



Open Access Full Text Article

RESEARCH ARTICLE

Les composantes internes des machines d'anesthésie : revue systématique sur la pertinence des méthodes de prévention des infections

[Internal components of anesthesia machines: a systematic review of the infection prevention measures appropriateness]

Geneviève Asselin¹
Sylvain Bussi eres¹
Martin Coulombe¹
Alice Nourissat¹
Marc Rhains¹

¹Health Technology Assessment Unit, CHU de Québec – Université Laval, Hôpital St-François d'Assise

Correspondence:
D  Marc Rhains, Health Technology Assessment Unit, CHU de Québec – Université Laval, Hôpital St-François d'Assise, 10 rue de l'Espinay, Québec (Québec), G1L3L5, Canada

Email:
marc.rhains@chuq.qc.ca

Article received:
20 June 2016

First response:
24 June 2016

Article accepted:
12 July 2016

 2016 Asselin et al., publisher and licensee CybelePress.com. This is an Open Access article, allowing unrestricted non-commercial use, provided the original work is properly cited.

R sum e : Les composantes internes des machines d'anesthésie utilis es en salle d'opération sont class es parmi le matériel non-critique en fonction du risque à la santé que représente ce type de dispositifs. Des données récentes suggèrent que ces composantes pourraient être associ es à la transmission de pneumonies postopératoires. L'objectif de cette étude est de déterminer quelles sont les pratiques optimales (filtres respiratoires, méthodes de désinfection)   préconiser pour prévenir la contamination des composantes internes des machines d'anesthésie utilis es en salle d'opération. Un recensement systématique des publications scientifiques a été effectué à partir de bases de données index es (*PubMed, Embase, Centre for Reviews and Dissemination, Cochrane Library*) et de la littérature grise. L'indicateur primaire retenu pour juger de l'efficacité de l'usage des filtres respiratoires et des méthodes de désinfection est le taux d'infections respiratoires nosocomiales. Les données probantes disponibles suggèrent que l'utilisation de filtres respiratoires ne prévient pas complètement la contamination du circuit expiratoire des machines d'anesthésie. L'analyse des données ne permet pas non plus de déterminer si la contamination des composantes internes ou l'utilisation de filtres respiratoires a un réel impact sur les taux d'infections nosocomiales. La plupart des recommandations des guides de pratique sont imprécises quant à la fréquence et aux techniques de désinfection à utiliser. Dans une approche prudente de gestion des risques, l'utilisation de filtres respiratoires pour chaque patient, d'une méthode de désinfection de haut niveau et le respect de règles d'hygiène lors du remontage des composantes internes des machines d'anesthésie représentent ainsi une cible à atteindre.

Mots clés : machine d'anesthésie, filtre respiratoire, désinfection, contamination.

Abstract: Internal components of anesthesia machines used in the operating room are classified as non-critical equipment based on the risk to health posed by such devices. Recent data suggest that these components may be associated with the transmission of postoperative pneumonia. The objective of this study is to determine the most appropriate practices (respiratory filters, disinfection methods) to prevent contamination of internal components of anesthesia machines used in the operating room. A systematic literature search was performed in PubMed, Embase, Centre for Reviews and Dissemination, the Cochrane Library and the grey literature. The primary indicator of effectiveness is the rate of hospital-acquired respiratory infections. Results suggest that the use of breathing filters does not completely prevent contamination of expiratory circuit of anesthesia machines. In addition, analysis of the data does not indicate whether contamination of internal components or use of breathing filters has a real impact on nosocomial infection rates. Overall, practice guidelines recommendations are unclear on the frequency and the disinfection methods to use. Good practices in preventing contamination of internal components of anesthesia machines should include the use of breathing filters for each patient, the use of appropriate methods of high-level disinfection and compliance with the hygiene rules for handling and reassembling of components.

Keywords: anesthesia machine, bacterial filter, disinfection, equipment contamination, cross-infection.

La désinfection de ces composantes et/ou l'utilisation de filtres respiratoires figurent actuellement parmi les mesures de prévention proposées [9, 10]. Il existe sur le marché deux grandes classes de filtres, qui se différencient par la composition de leurs membranes, soit les filtres hydrophobes plissés (FHP) et les filtres électrostatiques (FE) [11]. Les FHP empêchent mécaniquement le passage des particules et des microorganismes en raison de la petite taille de leurs pores. Les FE fonctionnent plutôt selon un principe magnétique : les fibres chargées électrostatiquement retiennent les particules lors de leur passage à travers la membrane. Plusieurs positionnements de ces filtres sur le circuit respiratoire externe sont possibles, notamment entre la pièce en Y du circuit et l'extrémité proximale du tube endotrachéal ou sur les bras inspiratoire ou expiratoire du circuit près de la machine d'anesthésie (Figure 1). Les résultats des études *in vitro* et *in vivo* issus de la littérature actuelle suggèrent que les filtres respiratoires ne sont pas équivalents quant à leurs performances de filtration [5-7, 12-23]. De plus, l'utilisation de filtres respiratoires comporterait également des inconvénients résultant de l'espace mort et de la résistance au débit gazeux qu'ils imposent ainsi que du risque d'obstruction par les sécrétions du patient [24, 25]. Certains guides de pratique clinique recommandent de procéder à une désinfection des composantes internes des machines d'anesthésie selon les instructions du fabricant [10, 26-29]. Cependant, les indications des fabricants sont le plus souvent imprécises et incomplètes. Par conséquent, les protocoles relatifs à la fréquence et aux méthodes de désinfection des machines d'anesthésie ne sont pas uniformes entre les hôpitaux.

Objectifs

Les objectifs de la présente revue systématique sont :

- 1) Évaluer l'efficacité des filtres respiratoires placés sur le circuit anesthésique externe des machines d'anesthésie pour prévenir la contamination virale, bactérienne et fongique des composantes internes des machines d'anesthésie.
- 2) Évaluer l'efficacité des techniques de désinfection des composantes internes des machines d'anesthésie.
- 3) Documenter les effets indésirables liés à l'utilisation de filtres respiratoires et aux techniques de désinfection des composantes internes des machines d'anesthésie.

Méthodologie

Un recensement des publications scientifiques a été effectué entre le 1^{er} janvier 2000 et le 9 avril 2015 à partir de bases de données indexées (*Medline [PubMed], Embase, Centre for Reviews and Dissemination, Cochrane Library*) et de la littérature grise pour évaluer l'efficacité et l'innocuité des filtres respiratoires et des méthodes de désinfection des composantes internes des machines d'anesthésie. Le Tableau 1 résume les critères d'éligibilité, les limites, ainsi que les indicateurs utilisés pour effectuer la recherche documentaire. Les principaux termes Mesh utilisés incluent "Filtration/instrumentation" [Mesh], "Anesthesiology" [Mesh], "Anesthesia" [Mesh], "Cross Infection" [Mesh], "Equipment Contamination" [Mesh], "Respiratory Tract Infections" [Mesh] et "Airway Obstruction/complications" [Mesh], "Decontamination" [Mesh], "Sterilization" [Mesh]. Les stratégies complètes de recherche utilisées sont présentées en annexe. 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. Les bibliographies des articles consultés ont aussi été examinées. Une

recherche complémentaire a été réalisée en utilisant les moteurs de recherche *Google Scholar* et *Open access journals* (<http://www.scirp.org>) pour identifier des publications en libre accès. La base de données MAUDE de la *Food and Drug Administration* (FDA) a été consultée pour la recherche d'évènements indésirables liés à l'utilisation de filtres respiratoires. Les termes « *breathing circuit bacterial filter* »

ont été sélectionnés et couplés aux évènements suivants : « *death* », « *occlusion within device* », « *obstruction within device* » ou « *blockage within device* ».

