné que deux inhalothérapeutes étaient nécessaires pour effectuer un passage d'un ECH à un CHC. La production substantielle de déchets a également été rapportée comme un autre désavantage, de même que l'eau utilisée dans l'humidificateur qui est un milieu propice à la prolifération microbienne. Des problèmes de condensation excessive ont également été notés dépendant du positionnement de l'humidificateur par rapport au patient ainsi qu'en fonction de la ventilation et de la direction de l'aération dans la pièce. Enfin, l'ajout d'un capnographe non protégé sur le circuit respiratoire pourrait augmenter le risque de contamination et occasionner un changement de circuit.

5.4.2 Collecte de données prospective sur l'usage des dispositifs d'humidification des voies respiratoires au CHU de Québec

Les données colligées pendant une période de six semaines par les inhalothérapeutes à l'HEJ, à l'HSFA, au CHUL et à L'HDQ ont porté sur 59 patients ayant nécessité un support ventilatoire. Deux dossiers d'enfants qui ne répondaient pas à un des critères d'inclusion (population adulte) ont été exclus de l'analyse. Ainsi, 57 patients dont la condition clinique nécessitait une ventilation mécanique invasive ou non invasive ont été inclus dans l'analyse soit 19 à l'HEJ, 7 au CHUL, 16 à l'HSFA et 15 à L'HDQ. Les données recueillies par les inhalothérapeutes ont été complétées avec les informations du dossier patient électronique (DPE).

Caractéristiques des patients et du type de ventilation assistée des milieux de soins

L'analyse porte sur 57 patients, soit 31 hommes et 24 femmes en moyenne âgés de 56,9 ans (étendue : 19 à 93 ans). Les numéros de dossiers chez deux patients n'ayant pas été colligés par les intervenants lors de la collecte de données, les informations disponibles n'ont pas pu être validées dans le DPE. La moitié des patients avaient des antécédents de problèmes cardiaques alors qu'environ le tiers d'entre eux étaient des fumeurs réguliers (32 %) ou étaient diabétiques (30 %).

Près du deux tiers des patients (n = 37) ont été pris en charge aux soins intensifs, 27 % à l'urgence (n = 15), 4 % dans une unité de soins coronariens (n = 2) et 4 % à l'unité des grands brûlés (n = 2). Le recours à l'intubation n'a pas été nécessaire initialement pour le tiers des patients (n = 18) chez qui un support ventilatoire non invasif a été privilégié. Pendant la même période où s'est déroulée la collecte d'information, une majorité de patients (68 %, n = 38) ont eu besoin d'assistance respiratoire par le biais de la ventilation invasive. On remarque également que quatre (7 %) des patients initialement sous VNI ont dû être intubés ultérieurement. La durée de la ventilation assistée était inférieure à 24 heures dans 32 % (n = 18) des cas ou moins de 48 heures chez 59 % (n = 33) alors que pour 30% (n = 17) des patients elle s'est échelonnée sur plus de 72 heures.

Dispositifs d'humidification des voies respiratoires

Un ECH a été installé en première intention dans 79 % (33/42) des cas qui initialement nécessitaient le recours à une VI. Les données recueillies pendant la période étudiée suggèrent une fréquence plus élevée d'utilisation en première intention des ECH à l'HEJ (84 %; 16/19) et à l'HSFA (100 %; 9/9). L'usage des CHC en première intention comme dispositif d'humidification des voies respiratoires a été rapporté chez 21 % (9/42) des patients avec une fréquence plus élevée à L'HDQ (50 %; 5/5). Parmi les quatre patients initialement sous VNI qui ont été transférés en VI, l'usage d'un CHC a été privilégié chez trois d'entre eux et un ECH pour le quatrième. La majorité des patients (13/15) ayant été placés initialement sous VNI n'avait pas de dispositifs d'humidification. Le dispositif d'humidification utilisé en VNI était un CHC dans un cas et non spécifié dans le second cas.

TABLEAU 27. NOMBRE DE CAS SOUS VENTILATION INVASIVE ET NON INVASIVE PAR HÔPITAL SELON LE TYPE DE DISPOSITIFS D'HUMIDIFICATION DES VOIES RESPIRATOIRES UTILISÉ PENDANT LA PÉRIODE DU 9 OCTOBRE AU 15 NOVEMBRE 2019 AU CHU DE QUÉBEC

Hôpital	VI		VNI	VNI → VI	
	ECH	CHC		ECH	CHC
Total	33	9	15 ¹	4	
CHUL	3	1	3	-	1
HEJ	16	3	0	0	
L'HDQ	5	5	5	-	1
HSFA	9	0	7	1	1

ECH : échangeur de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant; VI : ventilation invasive; VNI : ventilation non invasive; L'HDQ : L'Hôtel-Dieu de Québec; HEJ : Hôpital de l'Enfant-Jésus; HSFA : Hôpital Saint-François d'Assise;

¹ Patients sans humidification des voies respiratoires (n = 13), patients avec humidification des voies respiratoires (n = 2). Un CHC utilisé tandis que l'autre modalité n'était pas rapportée.

5.4.2.1 Limites des données

Cette collecte d'information a permis de mieux documenter les pratiques en cours au CHU de Québec reliées à l'utilisation des ECH et des CHC comme méthode d'humidification des voies respiratoires avec la ventilation invasive et non invasive. Toutefois, il n'est pas possible de déterminer dans quelle mesure les patients ciblés pendant la période à l'étude reflètent bien les pratiques en cours au CHU de Québec en matière d'usage des dispositifs d'humidification en VI et VNI, notamment en raison de la période de collecte qui s'est échelonnée sur six semaines. Le taux observé de patients ventilés pendant une période de moins de 48 heures (59 %) pourrait également être surestimé selon l'expérience des membres du groupe de travail qui situe cette proportion autour de 50 %. Enfin, la qualité et la validité de l'information dans le cas d'une collecte rétrospective, qui était également le cas ici, sont tributaires de l'exactitude et du niveau de détail des données qui sont colligées aux dossiers des patients par les intervenants. Dans le cas présent, l'information disponible pour décrire le contexte et les conditions dans lesquelles les dispositifs d'humidification des voies respiratoires ont été utilisés en VI et VNI était rapportée de manière non standardisée et peu détaillée. Ainsi, il n'a pas été possible de contrôler l'effet de ces variations lors de l'analyse des résultats.

5.4.3 Données de consommation et de coûts associés à l'usage des dispositifs d'humidification des voies respiratoires au CHU de Québec

5.4.3.1 Données de consommation, coûts unitaires et totaux

Le tableau 28 présente le nombre de dispositifs d'humidification des voies respiratoires consommés au CHU de Québec pour les années financières 2018-2019 et 2019-2020. Le modèle d'ECH utilisé au CHU de Québec est l'Hygrobac S de la compagnie Medtronic alors que pour le CHC, il s'agit majoritairement du modèle MR850 et à l'occasion du MR730 de la compagnie Fisher & Paykel Healthcare. Le prix unitaire de l'Hygrobac S est de 2,75 \$. Au total, 4173 ECH ont été achetés durant l'année financière 2019-2020, soit une augmentation de 12 % par rapport à l'année 2018-2019. L'utilisation des ECH nécessite un circuit ventilatoire jetable au coût de 10,79 \$ l'unité. Les coûts pour cette pièce d'équipement sont restés stables pour les deux années de référence.

Les CHC s'utilisent avec le circuit RT380 en VI et le circuit RT219 en VNI. Le coût unitaire de ces deux circuits est respectivement 46,91 \$ et 37,52 \$. En 2019-2020, 540 RT380 et 45 RT219 ont été utilisés, une diminution de 7 % et 55 % respectivement par rapport à l'année 2018-2019. Outre la tubulure, les dispositifs RT219 et RT380 s'accompagnent d'une chambre d'humidification MR290 et dans le cas du RT380 uniquement, un filtre expiratoire RT019 est également inclus. Au CHU de Québec, le filtre RT019 (peut être installé sur la branche inspiratoire ou expiratoire) est placé sur la portion expiratoire du circuit au moment d'initier un traitement avec un CHC. Le filtre RT019 est remplacé aux 24h, tel que recommandé par le fabricant, par un filtre RT020 pouvant exclusivement être installé sur la branche expiratoire du circuit. Les filtres RT020 ont un coût unitaire de 4,49 \$. Au total, 1700 RT020 ont été achetés durant l'année financière 2019-2020, soit une augmentation de 23 % par rapport à l'année 2018-2019.

TABEAU 28. NOMBRE D'ECH, DE CIRCUITS VENTILATOIRE ET DE FILTRES EXPIRATOIRES CONSOMMÉS AU CHU DE QUÉBEC POUR LES ANNÉES FINANCIÈRES 2018-2019 ET 2019-2020

Items	2018-2019			2019-2020	
	Coût unitaire	n	Coût total (\$)	n	Coût total (\$)
ECH (Hygrobac S)	2,75	3 722	11 421,73	4 173	11 511,13
Circuit ventilatoire jetable	10,79	579	6 130,80	580	6 257,73
CHC					
Circuit VNI (RT219)	37,52	100	3 734,74	45	1 688,36
Circuit VI (RT380)	46,91	579	28 246,17	540	25 329,27
Filtre expiratoire (RT020)	4,49	1380	6 198,58	1700	7 635,95

VI : ventilation invasive; VNI : ventilation non invasive

5.4.3.2 Estimation des coûts reliés à l'utilisation des dispositifs d'humidification

Une estimation des coûts engendrés par l'usage de l'un ou l'autre des dispositifs d'humidification des voies respiratoires lors de la prise en charge d'un adulte sous ventilation mécanique a été réalisée en excluant les coûts reliés à la main d'œuvre et à l'amortissement des appareils MR850 et MR730 utilisés pour un CHC.

Un premier scénario de comparaison des coûts reliés à l'usage des ECH et des CHC a été établi pour une période de 48 heures sous ventilation invasive en s'appuyant sur les données de l'enquête recueillies au CHU de Québec (59 % des patients sous ventilation mécanique pour moins de 48 heures). Les coûts estimés ne prévoient pas le remplacement quotidien du filtre expiratoire, selon les recommandations du fabricant, puisque la branche expiratoire du circuit respiratoire est protégée lors de l'usage d'un ECH. L'humidification des voies respiratoire à l'aide d'un ECH implique l'usage d'un filtre Hygrobac S, au coût de 2,75 \$, installé sur un circuit ventilatoire jetable au coût de 10,79 \$ (qui inclut un filtre expiratoire), pour un coût total au moment d'initier la ventilation mécanique de 13,54 \$. En prévoyant un maximum de trois filtres à remplacer pendant une période de 48 heures, le coût total estimé à l'usage d'un ECH s'élève à 19,04 \$. Pour les CHC, ce dispositif d'humidification des voies respiratoires nécessite en premier lieu l'installation d'un circuit RT380 au coût de 46,30 \$ et d'un filtre expiratoire inclus avec la tubulure. À ce montant s'ajoute les coûts reliés au remplacement quotidien du filtre expiratoire au coût unitaire de 4,49 \$ (filtre RT020). Ainsi les coûts estimés pour l'utilisation d'un CHC sur une période de 48 heures s'élèvent à 55,28 \$ soit un montant presque trois fois plus élevé comparativement à celui d'un ECH.

Un deuxième scénario a été choisi pour comparer les coûts de ces dispositifs d'humidification des voies respiratoires lors d'un usage prolongé en ventilation invasive soit sur une période de sept jours. Les hypothèses prévoyaient un remplacement quotidien du filtre expiratoire avec les CHC, pour un total de sept unités (31,43 \$), et de l'Hygrobac S avec l'ECH, pour un total de huit unités (22 \$). Les coûts estimés pour une période de sept jours s'élèveraient à 32,79 \$ avec l'usage d'un ECH et à 77,73 \$ avec un CHC. Dans l'hypothèse où le remplacement de l'Hygrobac S ne s'avèrerait pas nécessaire durant la période de sept jours, le coût total avec un ECH s'élèverait à 13,54 \$.

5.4.3.3 Coûts associés aux bris des CHC de type MR850

Une estimation des coûts associés à l'entretien et à la réparation des humidificateurs MR850 a été effectuée à partir des données recueillies par le Service de technologies biomédicales du CHU de Québec. Le nombre actuel d'appareils MR850 dont dispose le CHU de Québec est de 122. La répartition des appareils par hôpital est de 27 à l'HEJ, 62 au CHUL et de 13 à L'HDQ. Aucune donnée n'a été recueillie pour l'HSFA et l'HSS qui possèdent respectivement 12 et 8 appareils. Le coût moyen d'acquisition d'un humidificateur MR850 est de 2 039 \$. Aucune réparation n'a été réalisée sur ce type d'appareil à l'HEJ depuis 2012, alors que 117 entretiens ont été effectués pour le CHUL et 28 pour L'HDQ. Parmi les appareils en usage au CHUL, plusieurs sont dédiés à la pédiatrie et à la néonatalogie. Les coûts d'entretien au CHUL s'élèvent à 29 025 \$ depuis 2012, pour un coût moyen annuel de 3 628 \$ (58,52 \$/appareil). À L'HDQ, les coûts rapportés couvrent la période de 2015 à 2019 pour un total de 8 000 \$ avec un coût annuel moyen de 1 600 \$ (123,10 \$/appareil).

