

**ÉVALUATION DES EFFETS SUR LA SANTÉ
RELIÉS AUX FUMÉES CHIRURGICALES ET
DES MÉTHODES D'ASPIRATION**

RAPPORT D'ÉVALUATION 06-21



Évaluation des effets sur la santé reliés aux fumées chirurgicales et des méthodes d'aspiration

Rapport d'évaluation

06-2021

préparé par

Brigitte Larocque, M.A.

Renée Drolet, Ph.D.

Alice Nourissat, MD, Ph.D.

Marc Rhainds, MD, M.Sc., FRCPC

UETMIS, CHU de Québec-Université Laval

Décembre 2021

Direction de la qualité, de l'évaluation, de l'éthique 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

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

SECRÉTARIAT ET MISE EN PAGE

M^{me} Francine Daudelin, agente administrative, module Évaluation et éthique, 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 effets sur la santé reliés aux fumées chirurgicales et des méthodes d'aspiration– Rapport d'évaluation préparé par Brigitte Larocque, Renée Drolet, Alice Nourissat et Marc Rhainds (UETMIS 06-21) Québec, 2021, xvi- 76 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.



Reproduction en tout ou en partie et distribution non commerciale permises, en mentionnant la source :

CHU de Québec-Université Laval.
Aucune modification autorisée. ©CHU de Québec-Université Laval, 2021

Dépôt légal :
Bibliothèque nationale du Québec 2021
Bibliothèque nationale du Canada 2021
ISBN 978-2-9819573-8-2 (PDF)

MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL

M^{me} Catherine Balg, coordonnatrice clinique, Centre universitaire d'ophtalmologie (CUO), Hôpital du Saint-Sacrement (HSS)

M. Louis Bergeron, conseiller, Service de prévention et mieux-être au travail, CHU de Québec

M^{me} Pascale Bouchard, infirmière de pratique avancée, Pratiques professionnelles, enseignement et recherche (HSS)

M. Pierre-Yves Bouchard, agent de gestion du personnel, Service de prévention et mieux-être au travail

Dr Dary Croft, anesthésiologiste, Hôpital de l'Enfant-Jésus (HEJ)

M^{me} Véronique Lévesque, infirmière clinicienne monitrice bloc opératoire (CHUL)

M^{me} Julie Maranda, Adjointe à la directrice, Volet trajectoire de soins, Direction chirurgie et périopératoire (DCP), CHU de Québec

M^{me} Mariella Gaudreault-Belley, infirmière de pratique avancée, secteur périopératoire, HSS

M^{me} Karine Maltais, infirmière de pratique avancée, secteur ambulatoire, HSS, jusqu'en janvier 2021

Dr Éric Moyen, anesthésiologiste (L'HDQ)

M^{me} Geneviève Nadeau, coordonnatrice, Bloc opératoire, salle de réveil, chirurgie d'un jour et clinique préopératoire (CHUL)

Dr Pascal St-Germain, chirurgien (HSS)

AUTRES COLLABORATEURS

M. Mario Chrétien, physicien médical, responsable de la radioprotection, Service de physique médicale et radioprotection, CHU de Québec

M^{me} Claudia Gagnon, gante de planification, de programmation et de recherche, Direction de la performance clinique et organisationnelle (DPCO)

M. Alain Laflamme, chef du Service-conseil génie biomédical (SCGBM), CHU de Québec

M^{me} Annie Bourgault, directrice adjointe, volet périopératoire et unité de retraitement des dispositifs médicaux (URDM), CHU de Québec

FINANCEMENT

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

AVANT-PROPOS

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

LE CONSEIL SCIENTIFIQUE DE L'UETMIS

Présidente :

M^{me} Marie-Claude Michel, Programme de gestion thérapeutique des médicaments et représentante du Conseil des médecins, dentistes et pharmaciens

Membres :

Dr Richard Bernier – Médical ÉVAQ - Direction des services professionnels et affaires médicales (DSPAM)

M. Martin Coulombe – Développement et excellence – Direction OPTILAB

M^{me} Christine Danjou – Direction des soins infirmiers (DSI) – Conseil des infirmiers et infirmières (CII)

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

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

M^{me} Marie-Pierre Gagnon – Axe Santé des populations et pratique optimales en santé

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

M^{me} Marianne Giroux – Ergothérapie – Direction des services multidisciplinaires (DSM)

M. François Pouliot – Éthique clinique – Direction de la qualité, de l'évaluation, de l'éthique et des affaires institutionnelles (DQEEAI)

M^{me} Michèle Ricard – Module qualité, partenariat et expérience patient (DQEEAI)

M^{me} Martine Richard – Patient partenaire

M^{me} Marie-Claude Vaillancourt – Service-conseil génie biomédical (SCGB), Direction des services techniques (DST)

L'ÉQUIPE DE L'UETMIS

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

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

M^{me} Francine Daudelin, agente administrative

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

M^{me} Isabelle Jacques, adjointe au directeur – Évaluation, expérience patient et éthique, DQEEAI