Deux évaluateurs ont procédé de manière indépendante à la sélection, à l'évaluation de la qualité des documents et à l'extraction des données (GA et SB). Les désaccords ont été résolus avec l'implication d'un troisième évaluateur

Tableau 1 : Critères d'éligibilité et limites pour la recherche documentaire portant sur l'efficacité et l'innocuité des filtres respiratoires et des méthodes de désinfection des composantes internes des machines d'anesthésie

	Filtres respiratoires	Méthodes de décontamination
CRITÈRES D'INCLUSION		
Population	Toute personne sous anesthésie générale au bloc opératoire *	
Intervention	Filtres respiratoires utilisés sur les circuits anesthésiques externes des machines d'anesthésie (différents types de filtres, différents positionnements)	Méthodes de désinfection - différents intervalles de temps (p. ex. : mensuel, annuel) - différents procédés (p. ex. : stérilisation, alcool 70 %, Cidex®) - différentes méthodes de remontage
Comparateur	Autres types de filtres respiratoires, aucun filtre ou aucun comparateur	Autre modalité de désinfection (fréquence ou procédé)
Résultats	<u>Indicateur primaire d'efficacité :</u> Taux d'infections respiratoires nosocomiales	
	<u>Indicateurs secondaires d'efficacité :</u> - Taux de contamination - Capacité de filtration (NaCl, bactéries, virus) <u>Indicateurs d'innocuité:</u> - Effets indésirables liés à l'utilisation d'un filtre respiratoire (p. ex. : obstruction du filtre)	<u>Indicateur secondaire d'efficacité :</u> - Taux de contamination <u>Indicateurs d'innocuité :</u> - Bris des composantes internes, détérioration du matériel - Fuites du circuit anesthésique, impact sur le débit (<i>flow</i>)
Types de documents hiérarchisés en fonction de la force du devis	I. Rapports d'ETMIS, revues systématiques (RS) avec ou sans méta-analyse, guides de pratique II. Essais cliniques randomisés (ECR) III. Études observationnelles IV. Séries de cas V. Études de cas VI. Études de laboratoire VII. Avis ou consensus d'experts	
LIMITES		

Langue : français et anglais

Période : 1^{er} janvier 2000 au 9 avril 2015

* Population prioritaire. Dans l'éventualité où les données disponibles seraient insuffisantes, la recherche documentaire sera élargie à des études de laboratoire.

(MR). L'évaluation de la qualité méthodologique des guides de pratique et des études originales a été réalisée à l'aide de la grille AGREE II [30] et à partir des grilles d'analyse adaptées du guide méthodologique de recherche et d'analyse documentaire de l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du Centre hospitalier universitaire de Québec [31], respectivement.

Un groupe de travail composé d'experts du CHU de Québec – Université Laval et de plusieurs établissements du Réseau universitaire intégré de santé de l'Université Laval a participé à la démarche d'évaluation afin de contribuer à la compréhension du contexte des établissements, à l'identification des aspects organisationnels à considérer ainsi qu'à l'élaboration des constats et des recommandations.

Résultats

Efficacité des filtres respiratoires

Au total, 508 publications portant sur l'efficacité des filtres ont été sélectionnées et évaluées pour leur éligibilité (Figure 2a). Les 25 documents inclus consistent en huit guides de pratique clinique [9, 10, 26-29, 32, 33], un avis d'experts [4], un essai clinique randomisé (ECR) [2], huit études *in vivo* [5-7, 12-16] et sept études de laboratoire *in vitro* [17-23].

Les principales recommandations extraites des guides de pratique et des avis d'experts sont présentées au Tableau 2. D'un point de vue méthodologique, seul le guide de pratique de l'*Association of periOperative Registered Nurses* (AORN) a été jugé de bonne qualité [26]. Bien que la majorité des organismes ou des auteurs recommandent l'utilisation systématique d'un filtre sur le circuit respiratoire [4, 10, 26-28], ils se prononcent peu en général sur le positionnement à privilégier [4, 10, 26-28]. D'autres, dont les *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) [9] et l'*American Association of Nurse Anesthetists* (AANA) [29], ont statué qu'aucune recommandation ne peut être émise pour l'ensemble des patients [9, 29], mais qu'un

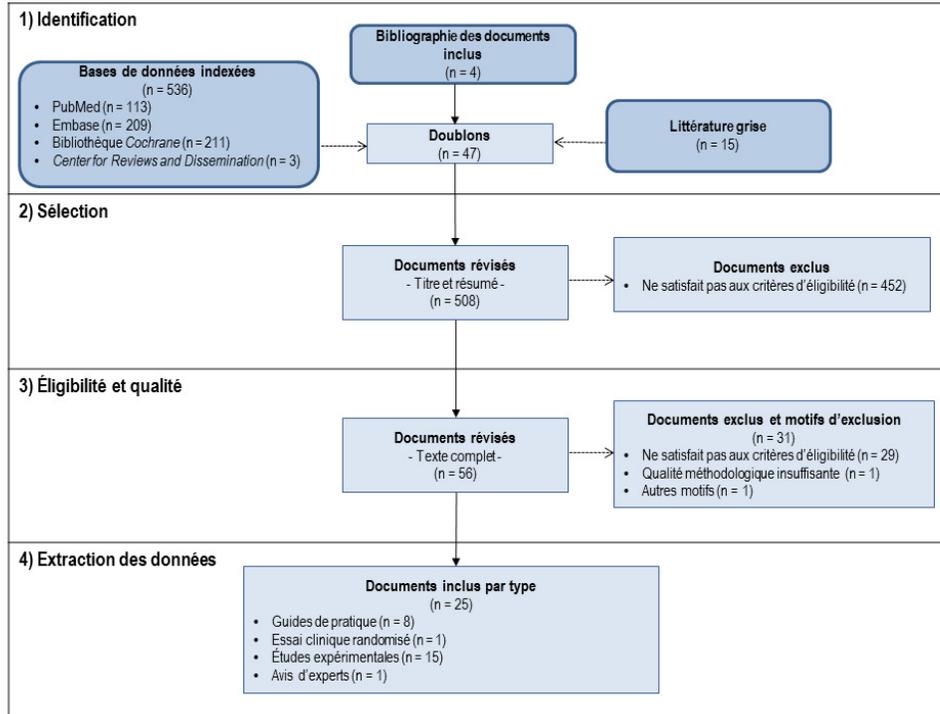
filtre bactérien devrait être placé sur le tube endotrachéal ou du côté expiratoire du circuit de la machine d'anesthésie en cas de tuberculose contagieuse [32]. L'Agence de santé publique du Canada (ASPC) [33], l'AANA [29], les CDC [9] et l'AORN [26] précisent aussi que les résultats de la littérature ne soutiennent pas que l'utilisation de filtres pendant l'anesthésie réduit l'incidence de pneumonie nosocomiale.