6. DISCUSSION

L'objectif du présent rapport était de réviser les pratiques de prise en charge de l'humidification des voies respiratoires des adultes sous ventilation mécanique au CHU de Québec-Université Laval et de déterminer quel type de dispositif devrait être privilégié lors de la ventilation invasive et non invasive. L'appréciation de l'ensemble des informations issues de la recherche documentaire, des échanges avec le groupe de travail interdisciplinaire et de l'enquête de pratique menée au CHU de Québec et auprès d'autres établissements universitaires du Québec a conduit aux constats suivants.

6.1 Les preuves disponibles sur l'efficacité et la sécurité des dispositifs d'humidification des voies respiratoires en ventilation mécanique invasive ne permettent pas de conclure en faveur des ECH ou des CHC

L'utilisation des ECH et des CHC remonte au début de la ventilation mécanique moderne et ces dispositifs demeurent à ce jour les principales méthodes d'humidification des voies respiratoires [13]. Plusieurs auteurs avancent que le pouvoir humidifiant des CHC serait supérieur à celui des ECH qui en plus causent une augmentation de l'espace mort qui limite l'évacuation du CO₂ et du travail respiratoire [5, 71, 73, 74]. Toutefois, la révision des données probantes portant sur les dispositifs d'humidification en ventilation invasive tant pour l'efficacité à prévenir les complications respiratoires que pour l'innocuité ne conduit pas à un constat de supériorité, d'équivalence ou d'infériorité des ECH par rapport aux CHC.

L'analyse a été effectuée à partir de cinq guides de pratiques cliniques [22-26] et quatre revues systématiques [27-30] incluant 26 études originales [36-61] sur l'efficacité des ECH et des CHC qui correspondaient aux critères établis *a priori* (tableau 1) pour la réalisation du présent rapport. L'humidification des voies respiratoires demeure une pratique incontournable lors de la prise en charge des patients sous ventilation invasive tel que souligné dans les guides de pratique. Néanmoins, bien qu'elle soit recommandée pour tous les patients [25], le choix du type de dispositif d'humidification n'est pas indiqué dans trois guides [22, 23, 25] alors que les auteurs de deux autres guides mentionnent ne pas avoir été en mesure de déterminer quel dispositif serait à privilégier entre le CHC et l'ECH [24, 26]. Les principaux résultats issus des méta-analyses et des études originales ne suggèrent pas de différence entre les ECH et les CHC en ce qui concerne le taux de PAV et le risque de mortalité (toutes causes, aux soins intensifs, durant la ventilation mécanique; intra-hospitalière). La direction de l'effet concernant le risque d'occlusion des sondes endotrachéales dans les études originales penche tantôt en faveur des ECH, tantôt des CHC avec quatre études où aucun évènement n'a été observé dans l'un ou l'autre des groupes, trois qui indiquent une augmentation du risque avec les CHC et sept un risque accru avec l'usage des ECH. Dans tous les cas, les différences observées n'étaient pas statistiquement significatives avec peu de précisions autour de la mesure d'effet, tel qu'indiqué par de larges étendues des intervalles de confiance à 95%. Par ailleurs, bien que les résultats ne suggèrent pas de différence entre les deux types de dispositifs, le peu de données disponibles ne permet pas de tirer de conclusion quant à la différence de complications respiratoires rapportées entre les ECH et les CHC, soit les atelectasies, les aspirations trachéales, l'hypoxie, l'hypercapnie et les pneumothorax. Il en est de même pour l'évaluation des paramètres physiologiques et de la fonction respiratoire avec l'usage des dispositifs d'humidification alors que la plupart des résultats étaient non significatifs. De plus, la mesure de ces indicateurs soulève un questionnement quant à la signification clinique des variations observées et de leur valeur ajoutée dans le choix du type de dispositif d'humidification des voies respiratoires.

Peu de données sont disponibles pour évaluer l'innocuité des dispositifs d'humidification lors de la ventilation invasive. L'analyse des données issues de la base de données MAUDE de la FDA indique que les principaux évènements indésirables associés à l'usage des dispositifs d'humidification rapportés sont principalement des bris mécaniques liés au matériel. En effet, près des deux tiers (62 %) des rapports d'incidents sur l'utilisation d'un ECH concernaient un dysfonctionnement et plus de 80 % des cas répertoriés avec l'utilisation d'un CHC un défaut du système d'alarme ou de la chambre d'humidification ayant causé des fuites ou des débordements. La majorité du temps, ces incidents ont cependant été sans conséquence clinique pour les patients. Toutefois, quelques cas de condensation excessive du circuit respiratoire et d'occlusions ont été observés avec chacun des types de dispositifs. Parmi ceux-ci, des cas de désaturations rapidement maîtrisés sont parfois survenus à la suite de ces dysfonctionnements. Malgré un nombre d'évènements indésirables en apparence limité, il demeure important de rappeler que ces derniers pourraient être sous-déclarés puisque la plupart des cas n'ont pas mené à des conséquences majeures pour les patients. L'utilisation concomitante d'un ECH avec un CHC est un autre enjeu à souligner au plan de la sécurité des patients. Bien que cette pratique n'ait été rapportée par aucun répondant dans l'enquête, l'usage simultané des deux dispositifs par inadvertance serait particulièrement dangereux [13]. Dans une étude expérimentale où les deux types de dispositifs d'humidification étaient utilisés simultanément, des occlusions de la sonde d'intubation ont été observées dans l'ensemble des circuits après 17 à 24 heures d'utilisation combinée des deux dispositifs

[18]. Globalement, les informations recueillies semblent indiquer que peu d'effets indésirables ont été observés à la suite de l'utilisation d'ECH ou de CHC. Néanmoins, les données ne permettent pas de déterminer si l'un ou l'autre des dispositifs d'humidification est associé à un risque accru, équivalent ou inférieur d'événements indésirables.

L'interprétation de ces résultats doit prendre en considération la qualité des données disponibles. En premier lieu, il convient de rappeler que le processus d'élaboration des recommandations de même que les méthodes utilisées pour effectuer la recherche documentaire ne sont pas précisés dans certains des guides de pratique [25, 26]. En ce qui concerne les études originales, une grande majorité des auteurs des ECR n'ont pas rapporté le processus de randomisation propre à ce type de devis. Au plan méthodologique, on note également de l'hétérogénéité dans les définitions et la mesure des indicateurs entre les études. Par exemple, le délai nécessaire après l'admission aux soins intensifs pour définir un cas de PAV était non défini dans certaines études et des pneumonies acquises avant l'intubation pourraient également avoir été incluses dans d'autres. Un manque d'uniformité au regard de certaines caractéristiques des patients et des dispositifs d'humidification a aussi été noté. Bien qu'une majorité de patients dans les populations étudiées provienne d'unités de soins intensifs, certaines étaient réalisées auprès de patients en phase postopératoire ou pour l'ensemble des patients sous ventilation hospitalisés sur diverses unités. À cela s'ajoutent plusieurs caractéristiques qui n'étaient pas équilibrées entre les groupes de patients traités avec l'un ou l'autre des dispositifs d'humidification. À titre d'exemple, la période de temps sous ventilation mécanique n'était pas précisée parmi les critères d'inclusion dans une majorité d'études alors qu'une durée moyenne plus élevée a été rapportée dans le groupe CHC pour certaines études. La fréquence de changements des ECH n'était pas uniforme et pouvait varier aux 24 ou 48 heures selon les différentes études. De plus, la multitude de types de CHC et d'ECH testés ajoute également de l'incertitude à l'interprétation des présents résultats en raison des impacts possibles sur le niveau d'humidification. Le niveau minimal d'humidité absolue attendue avec un ECH s'établit à 30 mg H₂O/L et pour un CHC entre 33 et 44 mg H₂O/L [25]. Les résultats d'une évaluation expérimentale indépendante sur les performances d'humidification de 50 modèles d'ECH suggèrent des résultats sous-optimaux quant au niveau d'humidité absolue minimale et des différences parfois importantes en comparaison avec les données fournies par les fabricants [75]. Il s'agit d'un facteur important à considérer dans les études puisqu'une augmentation du risque d'occlusion de la sonde d'intubation est associée aux dispositifs d'humidification qui sous-performent [13]. Des réductions de la performance d'humidification des CHC ont également été rapportées en lien par exemple avec leur plus grande sensibilité à la température ambiante [13]. La présente analyse suggère que la qualité des données disponibles est généralement faible, questionnant la validité des résultats sur l'efficacité des ECH et des CHC, mais également l'agrégation de ces résultats dans les méta-analyses. Enfin, il importe d'ajouter à la liste de ces limites l'implication financière du fabricant qui n'était pas rapportée dans la majorité des articles (n = 19) alors que tous les auteurs déclaraient des liens avec l'industrie dans les autres publications.

En résumé, en dépit du nombre élevé d'études disponibles pour comparer l'efficacité des dispositifs d'humidification utilisés chez les patients sous ventilation invasive, l'incertitude demeure à savoir si au plan clinique les ECH représentent un meilleur choix que les CHC. Quant à l'innocuité des ECH et des CHC, peu d'événements sont rapportés, mais le niveau d'incertitude associé aux résultats ne permet pas d'établir l'équivalence, l'infériorité ou la supériorité de l'un ou l'autre des dispositifs d'humidification. Enfin, considérant que les derniers ECR sur le sujet ont été menés il y a déjà plus de dix ans et qu'il n'y a pas de nouveau ECR en cours, il ne faut pas s'attendre au développement prochain de nouvelles connaissances pour trancher la question entre les ECH et les CHC.

6.2 L'humidification des voies respiratoires en ventilation non invasive: des preuves limitées pour établir les indications et les conditions d'utilisation

Contrairement à la ventilation invasive, le recours à un dispositif pour humidifier les gaz délivrés en VNI ne serait pas requis en tout temps [13]. Néanmoins, la ventilation non invasive comporte des particularités par rapport à la respiration normale qui se caractérise par des débits respiratoires plus élevés, accompagnés de gaz plus secs que l'air ambiant [13]. Toutefois, le niveau d'humidification optimal pour les patients qui nécessitent une ventilation non invasive ne semble pas être connu [13]. L'humidification des voies respiratoires en VNI serait à considérer lorsque par exemple un ventilateur à turbine est utilisé (FiO₂ supérieure à 50 %) ou bien si le patient se plaint de sécheresse des muqueuses [13]. À cet effet, l'AARC suggère dans son guide de pratique d'avoir recours à l'humidification avec la ventilation non invasive dans une optique d'amélioration du confort des patients de même que pour favoriser l'observance au traitement [25]. Toutefois, une autre société savante répertoriée dans le cadre du présent rapport ne recommande pas de routine l'usage d'un dispositif d'humidification chez les patients qui requièrent un support ventilatoire non invasif [22].

Il convient de rappeler, en premier lieu, qu'aucune étude visant à comparer les effets d'humidifier ou non les voies respiratoires chez les patients en ventilation non invasive n'a été répertoriée dans les bases de données indexées et la littérature grise. De plus, très peu de données sont disponibles pour comparer l'efficacité des ECH et des CHC dans un contexte de ventilation non invasive. Les preuves pour évaluer l'efficacité des dispositifs d'humidification active ou passive des voies respiratoires lors de la ventilation non invasive s'appuient sur les résultats de quatre études avec devis croisés et un ECR [31-35]. Par ailleurs, aucune information sur l'innocuité

associée à l'humidification en ventilation non invasive n'a été répertoriée dans le cadre de la présente recherche documentaire, incluant la base de données MAUDE de la FDA. À l'exception d'une étude, les indicateurs évalués ont porté sur des paramètres de la fonction respiratoire en lien avec les échanges gazeux. Les résultats de l'ECR ne suggèrent pas de différence statistiquement significative entre l'usage des ECH et des CHC en ventilation non invasive quant au taux d'intubation et de mortalité intrahospitalière incluant les patients ayant des conditions particulières (p. ex. : hypercapnie, acidose, hypoxémie). Les résultats issus des devis croisés réalisés chez des adultes sous ventilation non invasive ne suggèrent pas non plus de différences entre les ECH et les CHC sur la PaO₂, la PaCO₂, la fréquence respiratoire et le volume courant.