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

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

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

Dr Marc Rhinds, gestionnaire médical et scientifique des activités d'ETMIS

Ce document présente les informations répertoriées au 10 août 2021 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

Un grand nombre de chirurgies requièrent l'usage d'électrocautères, de lasers ou d'ultrasons qui génèrent l'émission de fumées chirurgicales en quantité variable selon le tissu traité, la durée, le type et l'intensité de l'appareil utilisé. Les fumées chirurgicales sont constituées de gaz, vapeurs et particules dans lesquelles peuvent se retrouver des composants chimiques et biologiques. En 2011, 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 publié une note informative sur les risques associés à l'exposition aux fumées chirurgicales pour le personnel des blocs opératoires. L'UETMIS a été sollicitée de nouveau par la Direction chirurgie et périopératoire et par le Service de prévention et mieux-être au travail pour évaluer les effets sur la santé associés à l'exposition aux fumées chirurgicales, de même que l'efficacité et l'innocuité des dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales afin de déterminer si les mesures en place dans les blocs opératoires et les cliniques externes du CHU de Québec devraient être modifiées.

Les données issues de la revue de littérature portent sur les atteintes à la santé rapportées dans dix études, les normes et recommandations émises par cinq organismes pour la prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales, l'efficacité ou l'innocuité des dispositifs d'aspiration des fumées rapportée dans neuf études et dix enquêtes de pratiques. Les résultats d'une large étude de cohorte chez des infirmières ne suggèrent pas d'association entre le nombre d'années travaillées au bloc opératoire et le risque de développer un cancer du poumon. De l'acide désoxyribonucléique (ADN) du virus du papillome humain (VPH) a été retrouvée dans des échantillons nasals de gynécologues réalisant l'exérèse de condylomes. Des cas de cancer oropharyngé positif au VPH ont également été rapportés chez deux gynécologues avec de nombreuses années de pratique dans le traitement de lésions du col de l'utérus. De plus, des résultats suggèrent la présence de différents symptômes non spécifiques chez le personnel soignant des blocs opératoires. Toutefois, le lien de causalité avec l'exposition aux fumées chirurgicales demeure incertain dans l'ensemble de ces études. Les données indiquent que les différentes méthodes évaluées d'aspiration des fumées chirurgicales sont efficaces et sécuritaires pour réduire les concentrations de particules et de composés organiques volatils dans l'air mais ne permettent pas de déterminer si un dispositif dédié ou la succion murale devrait être privilégié. Les organismes et sociétés savantes recommandent par ailleurs l'utilisation d'un dispositif dédié à l'aspiration des fumées chirurgicales tout en soulignant que la succion murale peut être utilisée lors de procédures fermées ou pour l'élimination de petites quantités de fumées. Selon les enquêtes publiées et celles menées au CHU de Québec et dans les autres établissements de santé universitaires québécois, l'utilisation d'un dispositif mobile d'aspiration des fumées chirurgicales n'est pas une pratique généralisée mais varie selon le contexte clinique, le type d'instrument utilisé et le type de professionnels impliqués. Au CHU de Québec, la prévention et le contrôle de l'exposition aux fumées chirurgicales incluant les méthodes d'aspiration à la source, ne sont pas encadrés par des lignes directrices formelles. Dans les blocs opératoires, les fumées chirurgicales, lorsque jugées en quantité significative, sont évacuées à l'aide d'un cautère avec aspiration intégrée ou plus fréquemment en utilisant la succion murale. Dans les cliniques externes, une méthode d'aspiration des fumées est parfois utilisée lors de procédures avec électrocautérisation ou laser, mais dans plusieurs secteurs aucun système d'aspiration des fumées n'est disponible. Le coût des consommables à usage unique pour l'aspiration des fumées aux blocs opératoires pourrait s'élever à un million de dollars si un cautère avec aspiration intégrée était utilisé dans l'ensemble des chirurgies.

À la lumière de ces résultats, il est recommandé de développer, avec l'implication de l'ensemble des parties prenantes, des lignes directrices afin de mieux encadrer et standardiser aux blocs opératoires et dans les cliniques externes les pratiques de prévention et de contrôle de l'exposition aux fumées chirurgicales au CHU de Québec. Cette démarche devrait s'appuyer sur une analyse de la fréquence, la durée et l'intensité de l'utilisation des instruments chirurgicaux générant de la fumée, et ce, dans une perspective de pertinence clinique, financière et organisationnelle.