L'efficacité d'un filtre respiratoire standard à prévenir la contamination et les infections respiratoires postopératoires a été étudiée dans le cadre d'un ECR portant sur des cas de chirurgies abdominales majeures [2]. Les auteurs rapportent les résultats pour 100 patients assignés de façon aléatoire au moment de l'anesthésie dans le groupe avec utilisation (n = 50) ou non (n = 50) d'un filtre, placé entre la pièce en Y et le tube endotrachéal. Un seul filtre présentait une contamination bactérienne du côté expiratoire. Le taux d'infections respiratoires 48 heures après la chirurgie s'élevait à 16 % chez les patients du groupe sans filtre, alors qu'aucun cas n'a été observé chez ceux du groupe assigné au filtre.

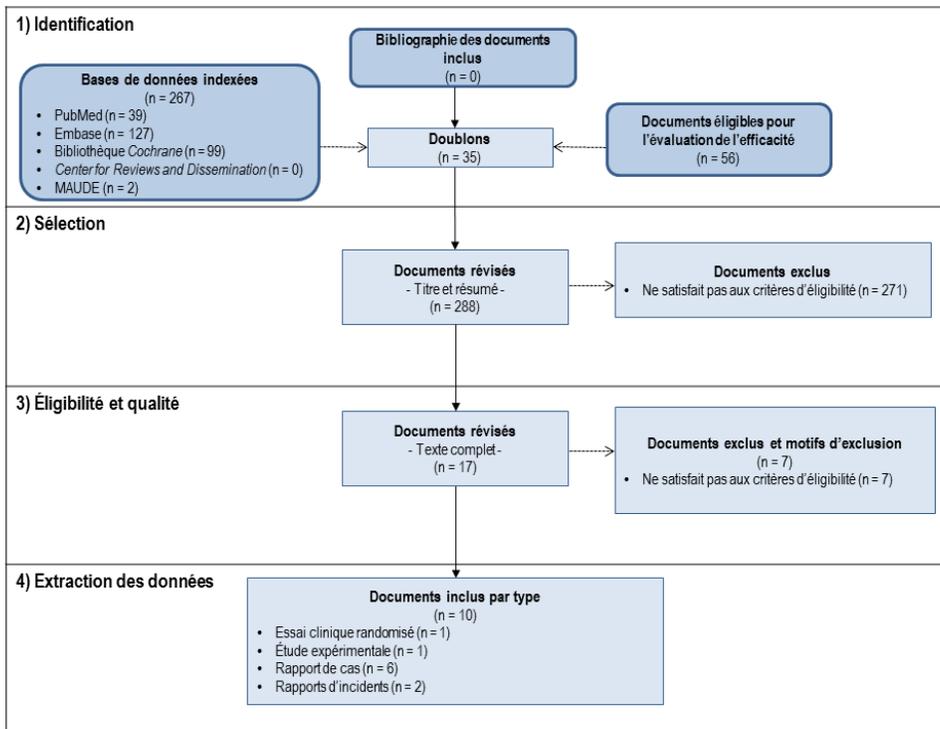
Le Tableau 3 résume les données des études *in vivo* réalisées chez l'humain et chez l'animal. L'objectif principal de trois de ces études expérimentales était d'évaluer l'efficacité des filtres à prévenir la contamination des circuits respiratoires externes [5-7]. Les résultats de ces études montrent une contamination bactérienne du circuit respiratoire des machines d'anesthésie qui peut atteindre 30 % dans certains cas (Tableau 3). Trois autres études visaient quant à elles à évaluer le taux de contamination des circuits respiratoires réutilisables en fonction des fréquences de changement de ces circuits (entre 24h et sept jours) [12-14]. Les résultats de ces études suggèrent une contamination du circuit respiratoire, et ce, peu importe la fréquence de changement des circuits et l'utilisation de filtres respiratoires (FE ou FHP). Le lien de cause à effet entre l'utilisation ou non d'un filtre respiratoire et

Figure 2 : Diagramme du processus de sélection des documents portant sur l'efficacité (a) et l'innocuité (b) des filtres respiratoires

a)



b)



la survenue d'infections respiratoires a été évalué dans le cadre d'une de ces études *in vivo* dans laquelle le filtre (FHP) et le circuit respiratoire étaient changés quotidien-

nement [12]. Aucune contamination n'a été observée dans la condensation récoltée à l'intérieur de la machine d'anesthésie et aucune pneumonie postopératoire n'a été

identifiée chez les 378 patients qui avaient subi une anesthésie générale [12]. Une autre étude a porté sur l'évaluation de microorganismes au niveau des composantes internes des machines d'anesthésie avec l'utilisation d'un filtre respiratoire changé quotidiennement placé entre le patient et le circuit respiratoire externe [15]. Les auteurs ont observé la

présence de bactéries à l'intérieur des composantes internes de 17 des 40 machines d'anesthésie (43 %) qui avaient été utilisées pendant 30 jours en moyenne. Ces derniers concluaient que les composantes internes des machines d'anesthésie pouvaient être contaminées malgré l'utilisation de filtres respiratoires et une désinfection mensuelle. Enfin, une

Tableau 2 : Recommandations relatives à l'utilisation de filtres respiratoires issues des guides de pratique et avis d'experts

Organismes, année [réf]	Un filtre doit être placé sur le circuit entre le patient et la machine	Le filtre doit être changé entre chaque patient	Positionnement du filtre
Guides de pratique			
<i>American Association of Nurse Anesthetists</i> , 2015 [29]	√ si tuberculose ou infection respiratoire	√	- sur les côtés inspiratoires et expiratoires du circuit respiratoire - entre le tube endotrachéal et la pièce en Y - sur les côtés inspiratoires et expiratoires du circuit respiratoire
<i>Association of periOperative Registered Nurses</i> , 2014 [26]	√		
<i>American Society of Anesthesiologists</i> , 2011 [10]	√		
<i>German Society of Hospital Hygiene et German Society for Anaesthesiology and Intensive Care</i> , 2010 [28]	√	√	
<i>Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland</i> , 2008 [27]	√	√	
<i>Centers for Disease Control and Prevention</i> , 2004 [9], 2005 [32]	aucune recommandation ne peut être émise (2004) si tuberculose (2005)		- aucune recommandation ne peut être émise (2004) - si tuberculose contagieuse : sur le tube endotrachéal ou du côté expiratoire du circuit (2005)
Avis d'experts			
Comité sur les infections nosocomiales du Québec de l'Institut national de santé publique du Québec, 2010 [4]	√		- sur le bras expiratoire du circuit près de la machine d'anesthésie - si tuberculose ou autre agent pathogène à transmission par voie aérienne : sur le tube endotrachéal du patient ou du côté expiratoire

Tableau 3 : Description et principaux résultats des études *in vivo* portant sur l'efficacité des filtres respiratoires