Plusieurs limites sont associées aux résultats d'évaluation sur l'efficacité des dispositifs d'humidification en ventilation non invasive. Bien que les devis croisés permettent de réduire la taille de l'échantillon requis et d'atténuer l'effet des variables confondantes, le patient étant son propre contrôle dans ce type de devis, un effet résiduel de l'intervention évaluée en premier lieu demeure possible à moins de prévoir une période de temps suffisante entre les deux interventions. Dans le cas présent, la majorité des auteurs des études n'ont pas indiqué s'il y avait une période de repos suffisante entre les traitements (ECH versus CHC) limitant ainsi la possibilité de quantifier un effet résiduel le cas échéant. Les populations déjà limitées en nombre dans ces études étaient également hétérogènes notamment au regard des pathologies respiratoires des participants. Les indicateurs de mesure évalués en ventilation non invasive, essentiellement sur la fonction respiratoire, ne permettent pas de porter un regard critique sur la valeur ajoutée des dispositifs d'humidification pour les patients, mais également l'organisation des services. Par ailleurs, bien que certains auteurs aient déclaré des liens avec l'industrie [37-39, 45, 47-49], il n'est pas possible dans le cas présent de déterminer s'il y a possibilité de conflits d'intérêts. On note également que la majorité des preuves disponibles proviennent de la même équipe de chercheurs.

En somme, les résultats disponibles ne permettent pas d'établir la pertinence de l'usage des dispositifs d'humidification en ventilation non invasive. Il n'est également pas possible, dans le cas où un clinicien juge nécessaire d'ajouter un dispositif d'humidification à la ventilation non invasive, de départager entre les ECH et les CHC au regard de l'efficacité et de la sécurité pour assurer une humidification adéquate.

6.3 Les pratiques d'humidification des voies respiratoires pour les adultes sous ventilation assistée au CHU de Québec sont en concordance avec les données probantes recensées

Selon les données collectées au CHU de Québec et dans la majorité des autres établissements hospitaliers universitaires au Québec, le choix du dispositif d'humidification lors de la prise en charge d'un patient qui requiert une ventilation assistée est sous la responsabilité des inhalothérapeutes, en collaboration avec le médecin traitant. En général, les informations recueillies indiquent que la sélection d'un dispositif s'effectue sur la base du jugement clinique et de la condition médicale du patient à partir de critères de sélection relativement uniformes. Toutefois, l'usage des dispositifs médicaux destinés à l'humidification des voies respiratoires chez les patients sous ventilation assistée n'est pas encadré par des protocoles standardisés selon une majorité des répondants à l'enquête des centres hospitaliers universitaires au Québec.

Les résultats de l'enquête ont également montré que pour une majorité de patients sous ventilation mécanique, le type de dispositif d'humidification initialement installé est un ECH au CHU de Québec et dans les autres hôpitaux universitaires. La collecte de données réalisée pendant une période de trois semaines au CHU de Québec a d'ailleurs révélé que les ECH ont été installés en première intention dans 79 % des cas. Quelques variations inter-sites au CHU de Québec ont été observées pendant cette période alors que l'HSFA et l'HEJ ont utilisé en première intention presque exclusivement des ECH comparativement à L'HDQ où la proportion d'ECH installée était identique à celle des CHC. Les caractéristiques des clientèles traitées, comme la période anticipée sous ventilation invasive et la complexité des cas par exemple, pourraient en partie expliquer cet écart observé à L'HDQ. Le recours aux ECH en première intention serait par contre déconseillé en présence de certaines conditions médicales. L'AARC rapporte plusieurs contre-indications à l'usage des ECH dont les faibles volumes courants, l'hypothermie, les débits respiratoires élevés et les sécrétions abondantes [25]. La majorité des répondants à l'enquête ont également rapporté ces mêmes facteurs comme des contre-indications à l'usage des ECH.

La détermination d'un type de dispositifs d'humidification au moment de la prise en charge initiale du patient en fonction de la durée planifiée de l'assistance ventilatoire mécanique est un autre enjeu qui a été soulevé par les membres du groupe de travail. Le remplacement systématique d'un ECH par un CHC après sept jours d'utilisation est une pratique qui a été rapportée dans deux des établissements hospitaliers universitaires ayant participé à l'enquête. Toutefois, aucune étude portant précisément sur ce sujet n'a cependant été répertoriée dans la littérature. Les résultats d'une sous-analyse, issus de la revue systématique de la Collaboration Cochrane, sur l'efficacité des dispositifs d'humidification en fonction de la durée moyenne de la ventilation invasive ne suggèrent pas de différence entre les ECH et les CHC pour une assistance ventilatoire de 48 heures et moins ou même jusqu'à 7 jours [27].

La fréquence de remplacements des ECH et des filtres expiratoires dans les centres hospitaliers universitaires du Québec ayant participé à l'enquête n'est pas uniforme, variant de un à sept jours, alors qu'au CHU de Québec, ces derniers sont changés au besoin ou lorsque souillés. La fréquence de changement adoptée au CHU de Québec origine, pour sa part, d'un avis émis en 2014 par le Comité de prévention et contrôle des infections qui sur la base de la littérature disponible indiquait de ne pas changer les circuits de ventilateurs à moins que ceux-ci ne soient visiblement souillés ou endommagés. Cette information a pu être validée lors de la période de la collecte de données prospectives au CHU de Québec alors que l'ECH initialement installé n'a pas été remplacé pour 26 des 32 patients sous ventilation invasive. Bien que les manufacturiers recommandent un changement des ECH aux 24h, les recommandations issues des guides de pratique suggèrent plutôt que le remplacement systématique des ECH sur une base quotidienne ne serait pas nécessaire [23, 25, 26]. D'ailleurs, l'AARC mentionne qu'il serait sécuritaire de les utiliser pendant une période minimale de 48 heures et même jusqu'à sept jours [25]. Selon le guide du VAP/CCCTG, une diminution de la fréquence de changements des ECH pourrait être associée à une légère diminution de l'incidence de PAV [24]. Un avis a été émis dans le cadre de l'urgence sanitaire liée à la maladie à coronavirus (COVID-19) au sous-comité COVID-19 des soins critiques du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) [76]. Cet avis suggère que les filtres ECH devraient être changés de façon systématique aux sept jours chez les patients atteints de la COVID-19 sous ventilation assistée. L'avis précise également de changer les filtres plus fréquemment s'ils sont visiblement souillés ou si une asynchronie patient-ventilateur semble résulter d'un accroissement des résistances respiratoires et d'un accroissement de l'espace mort.

Les répondants à l'enquête ont indiqué majoritairement que le faible coût des ECH et leur facilité d'utilisation en faisaient un choix judicieux. Le recours aux ECH permettrait selon des auteurs de simplifier les soins aux patients et de réduire la charge de travail du personnel infirmier [1]. Une réduction des coûts pourrait effectivement être associée à l'usage des ECH d'autant plus si leur durée de vie peut être prolongée. Les estimations basées sur les données recueillies au CHU de Québec sur les coûts unitaires des équipements reliés aux dispositifs d'humidification suggèrent un coût journalier plus élevé avec l'usage des CHC. Au CHU de Québec, la durée d'une assistance ventilatoire pour près de 60 % des dossiers révisés pendant la période de collecte terrain était inférieure à 48 heures. Dans un tel scénario, l'utilisation en première intention des CHC pourrait engendrer une augmentation du triple des coûts par patient comparativement à ceux des ECH. Les coûts réels à prévoir seraient encore plus élevés puisque cette analyse ne prend pas en considération les coûts de la main-d'œuvre liés à l'usage des CHC. En effet, l'humidification des voies respiratoires avec un CHC nécessite l'ajout fréquent d'eau stérile au système de même que le remplacement éventuel des circuits en présence de souillures importantes [1]. En plus d'augmenter la charge de travail, chacune des interventions est une manipulation supplémentaire qui représente un bris de l'asepsie. D'ailleurs, l'AARC suggère de considérer la condensation dans le circuit comme un déchet infectieux [25]. Selon certains auteurs, l'utilisation des ECH pourrait permettre, en raison du nombre moins élevé de manipulations, de diminuer le risque de transmission croisée des bactéries et des virus [77, 78].

Globalement, l'analyse des données contextuelles suggère que les pratiques en cours au CHU de Québec relatives à l'humidification des voies respiratoires tant en ventilation invasive que non invasive sont dans l'ensemble en cohérence avec les données probantes recensées dans la littérature et les autres centres hospitaliers universitaires au Québec. L'absence de démonstration franche d'une meilleure efficacité et sécurité d'un type de dispositifs d'humidification, et de lignes directrices claires dans les guides de pratiques ont conduit à favoriser l'usage des ECH en première intention en ventilation invasive, non seulement en raison de la simplicité, mais également des économies potentielles avec ce type de dispositifs. Toutefois, certains éléments sont à clarifier pour mieux encadrer la pratique sur le terrain dans un objectif de valeur ajoutée pour l'organisation des soins et la sécurité des patients dont l'état de santé requiert une ventilation assistée. Le développement au CHU de Québec d'une procédure pour encadrer l'utilisation des dispositifs d'humidification, tant pour une ventilation invasive que non invasive, est souhaitable d'un point de vue de la pertinence et de l'harmonisation des pratiques cliniques. Ainsi, plusieurs des questions non résolues à partir de la révision des données recensées dans la littérature méritent d'être regardées par les cliniciens du CHU de Québec afin d'en dégager des lignes de conduite claires sur le terrain. À titre d'exemple, mentionnons le type d'ECH à privilégier pour maximiser le taux d'humidification, la fréquence de remplacement des ECH, de même que les critères de pertinence clinique pour initier l'humidification avec la ventilation non invasive, et ce, en raison du contexte d'incertitude. En dépit de la concordance observée, la clarification de l'ensemble de ces points serait de nature à contribuer à la standardisation et à une amélioration de l'harmonisation de la pratique en ventilation assistée relative à l'usage des dispositifs d'humidification des voies respiratoires au CHU de Québec.

7. RECOMMANDATIONS

Recommandation 1

Considérant que :

- Les études originales disponibles sur l'humidification des voies respiratoires des adultes sous ventilation invasive sont peu récentes et en général de faible qualité;
- Les résultats des études sur l'humidification des voies respiratoires lors de la ventilation invasive ne suggèrent pas de différence entre les deux types de dispositifs (ECH ou CHC) quant au risque de PAV, d'occlusions et de mortalité toutes causes;
- Les données disponibles en contexte de ventilation invasive ne permettent pas de se prononcer sur le risque de mortalité par pneumonie et le risque de complications respiratoires associés à l'un ou l'autre des dispositifs;
- Il n'y a pas de données disponibles pour se prononcer sur l'efficacité des dispositifs d'humidification en fonction de la durée de la ventilation;
- Aucune étude n'a porté sur l'efficacité et l'innocuité de remplacer un dispositif d'humidification de type ECH par un CHC après une période prolongée sous ventilation invasive;
- Le type de dispositif d'humidification à privilégier ne peut être déterminé selon les guides de pratique;
- L'innocuité des dispositifs a été peu étudiée, mais les données disponibles indiquent peu d'incidents, la plupart étant des problèmes de dysfonctionnement sans conséquences sur la santé des patients;
- Il n'y a pas de procédures écrites dans la majorité des établissements universitaires du Québec concernant l'usage des dispositifs d'humidification chez les adultes ventilés mécaniquement;
- Le choix du type de dispositif est généralement laissé au jugement clinique des inhalothérapeutes et des médecins impliqués dans le traitement des patients sous ventilation mécanique;
- Les données de l'enquête au CHU de Québec et dans les autres établissements universitaires du Québec indiquent que les ECH sont majoritairement privilégiés comparativement aux CHC pour assurer l'humidification des voies respiratoires des adultes sous ventilation invasive;
- Selon les résultats de la collecte de données prospectives au CHU de Québec, plus de la moitié des adultes ont été sous ventilation mécanique pour une période de moins de 48 heures;
- Quelques variations inter-sites ont été observées dans les pratiques au CHU de Québec concernant l'utilisation des dispositifs pour l'humidification des voies respiratoires;
- La fréquence de changements des ECH et des filtres expiratoires est variable dans les établissements sondés;
- Une faible fréquence de remplacement des ECH a été observée au CHU de Québec durant la période de l'enquête de pratique;
- Les contre-indications à l'usage des ECH sont uniformes entre les établissements universitaires du Québec qui ont participé à l'enquête dans le cadre de ce rapport;
- Les coûts unitaires estimés reliés à l'usage du matériel pour l'humidification des voies respiratoires avec des ECH sont inférieurs à ceux des CHC dans l'ensemble des scénarios analysés au CHU de Québec;

Il est recommandé à la Direction des services multidisciplinaires (DSM) du CHU de Québec de privilégier l'utilisation des échangeurs de chaleur et d'humidité en première intention pour l'humidification des voies respiratoires chez les adultes sous ventilation invasive n'ayant pas de contre-indications à leur usage.