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES

ADN	Acide désoxyribonucléique
AIISOC	Association des infirmières et infirmiers des salles d'opération du Canada
AORN	<i>Association of periOperative Registered Nurses</i>
ASSTSAS	Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail du secteur affaires sociales
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
CO ₂	Dioxyde de carbone
COV	Composé organique volatil
CSA	<i>Canadian Standard Association</i>
CUSM	Centre universitaire de santé McGill
ECR	Essai clinique randomisé
EPI	Équipement de protection individuelle
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
HEJ	Hôpital de l'Enfant-Jésus
HEPA	<i>High-Efficiency Particulate Air</i>
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
L'HDQ	L'Hôtel-Dieu de Québec
MAUDE	<i>Manufacturer and User Facility Device Experience</i>
NIOSH	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>
ORL	Otorhynolaryngologie
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i>
ppm	Parties par million
RR	Risque relatif
UETMIS	Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé
ULPA	<i>Ultra-Low Particulate Air</i>
VEMP	Valeur d'exposition moyenne pondérée
VPH	Virus du papillome humain

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS.....	V
SOMMAIRE	VI
LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES.....	VII
TABLE DES MATIÈRES	VIII
LISTE DES ANNEXES.....	X
LISTE DES FIGURES.....	X
LISTE DES TABLEAUX.....	X
RÉSUMÉ.....	XIII
1. INTRODUCTION.....	1
2. INFORMATIONS GÉNÉRALES.....	2
2.1 Dispositifs médicaux générant de la fumée chirurgicale	2
2.2 Risques potentiels à la santé associés à l'exposition aux fumées chirurgicales pour le personnel hospitalier.....	3
2.2.1 Risques liés aux particules	3
2.2.2 Risques biologiques	4
2.2.3 Risques chimiques	5
2.3 Prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales	5
2.3.1 La hiérarchie des mesures de contrôle	5
2.3.2 Aspiration des fumées chirurgicales	6
3. QUESTIONS DÉCISIONNELLE ET D'ÉVALUATION.....	8
3.1 Question décisionnelle.....	8
3.2 Questions d'évaluation.....	8
4. MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION.....	9
4.1 Recherche documentaire.....	9
4.1.1 Critères de sélection et sources des données.....	9
4.1.2 Sélection des publications.....	9
4.1.3 Évaluation de la qualité des publications et extraction des données	10
4.2 Enquête au CHU de Québec	11
4.3 Enquête dans les autres établissements de santé universitaires du Québec	12
4.4 Interventions chirurgicales, inventaire des dispositifs et coûts associés à l'aspiration des fumées chirurgicales au CHU de Québec.....	13
4.5 Analyse des données probantes.....	13
4.6 Révision	13
4.7 Modifications au plan d'évaluation	13
5. RÉSULTATS.....	14
5.1 Évaluation des effets de l'exposition aux fumées chirurgicales sur la santé.....	14

5.1.1 Description des études	14
5.1.2 Résultats des études sur le cancer et les maladies reliées au VPH	15
5.1.3 Résultats des études sur la prévalence des symptômes	18
5.1.4 Synthèse et appréciation des études sur les effets sur la santé de l'exposition aux fumées chirurgicales	21
5.2 Normes, recommandations, efficacité et innocuité des dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales	22
5.2.1 Normes et recommandations pour la prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales	23
5.2.2 Résultats des études portant sur l'efficacité et l'innocuité des dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales	24
5.2.3 Résultats issus de la recherche dans la base de données MAUDE	34
5.2.4 Synthèse et appréciation des données probantes sur l'efficacité et l'innocuité des dispositifs pour l'aspiration des fumées chirurgicales	35
5.3 Résultats des enquêtes de pratiques publiées	37
5.4 Enquête de pratiques au CHU de Québec	39
5.5 Enquête de pratiques dans les autres établissements de santé universitaires au Québec	46
5.5.1 Blocs opératoires	46
5.5.2. Cliniques externes	47
5.6 Inventaire des dispositifs mobiles et estimation des coûts associés à l'aspiration des fumées chirurgicales au CHU de Québec	48
5.6.1 Inventaire des dispositifs mobiles pour l'aspiration des fumées chirurgicales	48
5.6.2 Estimation des coûts associés à l'aspiration des fumées chirurgicales	48
6. DISCUSSION	50
6.1 Les effets de l'exposition aux fumées chirurgicales sur la santé : une relation de causalité qui demeure incertaine	50
6.2 L'aspiration des fumées chirurgicales : une méthode efficace et sécuritaire pour réduire la concentration des contaminants dans l'air	51
6.3 Prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales dans les blocs opératoires et les cliniques externes au CHU de Québec : un environnement favorable à l'amélioration des pratiques avec différents enjeux à considérer	52
7. RECOMMANDATION	55
8. CONCLUSION	58
ANNEXES	59
RÉFÉRENCES	73

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1. VALEURS ADMISSIBLES DES CONTAMINANTS DE L'AIR POTENTIELLEMENT PRÉSENTS DANS LES FUMÉES CHIRURGICALES SELON LA RÉGLEMENTATION NORD-AMÉRICAINE	59
ANNEXE 2. SITES INTERNET CONSULTÉS POUR LA RECHERCHE DE LA LITTÉRATURE GRISE.....	60
ANNEXE 3. STRATÉGIES DE RECHERCHE DOCUMENTAIRE DANS LES BASES DE DONNÉES INDEXÉES.....	64
ANNEXE 4. SITES INTERNET CONSULTÉS POUR LA RECHERCHE DE PROTOCOLES PUBLIÉS.....	67
ANNEXE 5. DOCUMENTS EXCLUS ET RAISONS D'EXCLUSION	68
ANNEXE 6. EXEMPLES DE DOCUMENTS PROPOSANT DES LIGNES DIRECTRICES POUR LE CONTRÔLE DE L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES DÉVELOPPÉES PAR DIFFÉRENTS HÔPITAUX OU ORGANISMES	72