Auteurs, année [réf]	Position du filtre sur le circuit	Fréquence changement des circuits	Type de filtre	n filtres	Taux de contamination des circuits (%)	Souches de microorganismes identifiées
Études réalisées chez l'humain						
Hartmann, 2008 [13]	NR	aux 24h	FE	30	3,33 ¹	<i>E. gergoviae</i> , <i>B. circulans</i> , <i>C. aquaticum</i> , <i>S. schleiferi</i> , <i>S. simulans</i> , <i>A. baumannii</i> , <i>E. sakazakii</i> , <i>Candida inconspicua</i>
McGain, 2014 [14]	NR	aux 24h	FE	105	54 ²	NR
Hubner, 2011 [12]	NR	aux 24h	FHP	110	0 ³	NR
Spertini, 2011 [15]	pièce en Y + 2 filtres près machine	aux 24h	NR	40 ⁴	43	SCN, ASFB, <i>S. viridans</i> , <i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , espèces <i>Micrococcus</i> , <i>Neisseria</i> et <i>Corynebacterium</i>
Vézina, 2001 [5]	pièce en Y	entre chaque patient	FE	2001	3	<i>Enterococcus faecalis</i> , <i>S. epidermidis</i> , <i>S. simulans</i> , SCN, <i>S. alpha hemolytic</i> , espèces de <i>Streptococcus</i> , flore mixte
Dugani, 2010 [6]	NR	NR	FE	138	30	NR
			FE	44	11	
			FE	7	0	
			FE	4	0	
			FE	1	0	
			FHP	13	15	
Rees, 2007 [7]	NR	NR	FE	14	14	NR
			FHP	181	8	
			FHP	25	8	
			FHP	25	8	
Étude réalisée chez l'animal						
Vézina, 2004 [16]	pièce en Y	entre chaque animal	FE	5	100	NR
			FE	6	100	
			FHP	10	0	

ASFB : *aerobic spore-forming bacteria*; SCN : staphylocoque à coagulase négative; E. : Enterobacter; B. : Bacillus; C. : Corynebacterium; S. : Staphylococcus; A. : Acinetobacter. ¹ Taux supérieurs de contamination lorsque la fréquence de changement des circuits à 48h (4,35 %; n = 46) et 72h (5,56 %; n = 36). ² Taux inférieurs de contamination lorsque la fréquence de changement des circuits à 48h (43 %; n = 100) et jusqu'à sept jours (46 %; n = 100). ³ Taux supérieurs de contamination lorsque la fréquence de changement des circuits à 48h (4,0 %; n = 75), 120h (11,1 %; n = 138) et 168h (2,0 %; n = 55). ⁴ Nombre de machines d'anesthésie analysées.

étude avec un modèle animal montre qu'aucune contamination bactérienne n'a été retrouvée dans les échantillons prélevés des circuits respiratoires avec l'utilisation de filtres respiratoires de type FHP alors que les deux modèles de FE étaient associés à

une contamination de leur extrémité expiratoire [16].

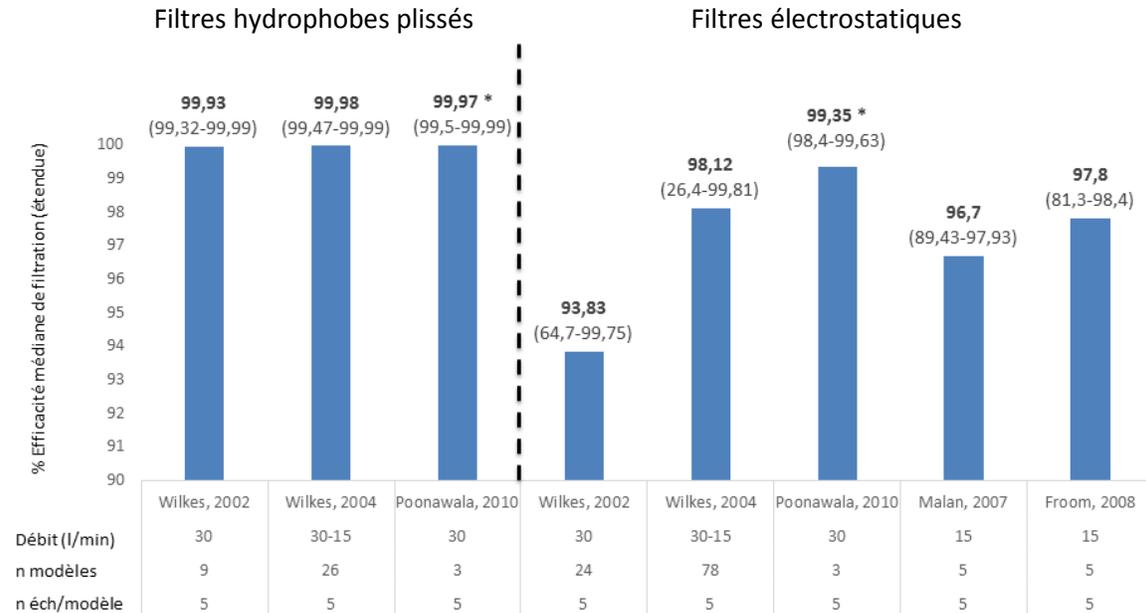
Sept études réalisées en laboratoire ont évalué la capacité de filtration de différents filtres respiratoires en utilisant soit un aérosol de chlorure de sodium (NaCl) [17-

21], des bactéries ou encore des virus [22, 23]. Dans les études de laboratoire *in vitro* ayant testé la capacité de filtration du NaCl sur 120 types de filtres respiratoires pour la population adulte et pédiatrique, 47 % (n = 56) des filtres montraient une efficacité supérieure à 99 % (Figure 3) [17-21]. La totalité des FHP (100 %) et 27 % des FE étudiés avaient une efficacité supérieure à 99 %. Les données suggèrent également que les filtres destinés aux adultes seraient plus performants que les filtres pédiatriques. En effet, sur l'ensemble des filtres pédiatriques FHP et FE étudiés, 21 % (7 sur 33) avaient une efficacité de filtration supérieure à 99 % comparativement à 44 % (44 sur 99) des filtres destinés aux adultes. Deux de ces études ont évalué l'impact de l'exposition des filtres à des agents anesthésiants volatils sur la performance de filtration [17, 18]. Les résultats indiquent que l'efficacité de certains filtres

respiratoires était diminuée lorsqu'exposés au desflurane et que cet effet peut être modulé par la durée d'exposition (données non présentées).

Wilkes *et al.* (2000) ont conclu suite à leur expérimentation que les FHP offraient une performance de filtration supérieure au passage de bactéries (*Bacillus subtilis var. niger*) et de virus (bactériophage MS-2) comparativement aux FE (résultats non présentés) [23]. Les résultats d'une autre étude portant sur des filtres respiratoires destinés à des adultes montrent une efficacité de filtration au virus de l'influenza A (H1N1) supérieure ou égale à 99,99 % pour les trois FHP testés. Les auteurs de cette étude ont conclu que l'utilisation de FHP chez les patients mécaniquement ventilés pourrait réduire le risque de contamination du circuit respiratoire par le virus de l'influenza A (H1N1) [22].

Figure 3 : Résultats agrégés sur la valeur médiane d'efficacité de filtration au NaCl des filtres respiratoires dans les études de laboratoire *in vitro*



Éch : échantillon. * Efficacité de filtration moyenne pour l'ensemble des cinq expérimentations : aucune intervention, exposition à l'air ambiant pendant 1h, au desflurane (6 % v/v) pendant 1h, au desflurane (12 % v/v) pendant 1h ou au desflurane (12 % v/v) pendant 4h.

Innocuité des filtres respiratoires

La stratégie de recherche utilisée pour le recensement des documents portant sur

l'innocuité des filtres respiratoires a permis de répertorier 288 publications différentes (Figure 2b). Les documents inclus consistent

en un ECR [2], une étude *in vivo* [5], six rapports de cas [34-39] et deux rapports d'incidents identifiés dans la base de données MAUDE.