L'UETMIS suggère à la DSM en collaboration avec la Direction des services professionnels (DSP) et de la Direction des soins infirmiers (DSI) de formaliser l'utilisation des dispositifs d'humidification chez les adultes nécessitant une ventilation invasive, et ce, par le développement d'un protocole standardisé visant l'encadrement de cette pratique. Dans une optique d'amélioration des pratiques et afin de soutenir la réflexion pour mettre en application la recommandation, l'UETMIS propose certains éléments-clés à considérer.

Éléments-clés à considérer

Développement d'un protocole standardisé pour encadrer l'utilisation des dispositifs d'humidification en ventilation assistée

- ✓ Identifier les principales contre-indications à l'utilisation des ECH
- ✓ Déterminer les paramètres supportant le remplacement des ECH et des filtres expiratoires
- ✓ Déterminer les critères pour changer la modalité en cours de traitement

Recommandation 2

Considérant que :

- Aucune étude portant sur la ventilation non invasive avec humidification des voies respiratoires comparativement sans humidification n'a été recensée;
- Les données disponibles sur l'efficacité des ECH comparativement aux CHC pour l'humidification des voies respiratoires des adultes sous ventilation non invasive proviennent de quatre études croisées et d'un ECR;
- Les études originales disponibles sur l'humidification des voies respiratoires des adultes sous ventilation non invasive sont de faible qualité;
- Des indicateurs cliniques ont été évalués (taux d'intubation, mortalité) dans un ECR et les résultats ne montraient pas de différences entre les types de dispositifs d'humidification des voies respiratoires en ventilation non invasive;
- Les résultats des études croisées portant sur des indicateurs de la fonction respiratoire ne suggèrent pas de différences cliniquement significatives entre les types de dispositifs d'humidification des voies respiratoires en ventilation non invasive;
- Aucune étude portant sur l'innocuité des dispositifs d'humidification dans un contexte de ventilation non invasive n'a été répertoriée;
- Pour un guide, le recours à un dispositif d'humidification chez les adultes ayant un support ventilatoire non invasif n'est pas une pratique recommandée de routine alors que pour un autre leur utilisation est suggérée afin d'améliorer le confort des patients et leur observance au traitement;
- Aucune information sur l'innocuité associée à l'humidification des voies respiratoires en ventilation non invasive n'a été répertoriée;

À la lumière des données disponibles, l'UETMIS du CHU de Québec ne peut se prononcer quant à la nécessité d'avoir recours aux dispositifs d'humidification chez les adultes sous ventilation non invasive ni sur le type qui devrait être privilégié.

L'UETMIS considère que l'utilisation des dispositifs d'humidification en ventilation non invasive devrait également faire l'objet d'une réflexion et suggère qu'elle soit intégrée au processus à mettre en place à la recommandation 1 visant le développement d'un protocole standardisé.

8. CONCLUSION

Le présent rapport d'évaluation avait pour objectif de déterminer si les pratiques d'humidification des voies respiratoires chez les patients sous ventilation mécanique assistée au CHU de Québec devraient être modifiées et si un type de dispositif devrait être privilégié. L'analyse des données issues de la littérature révèle qu'il n'est pas possible actuellement au regard de l'efficacité et de l'innocuité des dispositifs, de trancher en faveur des échangeurs de chaleur et d'humidité ou des circuits humidifiants chauffants pour l'humidification des voies respiratoires des patients sous ventilation invasive. En ce qui concerne l'usage de systèmes d'humidification en ventilation non invasive, les données disponibles ne permettent ni de déterminer les conditions nécessitant leur usage ni le type de dispositifs d'humidification qui serait à privilégier. Selon les résultats de l'enquête de pratique, le dispositif d'humidification utilisé en première intention avec la ventilation invasive au CHU de Québec et dans la majorité des autres établissements hospitaliers universitaires québécois sondés est l'échangeur de chaleur et d'humidité, et ce, principalement en raison de son faible coût et sa facilité d'utilisation. À moins d'une contre-indication, les échangeurs de chaleur et d'humidité demeurent dans le contexte actuel un choix acceptable au CHU de Québec pour l'humidification des voies respiratoires chez les adultes sous ventilation invasive. Bien que les conditions pour lesquelles il serait pertinent d'humidifier les voies respiratoires avec la ventilation non invasive ne peuvent être déterminées sur la base des données probantes, les directions cliniques concernées sont invitées à développer un protocole pour standardiser la pratique reliée à l'usage des dispositifs d'humidification. Une meilleure identification des indications justifiant leur usage pourrait ainsi permettre de guider et d'uniformiser la prise en charge des patients sous ventilation assistée au CHU de Québec.

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 : humidification, « ventilation AND intensive care », « humidification AND intensive care », « heat AND moisture exchanger », « heat humidifier » Sites en français : humidification, ventilation et « soins intensifs », humidification et « soins intensifs », « circuit humidifiant chauffant », « filtre HME », « filtre de type échangeur de chaleur et d'humidité »				
Sites Internet généraux visités				
ACMTS	Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé	Canada	http://www.cadth.ca/fr	0
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/	0
ETMIS-CHUM	Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé du Centre hospitalier de l'Université de Montréal	Canada (Québec)	https://www.chumontreal.qc.ca/a-propos	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
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.org.uk/	0
NIHR HTA	National Institute for Health Research Health Technology Assessment programme	Royaume-Uni	http://www.nets.nihr.ac.uk/programmes/hta	-
OHTAC	Ontario Health Technology Advisory Committee	Canada (Ontario)	http://www.hqontario.ca/evidence	0
OMS	Organisation mondiale de la Santé	International	http://www.who.int/fr/	0
PHAC	Public Health Agency of Canada	Canada	https://www.canada.ca/en/public-health.html	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
UETMIS – CIUSSS de l'Estrie - CHUS	UETMIS du Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Estrie - Centre	Canada (Québec)	https://www.santeestrie.qc.ca/professionnels/ressources-pour-les-professionnels/uetmis/	0

Acronyme	Nom	Pays (province)	Site Internet	Résultat de la recherche (n)
	hospitalier universitaire de Sherbrooke			
VORTAL	HTAi vortal	États-Unis	http://vortal.htai.org/?q=search_websites	0
Sites Internet d'organismes et d'associations professionnelles spécifiques au sujet				
Soins intensifs				
ANZICS	<i>Australian and New Zealand Intensive Care Society</i>	Australie, Nouvelle-Zélande	https://www.anzics.com.au/	0
CACN	<i>Canadian Association of Critical Care Nurses</i>	Canada	https://www.cacn.ca/	0
CCCS	<i>Canadian Critical Care Society</i>	Canada	https://www.canadiancriticalcare.org/	0
CSRT	<i>Canadian Society of Respiratory Therapists</i>	Canada	https://www.csrt.com/?lang=fr	1
ESICM	<i>European Society of Intensive Care Medicine</i>	International	https://www.esicm.org/	2
OPIQ	Ordre professionnel des inhalothérapeutes du Québec	Canada (Québec)	http://opiq.qc.ca/	0
SCCM	<i>Society of Critical Care Medicine</i>	États-Unis	https://www.sccm.org/Home	1
SCTR	Société canadienne des thérapeutes respiratoires	Canada	http://www.csrt.com/	-
WFSICM	<i>World Federation of Societies of Intensive and Critical Care Medicine</i>	International	https://www.world-critical-care.org/	0
Pneumologie				
AARC	<i>American Association for Respiratory Care</i>	États-Unis	http://www.aarc.org/	3
ALA	<i>American Lung Association</i>	États-Unis	http://www.lung.org/	0
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/	2
BTS	<i>British Thoracic Society</i>	Royaume-Uni	http://www.brit-thoracic.org.uk/	1
CLA	<i>Canadian Lung Associating</i>	Canada	https://www.poumon.ca/	0
CTS	<i>Canadian Thoracic Society</i>	Canada	https://cts.lung.ca/	0
ERS	<i>European Respiratory Society</i>	Europe	http://www.ersnet.org/	1
FFP	Fédération française pneumologie	France	http://www.ffpneumologie.org/	0
SCT	Société canadienne de thoracologie	Canada	http://www.poumon.ca/	0
PCI				
AMMI	<i>Association of Medical Microbiology and Infectious Disease Canada</i>	Canada	https://www.ammi.ca/	0
APIC	<i>Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology</i>	International	https://apic.org/	0
CAMMID	<i>Canadian Association for Clinical Microbiology and Infectious Disease</i>	Canada	http://www.cacmid.ca/	0
ECDC	<i>European Centre for Disease Prevention and Control</i>	Europe	https://ecdc.europa.eu/en/home	0
IDSA	<i>Infectious disease society of America</i>	États-Unis	https://www.idsociety.org/	0
IFIC	<i>International Federation of Infection Control</i>	International	https://theific.org/	0
IPAC	<i>Infection Prevention and Control Canada</i>	Canada	https://ipac-canada.org/	0

Acronyme	Nom	Pays (province)	Site Internet	Résultat de la recherche (n)
ISID	<i>International Society for Infectious Disease</i>	International	https://www.isid.org/	0
SHEA	<i>Society for Healthcare Epidemiology of America</i>	États-Unis	https://www.shea-online.org/	0
NOMBRE DE DOCUMENTS RÉPERTORIÉS				11
NOMBRE DE DOCUMENTS APRÈS RETRAIT DES DOUBLONS				7

Dernière recherche effectuée le : 5 juin 2020

Autres sources documentaires

Noms	Site Internet	Résultat de la recherche (n)
Mots-clés Sites en anglais : humidification, « ventilation AND intensive care », « humidification AND intensive care », « heat AND moisture exchanger », « heat humidifier »		
Google Scholar	http://scholar.google.ca/	0
Open Access journals	http://www.scirp.org	0
NOMBRE DE DOCUMENTS RÉPERTORIÉS		0

Dernière recherche effectuée le : 5 juin 2020

ANNEXE 2. STRATÉGIES DE RECHERCHE DOCUMENTAIRE DANS LES BASES DE DONNÉES INDEXÉES

PubMed

Recherche	Stratégies
1	"Humidity"[Mesh] OR "Hot Temperature"[Mesh] OR ("Heat[Title/Abstract] AND moisture exchanger"[Title/Abstract]) OR ("heat[Title/Abstract] AND moisture exchangers"[Title/Abstract]) OR HME[Title/Abstract] OR HMEs[Title/Abstract] OR HH[Title/Abstract] OR HHs[Title/Abstract] OR "heater wire"[Title/Abstract] OR humidity[Title/Abstract] OR humidifica*[Title/Abstract] OR "Hot Temperature"[Title/Abstract] OR "heated humidifiers"[Title/Abstract] OR "airway humidification"[Title/Abstract] OR "artificial humidification"[Title/Abstract]
2	"Respiration, Artificial"[Mesh] OR ventilat*[Title/Abstract] OR "artificial airway"[Title/Abstract] OR "artificial airways"[Title/Abstract] OR "Respiration, Artificial"
3	1 AND 2, Filters: English; French (n = 2021)
Efficacité	MAJ du 18 février 2020: 1 AND 2, Filters: English; French; à partir du 29 juin 2019 (n = 61)
	MAJ du 5 juin 2020: 1 AND 2, Filters: English; French; à partir du 18 février 2020 (n = 0)
4	"Burns"[Mesh] OR "Hypothermia"[Mesh] OR "Hypoventilation"[Mesh] OR "Hypercapnia"[Mesh] OR "Respiratory Dead Space"[Mesh] OR "side effect*" OR complication* OR "adverse event*" OR "adverse reaction*" OR "electrical shock" OR "thermal injury" OR burns OR hyperthermia OR hypothermia OR underhydration OR "impaction of mucus" OR hypoventilation OR "airway occlusion" OR "alveolar gas trapping" OR hypercapnia OR "resistive work" OR "mucus plugging of airways" OR "dehydration of the airway" OR "dead space" OR "ventilator circuit contamination" OR "breathing circuit contamination"
5	1 AND 2 AND 4 (n=443)
Innocuité	MAJ du 5 juin 2020: 1 AND 2, Filters: English; French; à partir du 18 février 2020 (n = 0)