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1. CHAÎNE CAUSALE DU RISQUE D'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES	2
FIGURE 2. SCHEMA DE L'ENTRÉE DES PARTICULES DANS LES VOIES RESPIRATOIRES	4
FIGURE 3. APPLICATION DE LA HIÉRARCHIE DE MESURES DE CONTRÔLE DES RISQUES ASSOCIÉS À L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES	6
FIGURE 4. DIAGRAMME DE SÉLECTION DES DOCUMENTS SUR LES EFFETS DE L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES SUR LA SANTÉ DU PERSONNEL DES BLOCS OPÉRATOIRES ET DES CLINIQUES EXTERNES	14
FIGURE 5. DIAGRAMME DE SÉLECTION DES DOCUMENTS SUR LES NORMES ET RECOMMANDATIONS ET SUR L'EFFICACITÉ ET L'INNOCUITÉ DES DISPOSITIFS D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES	22

LISTE DES TABLEAUX

TABEAU 1. NORMES ET RECOMMANDATIONS POUR LA VENTILATION DANS LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ	7
TABEAU 2. CRITÈRES DE SÉLECTION DES DOCUMENTS PORTANT SUR LES EFFETS SUR LA SANTÉ ASSOCIÉS À L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES (QUESTION 1)	10
TABEAU 3. CRITÈRES DE SÉLECTION DES DOCUMENTS PORTANT SUR LES NORMES ET RECOMMANDATIONS ET SUR L'EFFICACITÉ ET L'INNOCUITÉ DES DISPOSITIFS D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES (QUESTIONS 2, 3 ET 4)..	11
TABEAU 4. DESCRIPTION DES ÉTUDES PORTANT SUR L'ÉVALUATION DES EFFETS SUR LA SANTÉ RELIÉS À L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES	15
TABEAU 5. DESCRIPTION DES POPULATIONS DES ÉTUDES PORTANT SUR L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES ET LE CANCER OU LES MALADIES RELIÉES AU VPH.....	16
TABEAU 6. PRINCIPAUX RÉSULTATS SUR LE RISQUE DE CANCER DU POUMON SELON LE NOMBRE D'ANNÉES TRAVAILLÉES AU BLOC OPÉRATOIRE RAPPORTÉS DANS L'ÉTUDE DE GATES <i>ET AL.</i>	16
TABEAU 7. DESCRIPTION DES POPULATIONS DES ÉTUDES PORTANT SUR L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES ET LA PRÉVALENCE DES SYMPTÔMES	18