Les auteurs de deux des études incluses pour le volet efficacité des filtres respiratoires n'ont rapporté aucun effet indésirable lié à l'utilisation de filtres respiratoires [2, 5]. Les rapports de cas [34-39] et les rapports d'incidents font toutefois le recensement de cas d'occlusion de filtres respiratoires survenus chez des patients sous anesthésie générale, mais aucun cas de séquelle n'a été rapporté suite à l'obstruction des filtres. La majorité des auteurs des rapports de cas suggèrent que la condensation et les sécrétions du patient pourraient être à l'origine de l'occlusion observée [34, 36-39]. La présence d'une pellicule de plastique qui obstruait l'extrémité du filtre a également été rapportée par Huang *et al.* [35], ainsi que dans un des rapports d'incidents identifiés dans la base de données MAUDE. Enfin, aucun décès lié à l'utilisation de filtres respiratoires n'a été répertorié dans MAUDE.

Efficacité et innocuité des méthodes de désinfection des composantes internes des machines d'anesthésie

La recherche documentaire menée sur l'efficacité des méthodes de désinfection a permis d'identifier 862 documents différents (Figure 4). Les documents inclus après évaluation de l'éligibilité et de la qualité consistent en huit guides de pratique clinique [9, 10, 26-29, 33, 40]. Aucune publication portant sur l'innocuité des techniques de désinfection n'a été identifiée.

La majorité des organisations recommandent que les composantes internes soient décontaminées selon les recommandations du fabricant [10, 26-29]. Un consensus semble également se dégager à l'effet que la stérilisation ou la désinfection quotidienne des composantes internes ne soit pas nécessaire [9, 26-28, 33, 40]. À peu d'exception, la fréquence et les méthodes exactes de désinfection ne sont

pas abordées dans ces recommandations. Les CDC [9] et l'ASPC [33] mentionnent qu'aucune recommandation ne peut être émise quant à la fréquence de nettoyage et de désinfection des valves unidirectionnelles et du bac absorbeur de CO₂.

Discussion

Les questions entourant le risque que représentent les composantes internes des machines d'anesthésie dans la transmission d'infections nosocomiales, de même que l'efficacité des méthodes de prévention ne sont pas entièrement résolues par la présente revue des données probantes. En effet, les données disponibles ne permettent pas d'établir avec certitude un lien direct entre la contamination des composantes internes des machines d'anesthésie et la survenue d'infections respiratoires. L'incubation parfois longue de certains microorganismes (p. ex. : tuberculose) et l'inexistence de système de surveillance des infections respiratoires suite à une anesthésie générale sont des facteurs limitants pour les études à visée étiologique. Toutefois, bien que les composantes internes des machines d'anesthésie ne soient pas en contact direct avec les muqueuses, les résultats à ce jour suggèrent qu'elles pourraient être contaminées par des microorganismes présents dans les voies aérodigestives supérieures des patients. Certains auteurs ont aussi émis l'hypothèse d'une contamination par le manque d'adhésion aux mesures d'hygiène standard durant le traitement, la manipulation et le réassemblage des pièces [15].

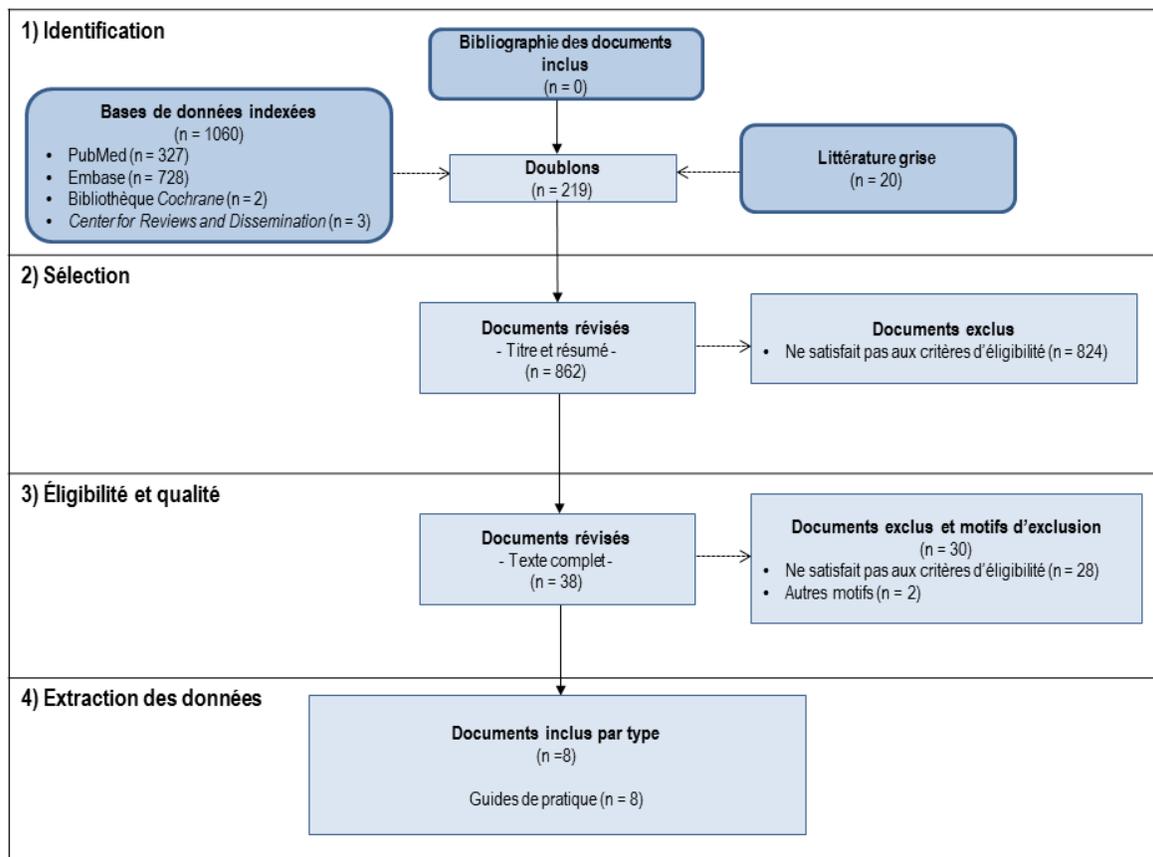
La présente analyse indique que l'utilisation de filtres respiratoires ne prévient pas complètement le passage de particules (bactéries, virus, NaCl) vers le circuit expiratoire des machines d'anesthésie, et ce, peu importe le devis de l'étude. Les résultats des études de laboratoire *in vitro* suggèrent également que la performance de filtration des FHP serait supérieure à celle des FE et que les filtres respiratoires destinés à une utilisation chez l'adulte seraient plus

performants que ceux pédiatriques. Cependant, ces derniers résultats ne sont pas observés dans les études *in vivo*, où il n'est pas possible de conclure à la supériorité d'un type de filtre. Selon les résultats de deux études, la capacité de filtration des filtres respiratoires pourrait aussi être influencée par d'autres paramètres encore peu étudiés, tels que le type de gaz anesthésique utilisé et la durée de l'anesthésie [17, 18].