Embase

Recherche	Stratégies
1	'humidity'/exp OR 'high temperature'/exp OR 'heat':ab,ti OR 'heat and moisture condenser'/exp OR (('heat'/exp OR heat) AND ('moisture'/exp OR moisture) AND exchanger) OR 'humidity':ab,ti OR 'HME':ab,ti OR 'HMEs':ab,ti OR 'HH':ab,ti OR 'HHs':ab,ti OR 'heater wire':ab,ti OR 'high temperature':ab,ti OR 'heated humidifiers':ab,ti OR 'airway humidification':ab,ti OR 'artificial humidification':ab,ti
2	'artificial ventilation'/exp OR 'artificial ventilation':ab,ti OR 'artificial airways':ab,ti OR 'artificial airway':ab,ti OR 'artificial respiratory':ab,ti OR 'mechanical ventilation':ab,ti
3	1 AND 2, Filters: ([article]/lim OR [article in press]/lim OR [review]/lim) AND ([english]/lim OR [french]/lim) AND [embase]/lim (n = 799)
Efficacité	MAJ du 18 février 2020: 1 AND 2, Filters: ([english]/lim OR [french]/lim) AND [embase]/lim AND last year (n = 33)
	MAJ du 5 juin 2020: 1 AND 2, Filters: ([english]/lim OR [french]/lim) AND [embase]/lim AND last year (n = 6)
4	burn/co OR hypothermia/co, OR hypoventilation/co OR hypercapnia/co OR lung dead space/ OR electric shock/co OR thermal injury OR airway obstruction/co OR side effect OR complication OR adverse event OR adverse reaction OR ventilator circuit contamination OR breathing circuit contamination OR dead space OR dehydration of the airway OR underhydration OR impaction of mucus OR resistive work OR airway obstruction OR burn OR hypothermia OR hypoventilation OR hypercapnia OR lung dead space OR electric shock OR thermal injury
5	Artificial ventilation/ OR artificial airway OR artificial respiratory OR mechanical ventilation
6	Humidity/ OR high temperature/ OR heat/ OR heat and moisture condenser/ OR humidifier/ OR humidity OR high temperature OR heat OR heat and moisture condenser OR HME OR HH OR heater wire OR heated humidifier OR airway humidification OR artificial humidification
7	4 AND 5 AND 6 (n = 119)
Innocuité	MAJ du 5 juin 2020: 1 AND 2, Filters: ([english]/lim OR [french]/lim) AND [embase]/lim AND last year (n = 2)

Cochrane Library

#1 MeSH descriptor Respiration, Artificial explode all trees

#2 ventilat*

#3 artificia* near (respir* or airway*)

#4 MeSH descriptor Tracheostomy explode all trees

#5 tracheostom*

#6 #1 or #2 or #3 or #4 or #5

#7 MeSH descriptor Humidity explode all trees

#8 MeSH descriptor Hot Temperature explode all trees

#9 humidif*

#10 heat near (moisture and exchang*)

#11 hme

#12 (artificial or swedish) near nose

#13 (#7 OR #8 OR #9 OR #10 OR #11 OR #12)

#14 (#6 AND #13) (n = 663)

Cochrane review (n = 63)

Protocol (n = 10)

Études cliniques (n = 588)

MAJ 18 février 2020 : Cochrane review (n = 1)

MAJ 5 juin 2020 : Cochrane review (n = 4)

CRD

1	MeSH DESCRIPTOR Humidity EXPLODE ALL TREES	21
2	MeSH DESCRIPTOR Hot Temperature EXPLODE ALL TREES	41
3	(heat and moisture exchanger)	2
4	(HME)	7
5	(HH)	142
6	(heater wire)	0
7	(humidity)	27
8	(hot temperature)	41
9	(heated humidifiers)	5
10	(airway humidification)	1
11	(artificial humidification)	1
12	MeSH DESCRIPTOR Respiration, Artificial EXPLODE ALL TREES	539
13	(artificial airway)	7
14	(artificial airways)	2
15	(artificial respiration)	3
16	#1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10 OR #11	204
17	#12 OR #13 OR #14 OR #15	546
18	#16 AND #17	13

MAJ 5 juin 2020 : (n = 0)

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 : humidification, « ventilation AND intensive care », « humidification AND intensive care », « heat AND moisture exchanger », « heat humidifier »			
PROSPERO	<i>Centre for Reviews and Dissemination</i>	http://www.crd.york.ac.uk/prospéro/	0
Cochrane	<i>The Cochrane Library</i>	www.thecochranelibrary.com	0
ECR Mots-clés : humidification, « ventilation AND intensive care », « humidification AND intensive care », « heat AND moisture exchanger », « heat humidifier »			
	<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			0

Dernière recherche effectuée le : 5 juin 2020

ANNEXE 4. LISTE DES DOCUMENTS EXCLUS APRÈS ÉVALUATION DE L'ADMISSIBILITÉ ET RAISONS D'EXCLUSION

Efficacité (n = 28)

NE SATISFAIT PAS LES CRITÈRES D'ADMISSIBILITÉ (n = 28)

- Antoun F, Guyen JN. [A trial comparing artificial noses and heat exchangers during assisted ventilation using tracheotomy at home. CARDIF. The Committee of the Organization of Respiratory Assistance of the Ile-de-France]. *Revue des maladies respiratoires* 1993; 10(5): 437-44.
- Arabi Y, Al-Shirawi N, Memish Z, Anzueto A. Ventilator-associated pneumonia in adults in developing countries: a systematic review. *International journal of infectious diseases : IJID : official publication of the International Society for Infectious Diseases* 2008; 12(5): 505-12.
- Auxiliadora-Martins M, Meneguetti MG, Nicolini EA, et al. Effect of heat and moisture exchangers on the prevention of ventilator-associated pneumonia in critically ill patients. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 2012; 45(12): 1295-300.
- Bench S. Humidification in the long-term ventilated patient; a systematic review. *Intensive & critical care nursing* 2003; 19(2): 75-84.
- Bengtsson M, Johnson A. Failure of a heat and moisture exchanger as a cause of disconnection during anaesthesia. *Acta anaesthesiologica Scandinavica* 1989; 33(6): 522-3.
- Branson RD, Campbell RS, Johannigman JA, et al. Comparison of conventional heated humidification with a new active hygroscopic heat and moisture exchanger in mechanically ventilated patients. *Respiratory care* 1999; 44(8): 912-7.
- Branson RD, Davis Jr K, Campbell RS, Johnson DJ, Porembka DT. Humidification in the intensive care unit: Prospective study of a new protocol utilizing heated humidification and a hygroscopic condenser humidifier. *Chest* 1993; 104(6): 1800-5.
- Cerpa F, Caceres D, Romero-Dapueto C, et al. Humidification on Ventilated Patients: Heated Humidifications or Heat and Moisture Exchangers? *The open respiratory medicine journal* 2015; 9: 104-11.
- Dodek P, Keenan S, Cook D, et al. Evidence-based clinical practice guideline for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Annals of Internal Medicine* 2004; 141(4): 305-13.
- Doyle A, Mariyaselvam M, Wijewardena G, English N, Gent E, Young P. The simultaneous use of a heat and moisture exchanger and a heated humidifier causes critical airway occlusion in less than 24 hours. *Journal of critical care* 2015; 30(4): 863.e1-3.
- Johnson PA, Raper RF, Fisher Mc DM. The impact of heat and moisture exchanging humidifiers on work of breathing. *Anaesthesia and intensive care* 1995; 23(6): 697-701.
- Kapadia F, Shelly MP, Anthony JM, Park GR. An active heat and moisture exchanger. *British journal of anaesthesia* 1992; 69(6): 640-2.
- Kelly M, Gillies D, Todd DA, Lockwood C. Heated humidification versus heat and moisture exchangers for ventilated adults and children. *Anesthesia and analgesia* 2010; 111(4): 1072.
- Kola A, Eckmanns T, Gastmeier P. Efficacy of heat and moisture exchangers in preventing ventilator-associated pneumonia: meta-analysis of randomized controlled trials. *Intensive care medicine* 2005; 31(1): 5-11.
- MacLeod R, Bucknall T. Mechanical ventilation with heated humidifiers or with heat and moisture exchangers with microbiological filters did not reduce ventilator associated pneumonia in adults. *Evidence-based nursing* 2006; 9(3): 82.
- Martin C, Papazian L, Perrin G, Bantz P, Gouin F. Performance evaluation of three vaporizing humidifiers and two heat and moisture exchangers in patients with minute ventilation >10 L/min. *Chest* 1992; 102(5): 1347-50.
- Martin C, Papazian L, Perrin G, Saux P, Gouin F. Preservation of humidity and heat of respiratory gases in patients with a minute ventilation greater than 10 L/min. *Critical care medicine* 1994; 22(11): 1871-6.
- Morán 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 medicine* 2006; 32(4): 524-31.
- Nakagawa NK, Macchione M, Petrolino HMS, et al. Effects of a heat and moisture exchanger and a heated humidifier on respiratory mucus in patients undergoing mechanical ventilation. *Critical care medicine* 2000; 28(2): 312-7.
- Nakanishi N, Oto J, Itagaki T, Nakataki E, Onodera M, Nishimura M. Humidification Performance of Passive and Active Humidification Devices Within a Spontaneously Breathing Tracheostomized Cohort. *Respiratory care* 2019; 64(2): 130-5.
- Nava S, Cirio S, Fanfulla F, et al. Comparison of two humidification systems for long-term noninvasive mechanical ventilation. *European Respiratory Journal* 2008; 32(2): 460-4.
- Niel-Weise BS, Wille JC, van den Broek PJ. Humidification policies for mechanically ventilated intensive care patients and prevention of ventilator-associated pneumonia: a systematic review of randomized controlled trials. *The Journal of hospital infection* 2007; 65(4): 285-91.
- Ricard JD. Gold standard for humidification: heat and moisture exchangers, heated humidifiers, or both? *Critical care medicine* 2007; 35(12): 2875-6.

- Ricard JD, Cook D, Griffith L, Brochard L, Dreyfuss D. Physicians' attitude to use heat and moisture exchangers or heated humidifiers: A Franco-Canadian survey. *Intensive care medicine* 2002; 28(6): 719-25.
- Siempos, II, Vardakas KZ, Kopterides P, Falagas ME. Impact of passive humidification on clinical outcomes of mechanically ventilated patients: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Critical care medicine* 2007; 35(12): 2843-51.
- Stevens J. Standards for Humidification and Filtration Devices. *Respiratory care clinics of North America* 2006; 12(2): 203-32.
- Tenaillon A, Cholley G, Boiteau R, Perrin-Gachadoat D, Burdin M. Heat and moisture exchanging bacterial filter versus heated humidifier in long-term mechanical ventilation. *Care of the Critically Ill* 1991; 7(2): 56-61.
- Wong CY, Shakir AA, Farboud A, Whittet HB. Active versus passive humidification for self-ventilating tracheostomy and laryngectomy patients: a systematic review of the literature. *Clinical otolaryngology : official journal of ENT-UK ; official journal of Netherlands Society for Oto-Rhino-Laryngology & Cervico-Facial Surgery* 2016; 41(6): 646-51.