TABLEAU 8. PRINCIPAUX RÉSULTATS DES ÉTUDES TRANSVERSALES SUR L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES ET LA PRÉVALENCE DE SYMPTÔMES CHEZ LE PERSONNEL HOSPITALIER	19
TABLEAU 9. CONCENTRATIONS DES COV IDENTIFIÉS DANS LES ENQUÊTES D'HYGIÈNE INDUSTRIELLE SUR L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES DE TROIS CENTRES HOSPITALIERS AMÉRICAINS	20
TABLEAU 10. PRINCIPAUX RÉSULTATS DES ENQUÊTES D'HYGIÈNE INDUSTRIELLE SUR L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES ET LA PRÉVALENCE DE SYMPTÔMES CHEZ LE PERSONNEL DES BLOCS OPÉRATOIRES DE TROIS CENTRES HOSPITALIERS AMÉRICAINS	21
TABLEAU 11. DESCRIPTION DES ÉTUDES MENÉES EN CONTEXTE RÉEL DE SOINS SUR L'EFFICACITÉ ET L'INNOCUITÉ DES DISPOSITIFS D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES	25
TABLEAU 12. RÉSULTATS SUR LA CONCENTRATION MOYENNE ET MAXIMALE DE PARTICULES ULTRAFINES MESURÉE EN COURS DE CHIRURGIES ORTHOPÉDIQUES DE LA COLONNE SELON DIFFÉRENTS DISPOSITIFS D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES RAPPORTÉS DANS L'ÉTUDE DE LIU <i>ET AL.</i>	27
TABLEAU 13. RÉSULTATS SUR LA CONCENTRATION MOYENNE ET MÉDIANE DE PARTICULES MESURÉE EN COURS D'AMYGDALECTOMIES AVEC ADÉNOÏDECTOMIES SELON LE TYPE DE MÉTHODE D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES RAPPORTÉS DANS L'ÉTUDE D'O'BRIEN <i>ET AL.</i>	28
TABLEAU 14. PRINCIPAUX RÉSULTATS SUR LA CONCENTRATION DES COV DÉTECTÉS EN COURS D'AMYGDALECTOMIES ET D'ADÉNOÏDECTOMIES SELON DIFFÉRENTS DISPOSITIFS D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES DANS L'ÉTUDE D'O'BRIEN <i>ET AL.</i>	29
TABLEAU 15. RÉSULTATS DES ESTIMATIONS DE LA CONCENTRATION MOYENNE DE PARTICULES DE MOINS DE 2,5 µm INHALÉE EN 15 SECONDES RAPPORTÉS DANS L'ÉTUDE DE WANG <i>ET AL.</i>	30
TABLEAU 16. DESCRIPTION DES ÉTUDES DE LABORATOIRE SUR L'EFFICACITÉ ET L'INNOCUITÉ DES DISPOSITIFS D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES.....	30
TABLEAU 17. RÉSULTATS DES CONCENTRATIONS MOYENNES DE BENZÈNE, BUTADIÈNE ET FURFURAL AVEC ET SANS ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES RAPPORTÉS DANS L'ÉTUDE DE KOCHER <i>ET AL.</i>	31
TABLEAU 18. RÉSULTATS SUR LES CONCENTRATIONS MOYENNES DE PARTICULES SELON DIFFÉRENTES MÉTHODES D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES RAPPORTÉS DANS L'ÉTUDE DE LEE <i>ET AL.</i>	32
TABLEAU 19. PRINCIPAUX RÉSULTATS SUR LES CONCENTRATIONS MOYENNES DE COV MESURÉES DANS L'AIR AMBIANT ET À LA TAILLE DU PERSONNEL SELON DIFFÉRENTES MÉTHODES D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES RAPPORTÉS DANS L'ÉTUDE DE LEE <i>ET AL.</i>	32
TABLEAU 20. PRINCIPAUX RÉSULTATS SUR LA CONCENTRATION MOYENNE DES COMPOSÉS DE CARBONE AVEC OU SANS L'UTILISATION D'UNE UNITÉ MOBILE D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES RAPPORTÉS DANS L'ÉTUDE DE TAKAHASHI <i>ET AL.</i>	33
TABLEAU 21. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE DE SEIPP <i>ET AL.</i> SUR LE POURCENTAGE DE DIMINUTION DE LA CONCENTRATION MOYENNE DE PARTICULES POUR L'ENSEMBLE DES UNITÉS MOBILES D'ASPIRATION ÉVALUÉES SELON LE DÉBIT D'ASPIRATION, LE DÉBIT DU FLUX D'AIR UNIDIRECTIONNEL ET L'ANGLE DE COUPE	34
TABLEAU 22. DESCRIPTION DES INCIDENTS LIÉS À L'UTILISATION D'UN DISPOSITIF MOBILE POUR L'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES RAPPORTÉS DANS LA BASE DE DONNÉES MAUDE ENTRE 2010 ET LE 31 JUILLET 2021	35
TABLEAU 23. DESCRIPTION DES ENQUÊTES DE PRATIQUES SUR LES MESURES DE PRÉVENTION DE L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES	37
TABLEAU 24. DESCRIPTION DE L'UTILISATION DES SYSTÈMES D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES (SUCCION MURALE, CAUTÈRE AVEC ASPIRATION, UNITÉ MOBILE) ET DES INTERVENTIONS GÉNÉRANT DE LA FUMÉE DANS LES BLOCS OPÉRATOIRES DU CHU DE QUÉBEC SELON LES RÉPONDANTS À L'ENQUÊTE	41

TABLEAU 25. MESURES ORGANISATIONNELLES POUR LA PRÉVENTION DE L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES EN PLACE DANS LES BLOCS OPÉRATOIRES DU CHU DE QUÉBEC SELON LES RÉPONDANTS À L'ENQUÊTE	42
TABLEAU 26. DESCRIPTION DE L'UTILISATION DES SYSTÈMES D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES (SUCCION MURALE, CAUTÈRE AVEC ASPIRATION, UNITÉ MOBILE) ET DES INTERVENTIONS GÉNÉRANT DE LA FUMÉE DANS LES CLINIQUES EXTERNES DU CHU DE QUÉBEC SELON LES RÉPONDANTS À L'ENQUÊTE.....	44
TABLEAU 27. MESURES ORGANISATIONNELLES POUR LA PRÉVENTION DE L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES EN PLACE DANS LES CLINIQUES EXTERNES DU CHU DE QUÉBEC SELON LES RÉPONDANTS À L'ENQUÊTE.....	45
TABLEAU 28. SYNTHÈSE DES PRATIQUES DE PRÉVENTION EN PLACE DANS LES BLOCS OPÉRATOIRES DES AUTRES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ UNIVERSITAIRES AU QUÉBEC SONDÉS.....	47
TABLEAU 29. NOMBRE D'UNITÉS MOBILES POUR L'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES DISPONIBLES AU CHU DE QUÉBEC DANS LES BLOCS OPÉRATOIRES ET LES CLINIQUES EXTERNES PAR HÔPITAL POUR LES ANNÉES FINANCIÈRES 2019 À 2021	48
TABLEAU 30. FRÉQUENCE DE CONSOMMATION ET COÛT DES FOURNITURES POUR L'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES AUX BLOCS OPÉRATOIRES DU CHU DE QUÉBEC PAR HÔPITAL POUR L'ANNÉE FINANCIÈRE 2020-2021	49