Plusieurs facteurs limitent la validité des résultats de ces études pour statuer sur l'efficacité des filtres respiratoires dans la prévention des infections dont la courte période d'observation postopératoire pour détecter la présence d'infections respiratoires [2, 12]. Dans l'ensemble, la qualité méthodologique des études *in vivo* est relativement faible et des informations importantes sont parfois manquantes. Par exemple, la durée d'utilisation des filtres

évalués (durée d'anesthésie) [5, 6] et la position du filtre sur le circuit respiratoire [5, 15] sont rapportées dans peu d'études. À l'exception de deux études [6, 12], les populations étudiées ne sont pas décrites et il n'est pas mentionné si les interventions se sont déroulées à l'insu des investigateurs, des techniciens de laboratoire et des patients. Les différentes méthodes d'analyse utilisées pour déterminer les taux de contamination ne sont pas uniformes d'une étude à l'autre et limitent ainsi la possibilité d'agrèger les résultats observés. Les auteurs de certaines études ont utilisé des méthodes de culture microbiologique pour quantifier et identifier les organismes [5, 12-15], alors que d'autres ont utilisé la bioluminescence comme méthode d'identification des bactéries [6, 7]. Certaines données issues de la littérature suggèrent que la méthode de détection de l'adénosine triphosphate (ATP) par la bioluminescence

Figure 4 : Diagramme du processus de sélection des documents portant sur les techniques de désinfection des composantes internes des machines d'anesthésie



générerait des résultats plus reproductibles comparativement aux méthodes traditionnelles de culture microbiologique [41]. Enfin, les surfaces qui ont été échantillonnées pour la mesure de la contamination n'étaient pas uniformes et incluaient les extrémités des filtres respiratoires [5-7, 12], les circuits respiratoires [13, 14] ou les composantes internes des machines d'anesthésie [15]. Les résultats des études de laboratoire *in vitro* présentent aussi des limites en raison notamment du petit nombre de filtres évalués (entre trois et cinq filtres par modèle), d'une majorité d'études portant sur la capacité de filtration du NaCl [17-21] et du fait que les devis ne reflètent pas entièrement la réalité clinique. On constate également la présence possible de conflits d'intérêts puisque quatre études étaient financées par l'industrie [19-22].

En plus de l'utilisation de barrières, comme les filtres, la désinfection des composantes internes des machines d'anesthésie pourrait avoir un rôle à jouer pour diminuer le risque de transmission d'infections nosocomiales. Toutefois, les guides de pratique recensés offrent peu de détails quant aux techniques de désinfection et la fréquence à laquelle les utiliser en fonction du type de composantes internes. Certains recommandent de se référer aux indications des fabricants pour la désinfection de ces composantes internes [10, 26-29]. Pourtant, la majorité des fabricants sont très évasifs dans leurs recommandations concernant les méthodes et la fréquence de nettoyage des composantes internes alors que certains s'en remettent même aux politiques de l'établissement.

La position actuelle des différents organismes qui émettent des recommandations de pratiques cliniques au regard de l'utilisation de filtres respiratoires et de la désinfection témoigne de l'incertitude qui existe quant aux risques à la santé associés aux machines d'anesthésie et aux mesures de prévention à préconiser. Une enquête menée en 2014 dans six centres hospitaliers au Québec reflète aussi

cette absence de consensus par la diversité des pratiques relatives à l'utilisation de filtres respiratoires et aux méthodes de désinfection des composantes internes des machines d'anesthésie [42]. L'enquête a mis à jour des pratiques variées de prévention de la contamination des machines d'anesthésie dans ces établissements de santé relativement à l'usage des filtres respiratoires (nombre de filtres placés sur le circuit, modèles, positionnement, fréquence de changement) et aux méthodes de désinfection et de remontage des composantes internes (niveaux de désinfection, fréquence, remontage, formation). Par exemple, les modèles de filtres utilisés et leur positionnement sur le circuit varient d'un établissement à l'autre. De même, la fréquence de désinfection des composantes internes varie entre un mois et un an dans les centres qui ont un programme d'entretien à intervalle prédéterminé, ou est variable, c'est-à-dire seulement en présence d'un cas contaminé (p. ex. : tuberculose, SARM, etc.) ou d'une défektivité. Parmi ces centres hospitaliers, différents niveaux de désinfection sont utilisés pour procéder à la désinfection des composantes internes incluant des méthodes variées telles que la stérilisation, la pasteurisation, l'utilisation d'un laveur-décontamineur, le trempage dans l'alcool et l'emploi de lingettes désinfectantes. Les pratiques de remontage des composantes internes répertoriées dans les établissements de santé sondés ne sont également pas uniformes (port de gants et d'un masque).

Le cas des machines d'anesthésie utilisées en salle d'opération implique souvent le partage quotidien d'une même machine entre plusieurs patients dont les conditions médicales préexistantes peuvent varier, ce qui pourrait accroître la probabilité de contamination et de transmission des infections. Ainsi, bien que le lien entre l'utilisation de filtres respiratoires, la désinfection des composantes internes et la prévention des infections nosocomiales ne soit pas formellement démontré, il serait prudent

de mettre en œuvre les mesures nécessaires pour protéger les patients de tout retour possible de microorganismes provenant des composantes internes des machines d'anesthésie. Dans une approche prudente de gestion des risques, il semble ainsi raisonnable de considérer les composantes internes des machines d'anesthésie dans une zone grise se situant entre un statut non-critique et semi-critique pour établir le niveau requis de protection et de désinfection des dispositifs médicaux. À la lumière des données disponibles, il ressort que les FHP auraient une meilleure capacité de filtration et qu'ils pourraient représenter une meilleure protection pour les patients. Bien qu'il ne soit pas possible de conclure quant à la position spécifique du filtre à préconiser, celui-ci pourrait être placé, par exemple, près de la machine aux extrémités inspiratoire et expiratoire ou entre la pièce en Y et le tube endotrachéal. La désinfection de haut niveau représenterait une cible à atteindre pour concilier le principe de précaution et le statut particulier des composantes internes. Les méthodes de désinfection de haut niveau recommandées par les CDC incluent l'immersion dans des solutions désinfectantes (glutaraldéhyde, ortho-phthalaldehyde (Cidex®-OPA), peroxyde d'hydrogène, peroxyde d'hydrogène combiné ou non à l'acide peracétique, hypochlorite de sodium), la pasteurisation humide avec détergent et la stérilisation par la chaleur, à l'oxyde d'éthylène ou à l'acide peracétique [43]. La fréquence de désinfection doit également être regardée pour trouver un juste équilibre entre la protection de la santé et les risques de bris d'équipements, de fuites et de contamination des machines d'anesthésie. Dans la situation où un filtre respiratoire est utilisé sur le circuit respiratoire externe, il serait recommandé selon des auteurs d'allonger les intervalles de temps entre chaque période de désinfection des composantes internes afin de réduire le risque de contamination par le personnel [15]. La manipulation des composantes internes des machines d'anesthésie

retraitées dans des conditions contrôlées, incluant le port de gants et d'un masque, apparaît également comme une pratique à encourager en milieu hospitalier. Dans ce contexte, une harmonisation des pratiques entre les centres hospitaliers pour améliorer la sécurité des soins aux patients est également souhaitable au regard d'une gestion responsable des risques.

Conclusion

Les bonnes pratiques en matière de prévention de la contamination des composantes internes des machines d'anesthésie devraient comprendre en amont l'utilisation de filtres respiratoires pour chaque patient et le recours à des méthodes appropriées pour procéder à une désinfection de haut niveau et au remontage des pièces. Dans le contexte d'incertitude quant à la relation causale entre la contamination des composantes internes et le risque d'infections nosocomiales, il serait pertinent de mener un devis de recherche visant à étudier le lien entre les cas d'infections respiratoires postopératoires et la contamination des machines d'anesthésie.

Financement

Ce projet a été financé à même le budget de fonctionnement de l'unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention du CHU de Québec – Université Laval.

Conflit d'intérêt

Aucun.