Innocuité (n = 28)

NE SATISFAIT PAS LES CRITÈRES D'ADMISSIBILITÉ (n = 28)

- Ahmed SM, Mahajan J, Nadeem A. Comparison of two different types of heat and moisture exchangers in ventilated patients. *J Emerg Trauma Shock*. 2009; 2(3): 164-9.
- Boots RJ, George N, Faoagali JL, Druery J, Dean K, Heller RF. Double-heater-wire circuits and heat-and-moisture exchangers and the risk of ventilator-associated pneumonia. *Critical Care Medicine* 2006; 34(3): 687-93.
- Boyer A, Thierry G, Lasry S, Pigne E, Salah A, de Lassence A, et al. Long-term mechanical ventilation with hygroscopic heat and moisture exchangers used for 48 hours: a prospective clinical, hygrometric, and bacteriologic study. *Crit Care Med*. 2003; 31(3): 823-9.
- Boyer A, Vargas F, Hilbert G, Gruson D, Mousset-Hovaere M, Castaing Y, et al. Small dead space heat and moisture exchangers do not impede gas exchange during noninvasive ventilation: A comparison with a heated humidifier. *Intensive Care Medicine*. 2010; 36(8): 1348-54.
- Branson RD, Davis Jr K, Brown R, Rashkin M. Comparison of three humidification techniques during mechanical ventilation: Patient selection, cost, and infection considerations. *Respiratory Care* 1996; 41(9): 809-16.
- Branson RD, Campbell RS, Johannigman JA, Ottaway M, Davis Jr K, Luchette FA, et al. Comparison of conventional heated humidification with a new active hygroscopic heat and moisture exchanger in mechanically ventilated patients. *Respiratory Care*. 1999; 44(8): 912-7.
- Broach SD, Durbin CG, Jr. A randomized, controlled, clinical trial of a chemically-reactive heated humidifier. *Respir Care*. 2001; 46(1): 37-42.
- Cadwallader HL, Bradley CR, Ayliffe GA. Bacterial contamination and frequency of changing ventilator circuitry. *J Hosp Infect*. 1990; 15(1): 65-72.
- Danin PE, Dellamonica J, Bernardin G. Precautions with heated humidifier systems in particular environments. *Intensive Care Medicine*. 2013; 39(8): 1504.
- Doyle A, Mariyaselvam M, Wijewardena G, English N, Gent E, Young P. The simultaneous use of a heat and moisture exchanger and a heated humidifier causes critical airway occlusion in less than 24 hours. *Journal of Critical Care*. 2015; 30(4): 863.e1-e3.
- Dreyfuss D, Djedaini K, Gros I, et al. Mechanical ventilation with heated humidifiers or heat and moisture exchangers: Effects on patient colonization and incidence of nosocomial pneumonia. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 1995; 151(4): 986-92.
- Fiandeiro P, Goldsmith P. Allergic contact dermatitis to a heat and moisture exchange tracheostomy stoma filter. *Contact Dermatitis*. 2018; 79 (Supplement 1): 75.
- Gentile MA, Siobal MS. Are specialized endotracheal tubes and heat-and-moisture exchangers cost-effective in preventing ventilator associated pneumonia? *Respiratory Care*. 2010; 55(2): 184-96.
- Gillies D, Todd DA, Foster JP, Batuwitage BT. Heat and moisture exchangers versus heated humidifiers for mechanically ventilated adults and children. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2017; 2017 (9) (no pagination)(CD004711).
- Iotti GA, Olivei MC, Palo A, et al. Unfavorable mechanical effects of heat and moisture exchangers in ventilated patients. *Intensive Care Medicine* 1997; 23(4): 399-405.
- Jaber S, Chanques G, Matecki S, Ramonatxo M, Souche B, Perrigault PF, 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 Medicine*. 2002; 28(11): 1590-4.

- Jiang M, Song JJ, Guo XL, Tang YL, Li HB. Airway humidification reduces the inflammatory response during mechanical ventilation. *Respiratory Care*. 2015; 60(12): 1720-8.
- Le Bourdelles G, Mier L, Fiquet B, et al. Comparison of the effects of heat and moisture exchangers and heated humidifiers on ventilation and gas exchange during weaning trials from mechanical ventilation. *Chest* 1996; 110(5): 1294-8.
- Lee W, Cho KR, Lee JH. Contact burn due to a heated-wire breathing circuit. *J Anesth*. 2014; 28(5): 802.
- Lellouche F, L'Her E, Abroug F, Deye N, Rodriguez PO, Rabbat A, 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 Medicine*. 2014; 40(2): 211-9.
- Lellouche F, Pignataro C, Maggiore SM, Girou E, Deye N, Taille S, et al. Short-term effects of humidification devices on respiratory pattern and arterial blood gases during noninvasive ventilation. *Respir Care*. 2012; 57(11): 1879-86.
- Mariyaselvam M, Doyle A, Wijewardena G, English N, Young P. Simultaneous use of a heat and moisture exchanger and a heated humidifier causes critical airway occlusion in less than 24 hours. *Critical Care*. 2015; 1): S72-S3.
- Martin C, Perrin G, Gevaudan MJ, Saux P, Gouin F. Heat and moisture exchangers and vaporizing humidifiers in the intensive care unit. *Chest*. 1990; 97(1): 144-9.
- Oguz S, Deger I. Ventilator-associated pneumonia in patients using HME filters and heated humidifiers. *Irish Journal of Medical Science* 2013; 182(4): 651-5.
- Prin S, Chergui K, Augarde R, Page B, Jardin F, Vieillard-Baron A. Ability and safety of a heated humidifier to control hypercapnic acidosis in severe ARDS. *Intensive Care Medicine*. 2002; 28(12): 1756-60.
- Reddy SC, Lim EHL. Unexpected airway obstruction due to oversaturation of a heat and moisture exchange filter. *Anaesthesia and Intensive Care*. 2017; 45(2): 274.
- Shen S, Li S, Wang W, Zhang X, Yang J, Gillies D, et al. Heat and moisture exchangers versus heated humidifiers for mechanically ventilated adults and children. *J Occup Environ Hyg*. 2017; 9: Cd004711.
- Warmington A, Peck D. Another complication of heated hose humidification. *Anaesth Intensive Care*. 1994; 22(6): 740-1.

ANNEXE 5. ÉTUDES ORIGINALES INCLUSES DANS LES ÉTUDES DE SYNTHÈSES RETENUES

ECR ou croisé (réf.)	Vargas, 2017 18 études	Gillies, 2017 34 études	Roquilly, 2015 13 études ¹	Menegueti, 2014 10 études
[Alcoforado, 2012] [36]		X		
Bissonnette, 1989a [†] £ [64]		X		
Bissonnette, 1989b [†] £ [64]		X		
Boots, 1997 [38]	X	X	X	X
Boots, 2006 [37]	X	X	X	X
Branson, 1996 [39]	X	X		
Campbell, 2000 [†] [40]		X		
[Daoud, 1991] £ [66]		X		
[Deriaz, 1992] [67]		X		
[Diaz, 2002] [41]	X	X		
Dreyfuss, 1995 [42]	X	X	X	X
Girault, 2003 [†] [43]		X		
Goldberg, 1992 [68]		X		
Hurni, 1997 [44]	X	X	X	
Iotti, 1997 [†] [45]		X		
[Kirkegaard, 1987] [46]	X	X		
Kirton, 1997 [47]	X	X		X
Kollef, 1998 [48]	X	X	X	X
Lacherade, 2005 [49]	X	X	X	X
Le Bourdelles, 1996 [50]		X		
Linko, 1984 [69]		X		
Lorente, 2003 [72]			X	
Lorente, 2006 [51]	X	X		X
Luchetti, 1998 [52]	X	X		
MacIntyre, 1983 [53]		X		
Martin, 1990 [54]	X	X	X	X
Martin, 1994 [71]		X		
Memish, 2001 [55]	X	X	X	X
Misset, 1991 [56]	X	X	X	
Oguz, 2013 [57]	X			
Pelosi, 1996 [†] [58]		X		
Ricard, 1999 [†] [59]		X		
Roustan, 1992 [60]	X	X	X	X

Tomachot, 1998 [62]			X	
Tomachot, 2001 [†] [63]		X	X	
Vilafane, 1996 [61]	X	X		
Yam, 1990 [70]		X		

[†] Étude croisée avec assignation aléatoire

[‡] Étude chez des enfants ou nouveau-nés

[autre langue que l'anglais]

[†] la méta-analyse a inclut 157 ECR, dont 13 portaient spécifiquement sur l'humidification

ANNEXE 6. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES ÉTUDES ORIGINALES SUR LA VI INCLUSES DANS LES MÉTA-ANALYSES RETENUES

Auteur, années Pays (réf.)	Type d'unité de soins	Critères d'inclusion (I) Critères d'exclusion (E)	ECH		CHC	
			Âge Moyen (ET)	Problème respiratoire (%)	Âge Moyen (ET)	Problème respiratoire (%)
°Alcoforado, 2012 Brésil [36]	SI	I : > 18 ans nécessitant VM ≥ 72 h E : Contre-indication aux ECH	63 ±15 Tous	38	63 ±15 Tous	43
*Boots, 1997 Australie [38]	SI	I : Toutes admissions aux SI nécessitant VM > 48h	51	NR	51	NR
*Boots, 2006 Australie [37]	SI	I: Patients nécessitant VM ≥ 48 h E : Hémorragie/brûlure voies respiratoires, asthme	59	NR	60	NR
*Branson, 1996 États-Unis [39]	SI Postop	I : Patient nécessitant une VM	44	NR	41	NR
° Campbell, 2000 États-Unis ¹ [40]	SI chx	I: Patient post-chirurgie, 15/26 respiration spontanée et 11/26 ventilés	44 TOUS	58 TOUS	44 TOUS	58 TOUS
°Diaz, 2002 Brésil [41]	SI	I: Patient devant être intubé E : maladie pulmonaire, hypothermie, sécrétion pulmonaire ou faible volume expiratoire	61 MED	NR	66 MED	NR
°Dreyfuss, 1995 France [42]	SI	I: Patient nécessitant VM > 48 h	58	64	62	63
°Girault, 2003 France ¹ [43]	SI	I: Insuffisance respiratoires aigues ou chroniques, sevrage difficile E: Patient non-coopérant, incapable d'insérer une sonde œsophagienne	69 TOUS	100 TOUS	69 TOUS	100 TOUS
°Hurni, 1997 Suisse [44]	SI	I: Patients VM ≥ 48 h E: Hypothermie; intubé 12 h avant admission SI	53	40 TOUS	59	40 TOUS
*Iotti, 1997 Italie ¹ [45]	SI	I: Ventilation pour insuffisance respiratoire aigüe E: MPOC	58 TOUS	100	58 TOUS	100
°Kirkegaard, 1987 Danemark ² [46]	Hôpital	I: Patient ayant une neurochirurgie	52 MED	NR	36 MED	NR
*Kirtan, 1997 États-Unis [47]	SI trauma	I : Patient nécessitant une VM E: ventilation initiée dans une autre unité	47	NR	47	NR
*Kollef, 1998 États-Unis [48]	SI méd et chx	I : Adultes nécessitant une VM E : ventilation initiée dans une autre unité, transplantation antérieure cœur ou foie, hémoptysie massive	58	16	59	18
*Lacherade, 2005 France [49]	SI	I: Patient nécessitant VM > 48 h E: Patients déjà ventilés, contre-indications aux ECH ou CHC, admission après arrêt cardiaque, recrutement dans une étude clinique ou décision hâtive d'arrêter le traitement	55	38	55	28
°Le Bourdelles, 1996 France ^{1,3} [50]	Hôpital	I: Patients qui reçoivent une pression respiratoires de support durant le sevrage de la VM	63 TOUS	53 TOUS	63 TOUS	53 TOUS
°Lorente, 2006 Espagne [51]	SI	I: Adultes nécessitant VM ≥ 5 jours E: < 18 ans, VIH, leucocytes < 1000/mm ³ , tumeur hématologique, thérapie immunosuppression	56	24	55	31
°Luchetti, 1998 Italie [52]	SI	I: Patients gravement malades sous VM	NR 18-34	NR	NR 18-34	NR
°MacIntyre, 1983 États-Unis ^{1, 3} [53]	Hôpital	I: Patients stables nécessitant une VM	60 TOUS	35 TOUS	60 TOUS	35 TOUS
°Martin, 1990 France [54]	SI	I: Patients recevant VM > 24 h	61	48	54	51

°Memish, 2001 Arabie Saoudite [55]	SI chx	I: Patients intubés nécessitant VM avec preuves d'infection respiratoires ou systémique E: ventilé < 48 h	48	36 TOUS	46	36 TOUS
°Misset, 1991 France [56]	SI	I: Patients prévu avec VM > 5 jours	53	NR	49	NR
°Oguz, 2013 Turquie [57]	SI	I: Patients au 1 ^{er} jour intubation, pas de préintubation pour pneumonie, référence externe sans infection, pas d'antibiothérapie pour infection pulmonaire, radiographie négative pour infiltration	48 ± 2	NR	45 ± 2	NR
°Pelosi, 1996 Italie ¹ [58]	SI	I: Insuffisance respiratoire modérée + VM E: MPOC	54 TOUS	100	54 TOUS	100
°Ricard, 1999 France [59]	SI	I: Patients nécessitant une VM	54 TOUS	58 TOUS	54 TOUS	58 TOUS
°Roustan, 1992 France [60]	SI	I: Patients nécessitant une VM avec TE E: Jet ventilation à fréquence élevée	53	53	49	38
°Villafane, 1996 France [61]	SI	I: Patients nécessitant une VM avec TE	45 TOUS	100	45 TOUS	100

*Études financées par l'industrie; ° financement non rapporté

VM : ventilation mécanique; NR : non rapporté; SI : soins intensifs; ECR : essai clinique randomisé; med. : médiane; ET : écart-type; TE : tube endotrachéale; chx : chirurgicaux; méd : médicaux; postop : postopératoire; MPOC : maladie pulmonaire obstructive chronique; VIH : virus de l'immunodéficience humaine; ECH : échangeur de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant

¹ devis croisé

² patients hospitalisés, neurochirurgie

³ patients hospitalisés, unité de soins non précisée

ANNEXE 7. PRINCIPAUX DISPOSITIFS ET PROCÉDURES ASSOCIÉES À L'HUMIDIFICATION DANS LES ÉTUDES ORIGINALES PORTANT SUR L'UTILISATION DES TYPES DE DISPOSITIFS D'HUMIDIFICATION CHEZ LES PATIENTS SOUS VI