RÉSUMÉ

Les fumées chirurgicales sont émises par l'utilisation de l'électrochirurgie, les lasers ou les ultrasons pour la cautérisation ou la résection de tissus vivants. Ces fumées sont composées de vapeurs et de particules dans lesquelles peuvent se retrouver des constituants biologiques (cellules, bactéries, virus) et chimiques incluant des composés organiques volatils (COV) en concentrations variables selon le type d'appareil, le niveau de puissance de ce dernier de même que du type de tissu traité. Le personnel hospitalier exposé aux fumées chirurgicales pourrait être à risque de développer certains problèmes de santé. En 2011, 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 publié une note informative sur les risques associés à l'exposition aux fumées chirurgicales pour le personnel des blocs opératoires. La Direction chirurgie et périopératoire et le Service prévention et mieux-être au travail ont à nouveau sollicité l'UETMIS pour évaluer les effets sur la santé associés à l'exposition aux fumées chirurgicales, de même que l'efficacité et l'innocuité des dispositifs d'aspiration.

Question décisionnelle

Est-ce que les mesures en place au CHU de Québec pour la gestion du risque d'exposition aux fumées chirurgicales devraient être modifiées ?

MÉTHODOLOGIE

Une recension de la littérature scientifique publiée en français ou en anglais entre le 1^{er} janvier 2000 et le 10 août 2021 a été effectuée dans plusieurs bases de données indexées et dans la littérature grise. Les principaux indicateurs recherchés concernaient les effets sur la santé reliés à l'exposition aux fumées chirurgicales, les normes et les recommandations pour le contrôle de l'exposition, l'efficacité et l'innocuité des méthodes d'aspiration de même que les mesures pour prévenir l'exposition rapportée dans les enquêtes de pratique. Les rapports d'incidents compilés entre le 1^{er} janvier 2010 et le 31 juillet 2021 dans la base de données MAUDE (*Manufacturer and User Facility Device Experience*) de la *Food and Drug Administration* (FDA) américaine ont été analysés afin de compléter la recherche sur l'innocuité des dispositifs mobiles d'aspiration des fumées chirurgicales. Une enquête par questionnaire a été menée au CHU de Québec entre le 1^{er} avril et le 28 juin 2021 auprès des chefs de service de différentes spécialités chirurgicales (n = 9), des coordonnateurs de blocs opératoires (n = 3) et des chefs d'unité responsables des cliniques externes (n = 10) pour documenter l'exposition aux fumées, les pratiques et les mesures relatives au contrôle de l'exposition aux fumées chirurgicales. Une enquête a également été réalisée avec des responsables d'établissements de santé universitaires au Québec (n = 5) entre le 5 mai et le 1^{er} juin 2021 afin de décrire les pratiques et les mesures en place pour le contrôle de l'exposition aux fumées chirurgicales. De plus, les données relatives au nombre d'interventions chirurgicales réalisées au CHU de Québec et à l'inventaire des dispositifs mobiles d'aspiration par secteurs d'activités ont été obtenus de la Direction de la performance clinique et organisationnelle (DPCO) et du Service des technologies biomédicales (STB), respectivement. Le volume de consommation et les coûts du matériel jetable (cautères, filtres et tubulures) liés à l'usage des dispositifs d'aspiration pour la dernière année financière ont été fournis par les responsables du matériel de chacun des blocs opératoires.

RÉSULTATS

Les données probantes recueillies ont été analysées afin de répondre aux questions d'évaluation suivantes :

Quels sont les effets sur la santé associés à l'exposition aux fumées chirurgicales documentés chez des professionnels de la santé ?

Dans une large étude de cohorte constituée de plus de 85 000 infirmières suivies pendant 16 ans, le risque de cancer du poumon chez celles qui travaillaient au bloc opératoire n'était pas plus élevé que celui des infirmières qui travaillaient dans d'autres secteurs hospitaliers. Dans deux études sur le virus du papillome humain (VPH), l'acide désoxyribonucléique (ADN) du VPH retrouvé dans les cellules épithéliales nasales de gynécologues réalisant l'exérèse de condylomes n'était plus détectable lors du suivi à 24 mois. De plus, aucun cas de maladie ou cancer lié au VPH n'a été rapporté pendant cette même période. Deux cas de cancer oropharyngé positif au VPH chez des chirurgiens avec de nombreuses années de pratique dans le traitement de lésions du col de l'utérus par laser ou diathermie ont été rapportés mais l'origine professionnelle par

une exposition à la fumée chirurgicale ne peut être formellement établie. Différents symptômes non spécifiques (p. ex. : toux, irritation de la gorge, céphalées et fatigue) chez des membres du personnel soignant des blocs opératoires ont été rapportés dans six études transversales mais le lien de causalité avec l'exposition aux fumées chirurgicales demeure incertain. La présence de symptômes (toux, irritation de la gorge, céphalées et fatigue) et de gêne reliée à l'odeur des fumées chirurgicales a également été rapportée dans les enquêtes de pratique.