Références

- [1] Chant K, Kociuba K, Munro R, Crone S, Kerridge R, Quin J, Wyland M, Miller G, Turner I, Brown J, Baird L, Locarnini S, Bowden S, Kenrick K, Maidment C. Investigation of possible patient-to-patient transmission of hepatitis C in a hospital. *New South Wales Public Health Bulletin* 01/1994. 1994;5:47-51.
- [2] Tyagi A, Agrawal D, Gupta S, Kumar A, Mohta M, Sethi AK. Role of breathing system filter in prevention of postoperative nosocomial respiratory infection: A pilot study. *J Anaesth Clin Pharmacol* 2010;26:345-349.
- [3] Spaulding EH. Chemical disinfection of medical and surgical materials. In: Lawrence C, Block SS, eds. *Disinfection, sterilization, and preservation*. Philadelphia: Lea & Febiger; 1968. p. 517–531.
- [4] Institut national de santé publique du Québec. *Utilisation des filtres respiratoires en anesthésie - avis*

et recommandations. Comité sur les infections nosocomiales du Québec (CINQ). 2010, 9 pages.

[5] Vezina DP, Trepanier CA, Lessard MR, Gourdeau M, Tremblay C. Anesthesia breathing circuits protected by the DAR Barrierbac S breathing filter have a low bacterial contamination rate. *Can J Anaesth* 2001;48:748-754.

[6] Dugani S, Kumar A, Wilkes AR. Influence of patient factors on the efficacy of breathing system filters at preventing contamination of breathing systems. *Anaesthesia* 2010;65:468-472.

[7] Rees LM, Sheraton TE, Modestini C, Wilkes AR, Hall JE. Assessing the efficacy of HME filters at preventing contamination of breathing systems. *Anaesthesia* 2007;62:67-71.

[8] Nair GB, Niederman MS. Nosocomial pneumonia: lessons learned. *Crit Care Clin* 2013;29:521-546.

[9] Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for preventing health-care-associated pneumonia, 2003: recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. *MMWR* 2004;53(No. RR-3):1-36.

[10] American Society of Anesthesiologists (ASA) Committee on Occupational Health Task Force on Infection Control. Recommendations for Infection Control for the Practice of Anesthesiology (Third Edition). 2011, 86 pages.

[11] Wilkes AR. Preventing the transmission of pathogenic microbes during anesthesia. *Expert Rev Med Devic* 2005;2:319-326.

[12] Hubner NO, Daeschlein G, Lehmann C, Musatkin S, Kohlheim U, Gibb A, Assadian O, Kobayashi H. Microbiological safety and cost-effectiveness of weekly breathing circuit changes in combination with heat moisture exchange filters: a prospective longitudinal clinical survey. *GMS Krankenhhyg Interdiszip* 2011;6:6 pages.

[13] Hartmann D, Jung M, Neubert TR, Susin C, Nonnenmacher C, Mutters R. Microbiological risk of anaesthetic breathing circuits after extended use. *Acta Anaesth Scand* 2008;52:432-436.

[14] McGain F, Algie CM, O'Toole J, Lim TF, Mohebbi M, Story DA, Leder K. The microbiological and sustainability effects of washing anaesthesia breathing circuits less frequently. *Anaesthesia* 2014;69:337-342.

[15] Spertini V, Borsoi L, Berger J, Blacky A, Dieb-Elschahawi M, Assadian O. Bacterial contamination of anesthesia machines' internal breathing-circuit-systems. *GMS Krankenhhyg Interdiszip* 2011;6:5 pages.

[16] Vezina DP, Trepanier CA, Lessard MR, Gourdeau M, Tremblay C, Guidoin R. An in vivo evaluation of the mycobacterial filtration efficacy of three breathing filters used in anesthesia. *Anesthesiology* 2004;101:104-109.

[17] From SR, Cann C, Wilkes AR, Gildersleve C, Hall JE. The effect of volatile anaesthetic agents on the filtration performance of paediatric breathing system filters. *Anaesthesia* 2008;63:77-81.

[18] Poonawala Y, Wilkes AR, Cann C, Hall JE. The effect of desflurane on filtration performance of

breathing system filters. *Anaesthesia* 2010;65:831-835.

[19] Malan CA, Wilkes AR, Hall JE, Gildersleve C. An evaluation of the filtration performance of paediatric breathing system filters at low flows. *Anaesthesia* 2007;62:504-508.

[20] Wilkes AR. Measuring the filtration performance of breathing system filters using sodium chloride particles. *Anaesthesia* 2002;57:162-168.

[21] Wilkes AR. Assessing breathing-system filters. *Med Device Technol* 2004;15:12-14.

[22] Heuer JF, Crozier TA, Howard G, Quintel M. Can breathing circuit filters help prevent the spread of influenza A (H1N1) virus from intubated patients? *GMS Hyg Infect Control* 2013;8:Doc09.

[23] Wilkes AR, Benbough JE, Speight SE, Harmer M. The bacterial and viral filtration performance of breathing system filters. *Anaesthesia* 2000;55:458-465.

[24] Lawes EG. Hidden hazards and dangers associated with the use of HME/filters in breathing circuits. Their effect on toxic metabolite production, pulse oximetry and airway resistance. *Brit J Anaesth* 2003;91:249-264.

[25] Wilkes AR. Heat and moisture exchangers and breathing system filters: their use in anaesthesia and intensive care. Part 2 - practical use, including problems, and their use with paediatric patients. *Anaesthesia* 2011;66:40-51.

[26] Association of Perioperative Registered Nurses (AORN). Recommended practices for cleaning, handling, and processing anesthesia equipment. In: *AORN's Perioperative Standards and Recommended Practices*; 2014. p. 507-514.

[27] Gemmell L, Birks R, Radford P, Jeffries D, Ridgway G, McIvor D. Infection control in anaesthesia. *Anaesthesia* 2008;63:1027-1036.

[28] Kramer A, Kranabetter R, Rathgeber J, Zuchner K, Assadian O, Daeschlein G, Hubner NO, Dietlein E, Exner M, Grundling M, Lehmann C, Wendt M, Graf BM, Holst D, Jatzwauk L, Puhlmann B, Welte T, Wilkes R. Infection prevention during anaesthesia ventilation by the use of breathing system filters (BSF): Joint recommendation by German Society of Hospital Hygiene (DGKH) and German Society for Anaesthesiology and Intensive Care (DGAI). *GMS Krankenhhyg Interdiszip* 2010;5:19 pages.

[29] American Association of Nurse Anesthetists (AANA). *Infection Prevention and Control Guidelines for Anesthesia Care*. 2015, 35 pages.

[30] Brouwers MC, Kho ME, Browman GP, Burgers JS, Cluzeau F, Feder G, Fervers B, Graham ID, Grimshaw J, Hanna SE, Littlejohns P, Makarski J, Zitzelsberger L. AGREE II: advancing guideline development, reporting and evaluation in health care. *CMAJ* 2010;182:E839-842.

[31] Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du Centre hospitalier universitaire de Québec (CHUQ). *Guide méthodologique de recherche et analyse documentaire de l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé*. 2007, 79 pages.