Auteur, années Pays (réf.)	ECH			CHC	
	Type (n patients) Modèle (manufacturier)	Fréquence changement (h)	Temps dans l'étude (j)	Modèle (n patients) Manufacturier	Temps dans l'étude (j)
°Alcoforado, 2012 Brésil [36]	Hygro (8) Hygrobac S (DAR)	24	Méd. 7	Misty 3 Intermed (7) NR	Méd. 7
*Boots, 1997 Australie [38]	Hygro (42) Humid-Vent (Gibeck)	24	Méd. 6	MR730 (41) F & P	Méd. 6
*Boots, 2006 Australie [37]	Hygro (190) Humid-Vent (Gibeck)	24	Méd. 6	MR730/MR290 (191) F & P	Méd. 8
*Branson, 1996 États-Unis [39]	Hygro (49) NR (Baxter)	NR	Moy. 5	MR730 (54) F & P	Moy. 4
°Campbell, 2000 États-Unis ¹ [40]	Hygro (26) Humid-Vent (Gibeck) (26) NR (Mallinckrodt) (26)	NR	1 h	MR730 (26) F & P	1 h
°Diaz, 2002 Brésil [41]	Hygro (23) NR (NR)	NR	NR	NR (20)	NR
°Dreyfuss, 1995 France [42]	Hygro/hydro (61) Hygrobac II (DAR)	24	Méd. 10	BC/MR460 (70) PB/ F & P	Méd. 12
°Girault, 2003 France ¹ [43]	Hygro (11) Hygrobac (DAR)	NR	2 X 20 min	MR730 (11) F & P	2 X 20 min
°Hurni, 1997 Suisse [44]	Hygro (59) Hygroster (DAR)	NR	Moy. 8	NR (56) F & P	Moy. 8
*Iotti, 1997 Italie ¹ [45]	Hygro (20) Umid-Vent 2S (Gibeck) (10) Hygroster (DAR) (10)	NR	1-2h	MR450 (10) F & P	1-2 h
°Kirkegaard, 1987 Danemark ² [46]	Hygro (15) Engstrom Edith (Gambro)	NR	3	NR (15) Hygrotherm	3
*Kirtan, 1997 États-Unis [47]	Hydro (140) BB100-F (Pall)	NR	NR	NR (140) NR	NR
*Kollef, 1998 États-Unis [48]	Hygro (163) NR (Nellcor PB)	NR	Moy. 4	MR730 (147) F & P	Moy. 4
*Lacherade, 2005 France [49]	Hygro (185) DAR Hygrobac (Tyco Healthcare/Nellcor)	48	Moy. 14	MR730/Aerodyne 2000 (184) F & P/ TH-N	Moy. 15
°Le Bourdelles, 1996 France ^{1, 3} [50]	Hygro (15) Hygrobac (DAR)	NR	20 min	MR450 (15) F & P	20 min
°Lorente, 2006 Espagne [51]	NR (53) Edith Flex (Datex- Ohmeda)	48	Moy. 20	MR850/ Aerodyne 2000 (51) F & P/ TH-N	Moy. 21
°Luchetti, 1998 Italie [52]	Hygro (15) Hygrobac (DAR)	24	3 à 7	Cascade II (15)/MR600 (15) PB/ F & P	3 à 7
°MacIntyre, 1983 États-Unis ^{1, 3} [53]	Hygro (26) Servo (NR)	NR	1	NR (26) PB	1
°Martin, 1990 France [54]	Hydro (31) Ultipor (Pall)	24	Moy. 10	NR (42) NR	Moy. 14
°Memish, 2001 Arabie Saoudite [55]	Hygro (120) Hudson RCI	NR	Moy. 9	NR (123) NR	Moy. 9
°Misset, 1991 France [56]	Hydro (30) Ultipor BB2215 (Pall)	24	Moy. 12	Cascade II/MR450 (26) PB/ F & P	Moy. 11
°Oguz, 2013 Turquie [57]	NR (18) NR (NR)	24	5,56	NR (17) NR	5,82
°Pelosi, 1996 Italie ¹ [58]	Hygro (14) Hygroster (7) Hygrobac-S (DAR) (7)	NR	90 min	MR450 (14) F & P	90 min
°Ricard, 1999 France ¹ [59]	Hydro (40) Ultipor BB2215 (Pall) (20)	NR	3 heures	NR (15) F & P	3 heures

	Biomedical BB50 (Pall) (20) Hydro/Hygro (30) Hygrobac (DAR) (10) Ultipor BB100 (Pall) (20)				
°Roustan, 1992 France [60]	Hydro (55) BB2215 (Pall)	24	Moy. 11	Aquapor (61) Drager	Moy. 8
°Villafane, 1996 France [61]	Hydro (16) BB2215 (Pall) (8)/Hygrobac(DAR) (8)	24	Moy. 6	MR310 (7) F & P	Moy. 6

*Études financées par l'industrie; ° financement non rapporté

VM : ventilation mécanique; NR : non rapporté; SI : soins intensifs; ECR : essai clinique randomisé; F & P : Fisher & Paykel; méd. : médiane; moy. : moyenne; PB : Puritan-Bennett; Hygro : hygrosopique; Hydro : hydrophobe; BC : Bennett Cascade; TH-N : Tyco Healthcare/Nellcor; VI : ventilation invasive; ECH : échangeur de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant

¹ devis croisé

² patients hospitalisés, neurochirurgie

³ patients hospitalisés, unité de soins non précisée

ANNEXE 8. DISPOSITIFS ET DURÉE DE LA PÉRIODE SOUS VNI ÉTUDIÉE DANS LES ÉTUDES ORIGINALES PORTANT SUR L'UTILISATION DES TYPES DE DISPOSITIFS D'HUMIDIFICATION CHEZ LES PATIENTS SOUS VNI

Auteurs, années Pays (réf.)	ECH		CHC	
	Type (n patients) Manufacturier	Période sous VNI étudiée	Modèle (n patients) Manufacturier	Période sous VNI étudiée
*Boyer, 2010 ¹ France [31]	Edith Flex (40) Datex Ohmeda	2 X 30 min	MR730 (40) F & P	2 X 30 min
°Jaber, 2002 ¹ France [32]	Hygrobac (24) DAR	2 X 20 min	MR730 (24) F & P	2 X 20 min
*Lellouche, 2002 ¹ France [34]	Hygrobac/Hygrobac S (9) DAR	4 X 20 min	MR850 (9) F & P	4 X 20 min
*Lellouche, 2012 ¹ France [35]	Hygrobac (81) DAR	2 X 30 min	MR850 (81) F & P	2 X 30 min
*Lellouche, 2014 France, Italie, Tunisie, Canada [33]	Hygrobac (128) Tyco Healthcare	Jusqu'à intubation ou fin VNI	MR850 (119) F & P	13 mois

NR : non rapporté; F & P : Fisher & Paykel; VNI : ventilation non invasive; ECH : échangeur de chaleur et d'humidité; CHC : circuit humidifiant chauffant
¹ devis croisé

*Études financées par l'industrie; ° financement non rapporté

RÉFÉRENCES

- [1] Ricard JD, Markowicz D, Dreyfuss D. Utilisation des filtres échangeurs de chaleur et d'humidité au cours de la ventilation mécanique des patients de réanimation. *Réanimation*. 2001(10): 44-52.
- [2] Cerpa F, Caceres D, Romero-Dapuerto C, Giugliano-Jaramillo C, Perez R, Budini H, et al. Humidification on Ventilated Patients: Heated Humidifications or Heat and Moisture Exchangers? *The open respiratory medicine journal*. 2015; 9: 104-11.
- [3] Jolliet P. Airway humidification during mechanical ventilation: Which technique? *Medecine et Hygiene*. 2004; 62(2495): 1740-5.
- [4] Hall J. Guyton and Hall textbook of medical physiology (12th ed.). Philadelphia, Pa.: Saunders/Elsevier. 2011.
- [5] Plotnikow GA, Accoce M, Navarro E, Tiribelli N. Humidification and heating of inhaled gas in patients with artificial airway. A narrative review. *Revista Brasileira de terapia intensiva*. 2018; 30(1): 86-97.
- [6] Haziot N. Création d'un banc de test des humidificateurs chauffants en ventilation invasive. Sciences du Vivant [q-bio]. dumas-01618327. 2016.
- [7] Stefan MS, Shieh MS, Pekow PS, Rothberg MB, Steingrub JS, Lagu T, et al. Epidemiology and outcomes of acute respiratory failure in the United States, 2001 to 2009: a national survey. *J Hosp Med*. 2013; 8(2): 76-82.
- [8] Goligher E, Ferguson ND. Mechanical ventilation: epidemiological insights into current practices. *Current opinion in critical care*. 2009; 15(1): 44-51.
- [9] 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. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2017; 12(12): Cd008380.
- [10] Monsel A, Le Corre M, Deransy R, Brisson H, Arbelot C, Vézinet C, et al. "Mechanical ventilation: From bench to bedside": Which endotracheal tube, which respiratory circuit, which ventilator? *Anesthesie et Reanimation*. 2018; 4(2): 180-9.
- [11] Walter JM, Corbridge TC, Singer BD. Invasive Mechanical Ventilation. *Southern medical journal*. 2018; 111(12): 746-53.
- [12] Elliott MW. Non-invasive ventilation: Essential requirements and clinical skills for successful practice. *Respirology (Carlton, Vic)*. 2019; 24(12): 1156-64.
- [13] Lellouche F. Which humidification technology should be used for invasive and noninvasive ventilation? *Reanimation*. 2016; 25(1): 35-55.
- [14] Piper A, Chu CM. Non-invasive ventilation: Inspiring clinical practice. *Respirology (Carlton, Vic)*. 2019; 24(4): 306-7.
- [15] Wu C, Wu D, Zhang S, Zhong Y. Risk factors of ventilator-associated pneumonia in critically ill patients. *Front Pharmacol*. 2019; 10(482).
- [16] Al Ashry HS, Modrykamien AM. Humidification during mechanical ventilation in the adult patient. *BioMed research international*. 2014; 2014: 715434.
- [17] Schumann S, Stahl CA, Moller K, Priebe HJ, Guttman J. Moisturizing and mechanical characteristics of a new counter-flow type heated humidifier. *British journal of anaesthesia*. 2007; 98(4): 531-8.
- [18] Doyle A, Mariyaselvam M, Wijewardena G, English N, Gent E, Young P. The simultaneous use of a heat and moisture exchanger and a heated humidifier causes critical airway occlusion in less than 24 hours. *Journal of critical care*. 2015; 30(4): 863.e1-3.
- [19] 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 étapes de réalisation d'un projet d'ETMIS. Québec, février 2019, 30 p.
- [20] Kung J, Chiappelli F, Cajulis OO, Avezova R, Kossan G, Chew L, et al. From Systematic Reviews to Clinical Recommendations for Evidence-Based Health Care: Validation of Revised Assessment of Multiple Systematic Reviews (R-AMSTAR) for Grading of Clinical Relevance. *Open Dent J*. 2010; 4: 84-91.
- [21] 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.