Quelles sont les normes et les mesures recommandées par les organismes professionnels et réglementaires pour la gestion du risque d'exposition aux fumées chirurgicales ?

Selon l'Association canadienne de normalisation (groupe CSA) et les recommandations des sociétés savantes, divers moyens devraient être implantés pour réduire l'exposition aux fumées chirurgicales afin d'assurer la qualité, la santé et la sécurité au travail de même que la prévention et le contrôle des infections. Ces mesures en cohérence avec les procédures de l'établissement incluent l'aspiration des fumées, le port d'équipements de protection individuelle (EPI) et des politiques et mesures organisationnelles. L'usage d'un dispositif dédié à l'aspiration des fumées chirurgicales est recommandé mais la succion murale peut être utilisée lors de procédures fermées (p. ex. : laparoscopies, endoscopies) ou pour l'élimination de petites quantités de fumées. De plus, le Règlement sur la santé et la sécurité du travail, préconise de réduire au minimum l'exposition aux cancérogènes, même lorsque les concentrations observées demeurent à l'intérieur des normes prévues.

Quelle est l'efficacité et l'innocuité des dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales (évacuation murale, dispositifs mobiles indépendants et combinés aux instruments électrochirurgicaux et autres dispositifs médicaux pouvant générer un panache de fumée) ?

Les résultats de cinq études en milieu réel de soins et de quatre études menées en laboratoire suggèrent que l'aspiration à la source des fumées chirurgicales à l'aide d'un dispositif mobile dédié ou de la succion murale munie d'un filtre est efficace pour réduire les concentrations de particules et de COV dans l'air intérieur. Cependant, les données disponibles ne permettent pas de déterminer la méthode d'aspiration à privilégier entre la succion murale et un dispositif mobile dédié. De plus, l'efficacité des dispositifs mobiles d'aspiration à réduire la concentration des composants biologiques (virus, cellules ou bactéries) n'a pas fait l'objet d'études publiées à ce jour. À l'exception de dysfonctionnements liés au cautère et sans conséquence grave, peu d'effets indésirables ont été rapportés avec l'utilisation des dispositifs mobiles d'aspiration. Toutefois, selon les résultats d'une étude expérimentale, un niveau sonore élevé a été mesuré avec l'usage de dispositifs mobiles d'aspiration et des répondants à des enquêtes de pratique dans les blocs opératoires ont également rapporté le bruit de ces appareils comme une nuisance et un frein à leur utilisation.

Quelles sont les principales caractéristiques de l'exposition aux fumées chirurgicales dans les blocs opératoires et les cliniques externes du CHU de Québec ?

Plusieurs interventions menées aux blocs opératoires ont été identifiées à risque d'exposer le personnel aux fumées chirurgicales par les répondants de l'enquête et plus particulièrement certaines d'entre elles, comme par exemple les mastectomies en chirurgie plastique, les hystérectomies en gynécologie, les arthroplasties en orthopédie ou les chirurgies digestives abdominales. Par ailleurs, les normes applicables aux systèmes de ventilation des blocs opératoires seraient généralement respectées au CHU de Québec mais avec certaines fluctuations d'un site à l'autre en fonction des années de construction des bâtiments. Des instruments électrochirurgicaux sont également utilisés dans la majorité des cliniques externes mais les données recueillies ne permettent pas de préciser la fréquence et l'intensité de l'exposition aux fumées chirurgicales de façon exhaustive. Toutefois, il est possible de cibler plusieurs salles où les interventions et les procédures qui s'y déroulent représentent des situations à risque d'exposer le personnel aux fumées chirurgicales parce qu'elles impliquent le contrôle de saignements ou l'exérèse de lésions. De plus, des enjeux quant à l'aspiration des fumées chirurgicales et à la ventilation des salles ont été soulevés dans certains secteurs des cliniques externes, notamment en dermatologie où l'électrochirurgie et les lasers seraient fréquemment utilisés pour le traitement de lésions cutanées ou de condylomes.

Quelles mesures sont en place pour prévenir l'exposition du personnel des blocs opératoires et des cliniques externes aux fumées chirurgicales ?