- [32] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Guidelines for Preventing the Transmission of Mycobacterium tuberculosis in Health-Care Settings, 2005. MMWR 2005;54(No. RR-17): 1-141.
- [33] Agence de la santé publique du Canada (ASPC). Guide de prévention de la pneumonie associée aux soins de santé. 2010, 281 pages.
- [34] Garnerin P, Schiffer E, Van Gessel E, Clergue F. Root-cause analysis of an airway filter occlusion: A way to improve the reliability of the respiratory circuit. *Brit J Anaesth* 2002;89:633-635.
- [35] Huang J, Dodwani K, Simon P, Zhou J. Complete bacterial filter blockage by a plastic film. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2012;28:230-231.
- [36] Peady CJ. Another report of obstruction of a heat and moisture exchange filter [3]. *Can J Anaesth* 2002;49:1001.
- [37] Schummer W, Schummer C, Fuchs J, Voigt R. Sudden upper airway obstruction due to invisible rain-out in the heat and moisture exchange filter. *Brit J Anaesth* 2002;89:335-336.
- [38] Wang YM, Chen CS, Chung NC, Ye XD, Liu K. Sudden complete obstruction of breathing circuit during postural change upon completion of thoracic spinal surgery in a pediatric patient. *Acta Anaesthesiol Sin* 2003;41:145-148.
- [39] Williams DJ, Stacey MR. Rapid and complete occlusion of a heat and moisture exchange filter by pulmonary edema (clinical report). *Can J Anaesth* 2002;49:126-131.
- [40] Australian and New Zealand College of Anaesthetists (ANZCA). Guidelines on infection control in anaesthesia. No PS28; 2013, 10 pages.
- [41] Davidson CA, Griffith CJ, Peters AC, Fielding LM. Evaluation of two methods for monitoring surface cleanliness-ATP bioluminescence and traditional hygiene swabbing. *Luminescence* 1999;14:33-38.
- [42] Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé du CHU de Québec – Université Laval (UETMIS CHU de Québec – Université Laval). Évaluation des procédures pour prévenir la contamination des machines d'anesthésie utilisées en salle d'opération – Rapport d'évaluation préparé par Geneviève Asselin, Sylvain Bussières, Martin Coulombe et Marc Rhainds (UETMIS 06-15) Québec, septembre 2015, XIII- 70 p.
- [43] Rutala WA, Weber DJ and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, 2008. Atlanta, GA : Centers for Disease Control and Prevention (CDC); 2008, 158 pages.

Annexe**A) Stratégie de recherche portant sur l'efficacité des filtres****Pubmed**

- #1 "Filtration/instrumentation"[Mesh] OR filter*
- #2 "Anesthesiology"[Mesh] OR "Anesthesia"[Mesh] OR anesthe* OR anaesthe*
- #3 "Cross Infection"[Mesh] OR "Equipment Contamination"[Mesh] OR infection* OR contamination* OR "Respiratory Tract Infections"[Mesh]
- #4 #1 AND #2 AND #3

Limites : à partir du 1^{er} janvier 2000 jusqu'au 9 avril 2015, anglais et français

Embase

- #1 'breathing circuit bacterial filter'/exp OR filter*
- #2 'anesthesia'/exp OR anesthe* OR anaesthe*
- #3 'hospital infection'/exp OR 'contamination'/exp OR 'respiratory tract infection'/exp OR infection* OR contamination*
- #4 #1 AND #2 AND #3

Limites : à partir du 1^{er} janvier 2000 jusqu'au 9 avril 2015, anglais et français

Cochrane Library

- #1 MeSH descriptor: [Filtration] explode all trees and with qualifier(s): [Instrumentation - IS]
- #2 filter*
- #3 #1 or #2
- #4 MeSH descriptor: [Anesthesia] explode all trees
- #5 MeSH descriptor: [Anesthesiology] explode all trees
- #6 anesthe* or anaesthe*
- #7 #4 or #5 or #6
- #8 MeSH descriptor: [Cross Infection] explode all trees
- #9 MeSH descriptor: [Equipment Contamination] explode all trees
- #10 MeSH descriptor: [Respiratory Tract Infections] explode all trees
- #11 infection* or contamination*
- #12 #8 or #9 or #10 or #11
- #13 #3 and #7 and #12

Limites : à partir du 1^{er} janvier 2000 jusqu'au 9 avril 2015, Reviews, Technology Assessments

B) Stratégie de recherche portant sur l'innocuité des filtres**Pubmed**

- #1 "Filtration/instrumentation"[Mesh] OR filter*
- #2 "Anesthesiology"[Mesh] OR "Anesthesia"[Mesh] OR anesthe* OR anaesthe*
- #3 "Airway Obstruction/complications"[Mesh] OR blockage* OR obstruction* OR occlusion*
- #4 #1 AND #2 AND #3

Limites : à partir du 1^{er} janvier 2000 jusqu'au 9 avril 2015, anglais et français

Embase

- #1 'breathing circuit bacterial filter'/exp OR filter*
- #2 'anesthesia'/exp OR anesthe* OR anaesthe*
- #3 'airway obstruction'/exp OR blockage* OR obstruction* OR occlusion*
- #4 #1 AND #2 AND #3

Limites : à partir du 1^{er} janvier 2000 jusqu'au 9 avril 2015, anglais et français

Cochrane Library, CRD

- #1 MeSH descriptor: [Filtration] explode all trees and with qualifier(s): [Instrumentation - IS]
- #2 filter*
- #3 #1 or #2
- #4 MeSH descriptor: [Anesthesia] explode all trees

- #5 MeSH descriptor: [Anesthesiology] explode all trees
- #6 aneste* or anaeste*
- #7 #4 or #5 or #6
- #8 MeSH descriptor: [Airway Obstruction] explode all trees
- #9 blockage* or obstruction* or occlusion*
- #10 #8 or #9
- #11 #3 and #7 and #10

Limites : à partir du 1^{er} janvier 2000 jusqu'au 9 avril 2015, Reviews, Technology Assessments

C) Stratégie de recherche portant sur l'efficacité et l'innocuité des méthodes de désinfection

Pubmed

- #1 "Decontamination"[Mesh] OR decontamination OR "Sterilization"[Mesh] OR sterilization OR sterilisation OR disinfection OR cleaning
- #2 "Anesthesiology"[Mesh] OR "Anesthesia"[Mesh] OR aneste* OR anaeste*
- #3 "Equipment and Supplies"[Mesh] OR equipment* OR machine* OR "internal components" OR "internal machinery"
- #4 #1 AND #2 AND #3

Limites : à partir du 1^{er} janvier 2000 jusqu'au 9 avril 2015, anglais et français

Embase

- #1 'disinfection'/exp OR disinfection OR 'instrument sterilization'/exp OR sterilization OR sterilisation OR decontamination OR cleaning
- #2 'anesthesia'/exp OR aneste* OR anaeste*
- #3 'medical device'/exp OR equipment* OR machine* OR "internal components" OR "internal machinery"
- #4 #1 AND #2 AND #3 NOT 'conference abstract'/it

Limites : à partir du 1^{er} janvier 2000 jusqu'au 9 avril 2015, anglais et français

Cochrane, CRD

- #1 "Decontamination"[Mesh] OR decontamination OR "Sterilization"[Mesh] OR sterilization OR sterilisation OR disinfection OR cleaning
- #2 "Anesthesiology"[Mesh] OR "Anesthesia"[Mesh] OR aneste* OR anaeste*
- #3 "Equipment and Supplies"[Mesh] OR equipment* OR machine* OR "internal components" OR "internal machinery"

Limites : à partir du 1^{er} janvier 2000 jusqu'au 9 avril 2015, Cochrane Reviews (Reviews only), Other Reviews and Technology Assessments