- [22] Davidson AC, Banham S, Elliott M, Kennedy D, Gelder C, Glossop A, et al. BTS/ICS guideline for the ventilatory management of acute hypercapnic respiratory failure in adults. *Thorax*. 2016; 71 Suppl 2: ii1-35.
- [23] Hess DR, Kallstrom TJ, Mottram CD, Myers TR, Sorenson HM, Vines DL. Care of the ventilator circuit and its relation to ventilator-associated pneumonia. *Respiratory care*. 2003; 48(9): 869-79.
- [24] Muscedere J, Dodek P, Keenan S, Fowler R, Cook D, Heyland D. Comprehensive evidence-based clinical practice guidelines for ventilator-associated pneumonia: Prevention. *Journal of critical care*. 2008; 23(1): 126-37.
- [25] Restrepo RD, Walsh BK. Humidification during invasive and noninvasive mechanical ventilation: 2012. *Respiratory care*. 2012; 57(5): 782-8.
- [26] Tablan OC, Anderson LJ, Besser R, Bridges C, Hajjeh R. Guidelines for preventing health-care--associated pneumonia, 2003: recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. *MMWR Recommendations and reports : Morbidity and mortality weekly report Recommendations and reports*. 2004; 53(Rr-3): 1-36.
- [27] Gillies D, Todd DA, Foster JP, Batuwitage BT. Heat and moisture exchangers versus heated humidifiers for mechanically ventilated adults and children. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2017; 9: Cd004711.
- [28] Menegueti MG, Auxiliadora-Martins M, Nunes AA. Effectiveness of heat and moisture exchangers in preventing ventilator-associated pneumonia in critically ill patients: A meta-analysis. *BMC anesthesiology*. 2014; 14(1).
- [29] Roquilly A, Marret E, Abraham E, Asehnoune K. Pneumonia prevention to decrease mortality in intensive care unit: a systematic review and meta-analysis. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*. 2015; 60(1): 64-75.
- [30] Vargas M, Chiumello D, Sutherasan Y, Ball L, Esquinas AM, Pelosi P, et al. Heat and moisture exchangers (HMEs) and heated humidifiers (HHs) in adult critically ill patients: A systematic review, meta-analysis and meta-regression of randomized controlled trials. *Critical Care*. 2017; 21(1).
- [31] Boyer A, Vargas F, Hilbert G, Gruson D, Mousset-Hovaere M, Castaing Y, et al. Small dead space heat and moisture exchangers do not impede gas exchange during noninvasive ventilation: A comparison with a heated humidifier. *Intensive care medicine*. 2010; 36(8): 1348-54.
- [32] Jaber S, Chanques G, Matecki S, Ramonatxo M, Souche B, Perrigault PF, 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 medicine*. 2002; 28(11): 1590-4.
- [33] Lellouche F, L'Her E, Abroug F, Deye N, Rodriguez PO, Rabbat A, 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 medicine*. 2014; 40(2): 211-9.
- [34] Lellouche F, Maggiore SM, Deye N, Taille S, Pigeot J, Harf A, et al. Effect of the humidification device on the work of breathing during noninvasive ventilation. *Intensive care medicine*. 2002; 28(11): 1582-9.
- [35] Lellouche F, Pignataro C, Maggiore SM, Girou E, Deye N, Taille S, 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.
- [36] Alcoforado L, Paiva D, Souza da Silva F, Martins Glavuo A, Galindo Filho VC, Cunha Branduo D. Heat and moisture exchanger: protection against lung infection? Pilot study. *Fisioterapia e Pesquisa* 2012; 19(1): 57-62.
- [37] Boots RJ, George N, Faoagali JL, Druery J, Dean K, Heller RF. Double-heater-wire circuits and heat-and-moisture exchangers and the risk of ventilator-associated pneumonia. *Critical care medicine*. 2006; 34(3): 687-93.
- [38] Boots RJ, Howe S, George N, Harris FM, Faoagali J. Clinical utility of hygroscopic heat and moisture exchangers in intensive care patients. *Critical care medicine*. 1997; 25(10): 1707-12.
- [39] Branson RD, Davis K, Brown RJ, Rashkin MC. Comparison of three humidification techniques during mechanical ventilation: patient selection, cost and infections considerations. *Respiratory care*. 1996; 41(9): 809-16.
- [40] Campbell RS, Davis Jr K, Johannigman JA, Branson RD. The effects of passive humidifier dead space on respiratory variables in paralyzed and spontaneously breathing patients. *Respiratory care*. 2000; 45(3): 306-12.
- [41] Diaz RB, Barbosa DA, Bettencourt AR, Vianna LAC, Gir E, Guimaraes T. Evaluation of the use of hygroscopic humidifier filters to prevent nosocomial pneumonia. *Acta Paulista de Enfermagem*. 2002; 15(4): 32-44.
- [42] Dreyfuss D, Djedaïni K, Gros I, Mier L, Le Bourdellés G, Cohen Y, et al. Mechanical ventilation with heated humidifiers or heat and moisture exchangers: Effects on patient colonization and incidence of nosocomial pneumonia. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 1995; 151(4): 986-92.
- [43] Girault C, Breton L, Richard JC, Tamion F, Vandelet P, Aboab J, et al. Mechanical effects of airway humidification devices in difficult to wean patients. *Critical care medicine*. 2003; 31(5): 1306-11.

- [44] Humi JM, Feihl F, Lazor R, Leuenberger P, Perret C. Safety of combined heat and moisture exchanger filters in long-term mechanical ventilation. *Chest*. 1997; 111(3): 686-91.
- [45] Iotti GA, Olivei MC, Palo A, Galbusera C, Veronesi R, Comelli A, et al. Unfavorable mechanical effects of heat and moisture exchangers in ventilated patients. *Intensive care medicine*. 1997; 23(4): 399-405.
- [46] Kirkegaard L, Andersen BN, Jensen S. [Moistening of inspired air during respirator treatment. Comparison between the water-bath evaporator and hygroscopic moisture heat exchanger]. *Ugeskrift for læger*. 1987; 149(3): 152-5.
- [47] Kirton OC, DeHaven B, Morgan J, Morejon O, Civetta J. A prospective, randomized comparison of an in-line heat moisture exchange filter and heated wire humidifiers: Rates of ventilator-associated early-onset (community-acquired) or late-onset (hospital-acquired) pneumonia and incidence of endotracheal tube occlusion. *Chest*. 1997; 112(4): 1055-9.
- [48] Kollef MH, Shapiro SD, Boyd V, Silver P, Von Harz B, Trovillion E, et al. A randomized clinical trial comparing an extended-use hygroscopic condenser humidifier with heated-water humidification in mechanically ventilated patients. *Chest*. 1998; 113(3): 759-67.
- [49] Lacherade JC, Auburtin M, Cerf C, Van De Louw A, Soufir L, Rebufat Y, et al. Impact of Humidification Systems on Ventilator-associated Pneumonia a Randomized Multicenter Trial. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2005; 172(10): 1276-82.
- [50] Le Bourdelles G, Mier L, Fiquet B, Djedaini K, Saumon G, Coste F, et al. Comparison of the effects of heat and moisture exchangers and heated humidifiers on ventilation and gas exchange during weaning trials from mechanical ventilation. *Chest*. 1996; 110(5): 1294-8.
- [51] Lorente L, Lecuona M, Jimenez A, Mora ML, Sierra A. Ventilator-associated pneumonia using a heated humidifier or a heat and moisture exchanger: a randomized controlled trial [ISRCTN88724583]. *Critical care (London, England)*. 2006; 10(4): R116.
- [52] Luchetti M, Stuardi A, Castelli G, Marraro G. Comparison of three different humidification systems during prolonged mechanical ventilation. *Minerva anesthesiologica*. 1998; 64(3): 75-81.
- [53] MacIntyre NR, Anderson HR, Silver RM, et al. Pulmonary function in mechanically-ventilated patients during 24-hour use of a hygroscopic condenser humidifier. *Chest*. 1983; 84(5): 560-4.
- [54] Martin C, Perrin G, Gevaudan MJ, Saux P, Gouin F. Heat and moisture exchangers and vaporizing humidifiers in the intensive care unit. *Chest*. 1990; 97(1): 144-9.
- [55] Memish ZA, Oni GA, Djazmati W, Cunningham G, Mah MW. A randomized clinical trial to compare the effects of a heat and moisture exchanger with a heated humidifying system on the occurrence rate of ventilator-associated pneumonia. *American journal of infection control*. 2001; 29(5): 301-5.
- [56] Misset B, Escudier B, Rivara D, Leclercq B, Nitenberg G. Heat and moisture exchanger vs heated humidifier during long-term mechanical ventilation; A prospective randomized study. *Chest*. 1991; 100(1): 160-3.
- [57] Oğuz S, Değer İ. Ventilator-associated pneumonia in patients using HME filters and heated humidifiers. *Irish journal of medical science*. 2013; 182(4): 651-5.
- [58] Pelosi P, Solca M, Ravagnan I, Tubiolo D, Ferrario L, Gattinoni L. Effects of heat and moisture exchangers on minute ventilation, ventilatory drive, and work of breathing during pressure-support ventilation in acute respiratory failure. *Critical care medicine*. 1996; 24(7): 1184-8.
- [59] Ricard JD, Markowicz P, Djedaini K, Mier L, Coste F, Dreyfuss D. Bedside evaluation of efficient airway humidification during mechanical ventilation of the critically ill. *Chest*. 1999; 115(6): 1646-52.
- [60] Roustan JP, Kienlen J, Aubas P, Aubas S, du Cailar J. Comparison of hydrophobic heat and moisture exchangers with heated humidifier during prolonged mechanical ventilation. *Intensive care medicine*. 1992; 18(2): 97-100.
- [61] Villafane MC, Cinnella G, Lofaso F, Isabey D, Harf A, Lemaire F, et al. Gradual reduction of endotracheal tube diameter during mechanical ventilation via different humidification devices. *Anesthesiology*. 1996; 85(6): 1341-9.
- [62] Thomachot L, Viviani X, Arnaud S, Violet R, Albanese J, Martin C. Preservation of humidity and heat of respiratory gases in spontaneously breathing, tracheostomized patients. *Acta anaesthesiologica Scandinavica*. 1998; 42(7): 841-4.
- [63] Thomachot L, Viviani X, Lagier P, Dejode JM, Albanese J, Martin C. Measurement of tracheal temperature is not a reliable index of total respiratory heat loss in mechanically ventilated patients. *Critical care (London, England)*. 2001; 5(1): 24-30.
- [64] Bissonnette B, Sessler DI. Passive or active inspired gas humidification increases thermal steady-state temperatures in anesthetized infants. *Anesthesia and analgesia*. 1989; 69(6): 783-7.

- [65] Bissonnette B, Sessler DI, LaFlamme P. Passive and active inspired gas humidification in infants and children. *Anesthesiology*. 1989; 71(3): 350-4.
- [66] Daoud P, Casadevall I, Hartmann JF, Mercier JC, Beauvils F. Artificial noses versus cascade humidifiers: compared clinical effects in ventilated neonates *Reanimation Soins Intensifs Medecine D'Urgence*. 1991; 7(1): 5-8.
- [67] Deriaz H, Fiez N, Lienhart A. Comparative effects of a hygroscopic filter and a heated humidifier on intraoperative hypothermia. *Annales Francaises d'Anesthesie et de Reanimation*. 1992; 11(2): 145-9.
- [68] Goldberg ME, Epstein R, Rosenblum F, Larijani GE, Marr A, Lessin J, et al. Do heated humidifiers and heat and moisture exchangers prevent temperature drop during lower abdominal surgery? *Journal of clinical anesthesia*. 1992; 4(1): 16-20.
- [69] Linko K, Honkavaara P, Nieminen MT. Heated humidification in major abdominal surgery. *European journal of anaesthesiology*. 1984; 1(3): 285-91.
- [70] Yam PC, Carli F. Maintenance of body temperature in elderly patients who have joint replacement surgery. A comparison between the heat and moisture exchanger and heated humidifier. *Anaesthesia*. 1990; 45(7): 563-5.
- [71] Martin C, Papazian L, Perrin G, Saux P, Gouin F. Preservation of humidity and heat of respiratory gases in patients with a minute ventilation greater than 10 L/min. *Critical care medicine*. 1994; 22(11): 1871-6.
- [72] Lorente L, Lecuona M, Málaga J, Revert C, Mora ML, Sierra A. Bacterial filters in respiratory circuits: an unnecessary cost? *Critical care medicine*. 2003; 31(8): 2126-30.
- [73] Martin C, Papazian L, Perrin G, Bantz P, Gouin F. Performance evaluation of three vaporizing humidifiers and two heat and moisture exchangers in patients with minute ventilation > 10 L/min. *Chest*. 1992; 102(5): 1347-50.
- [74] Martin C, Thomachot L, Quinio B, Viviani X, Albanese J. Comparing two heat and moisture exchangers with one vaporizing humidifier in patients with minute ventilation greater than 10 L/min. *Chest*. 1995; 107(5): 1411-5.
- [75] Lellouche F, Taille S, Lefrancois F, Deye N, Maggiore SM, Juvet P, et al. Humidification performance of 48 passive airway humidifiers: comparison with manufacturer data. *Chest*. 2009; 135(2): 276-86.
- [76] Unité d'évaluation des technologies et des modes d'interventions en santé (UETMIS). COVID-19 et modalités de changement des échangeurs de chaleur et d'humidité. https://www.winesssqcca/fileadmin/doc/INESSS/COVID-19/COVID-19_Echangeur_chaleur-humiditepdf. 2020: 8.
- [77] Craven DE, Connolly MG, Jr., Lichtenberg DA, Primeau PJ, McCabe WR. Contamination of mechanical ventilators with tubing changes every 24 or 48 hours. *The New England journal of medicine*. 1982; 306(25): 1505-9.
- [78] Craven DE, Goularte TA, Make BJ. Contaminated condensate in mechanical ventilator circuits. A risk factor for nosocomial pneumonia? *The American review of respiratory disease*. 1984; 129(4): 625-8.

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, DE L'ÉTHIQUE
ET DES AFFAIRES INSTITUTIONNELLES (**DQEEAI**)

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
UETMIS@CHUDEQUEBEC.CA