Les résultats des enquêtes publiées révèlent que les pratiques en place pour le contrôle de l'exposition aux fumées chirurgicales varient selon le contexte clinique, le type d'instrument utilisé et les professionnels impliqués. L'utilisation d'un dispositif mobile d'aspiration des fumées chirurgicales n'est pas une mesure généralisée et la succion murale semble être

une alternative fréquente selon ce qui est rapporté dans ces études. Au CHU de Québec, l'évacuation des fumées chirurgicales dans les blocs opératoires, lorsque jugées en quantité significative, est effectuée à l'aide d'un cautère avec aspiration intégrée ou plus fréquemment en utilisant la succion murale. Les pratiques liées à l'aspiration des fumées varient cependant selon la spécialité chirurgicale, le type d'intervention réalisée et d'instrument utilisé. L'indisponibilité des dispositifs mobiles est rapportée comme un frein à leur utilisation dans certaines spécialités chirurgicales. Quant au masque N95, il est porté en cas d'infection, causée par exemple par le virus respiratoire syncytial, ou lors de l'usage de lasers en présence du VPH. Outre le retrait préventif des femmes enceintes rapporté dans l'ensemble des blocs opératoires, quelques autres mesures organisationnelles sont implantées dans certains hôpitaux du CHU de Québec (p. ex. : la rotation du personnel, la formation à la prévention, ou le temps d'attente entre deux cas pour la ventilation de la salle). Un nombre limité d'unités mobiles sont disponibles pour l'ensemble des cliniques externes du CHU de Québec. La succion murale, le cautère avec aspiration intégrée ou encore l'unité mobile sont parfois utilisés pour l'aspiration des fumées lors de procédures avec électrocautérisation ou laser. Un masque de procédure standard est porté dans la majorité des secteurs où sont réalisées des interventions à l'aide d'outils électrochirurgicaux. Dans certaines situations cliniques, un masque N95 est utilisé mais les pratiques à cet effet sont variables. Le retrait préventif des femmes enceintes ou en raison d'une condition médicale particulière serait en place dans certaines cliniques externes, alors que la rotation du personnel et la formation à la prévention seraient implantées dans l'une ou l'autre des cliniques.

Quels seraient les impacts organisationnels et budgétaires d'un changement de pratique quant à l'utilisation des dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales au CHU de Québec ?

Selon les données disponibles de consommation des fournitures à usage unique pour l'aspiration des fumées chirurgicales, il est estimé qu'un cautère avec aspiration intégrée serait utilisé dans approximativement 10 % des interventions chirurgicales au CHU de Québec. Quant à la disponibilité des unités mobiles, le nombre semble être en adéquation avec le nombre de salles d'opération, à l'exception de l'Hôpital du Saint-Sacrement (HSS) où le nombre de dispositif serait inférieur. Pour l'année financière 2020-2021, le coût total relié à l'utilisation des consommables à usage unique pour l'aspiration des fumées aux blocs opératoires s'élevait à 173 000 \$. Ce coût pourrait atteindre 1 million de dollars en cas d'une utilisation généralisée des cautères avec aspiration intégrée à l'ensemble des chirurgies. Pour les cliniques externes, une quinzaine de dispositifs mobiles sont disponibles principalement pour les interventions aux grands brûlés, en oncologie chirurgicale, endoscopiques en gynécologie et pour les chirurgies de Mohs.

DISCUSSION

L'appréciation de l'ensemble des informations issues de la recherche documentaire, des enquêtes, des autres sources de données et des échanges avec le groupe de travail interdisciplinaire ont conduit aux constats suivants :

- Les effets de l'exposition aux fumées chirurgicales sur la santé : une relation de causalité qui demeure incertaine;
- L'aspiration des fumées chirurgicales : une méthode efficace et sécuritaire pour réduire la concentration des contaminants dans l'air;
- Prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales dans les blocs opératoires et les cliniques externes au CHU de Québec : un environnement favorable à l'amélioration des pratiques avec différents enjeux à considérer.
-

RECOMMANDATION

L'UETMIS recommande à la Direction chirurgie et périopératoire et à la Direction ophtalmologie et services ambulatoires spécialisés d'encadrer et de standardiser les pratiques de prévention et de contrôle de l'exposition aux fumées chirurgicales aux blocs opératoires et en cliniques externes. Pour ce faire, un groupe de travail interdisciplinaire ayant comme principal mandat d'élaborer des lignes directrices devrait être mis sur pied.

CONCLUSION

Les données disponibles suggèrent que l'exposition à la fumée chirurgicale représente un risque potentiel mais non avéré d'effets sur la santé pour le personnel hospitalier. En raison de l'incertitude des données, il apparaît tout de même justifier, sur la base du principe de précaution, de poursuivre les efforts visant à réduire l'exposition du personnel soignant aux fumées

chirurgicales et à promouvoir une utilisation judicieuse des dispositifs mobiles d'aspiration. Le développement de lignes directrices devrait permettre de mieux encadrer et standardiser les pratiques de prévention et de contrôle de l'exposition aux fumées chirurgicales dans les blocs opératoires et les cliniques externes du CHU de Québec, dans une perspective de pertinence clinique, financière et organisationnelle.

1. INTRODUCTION

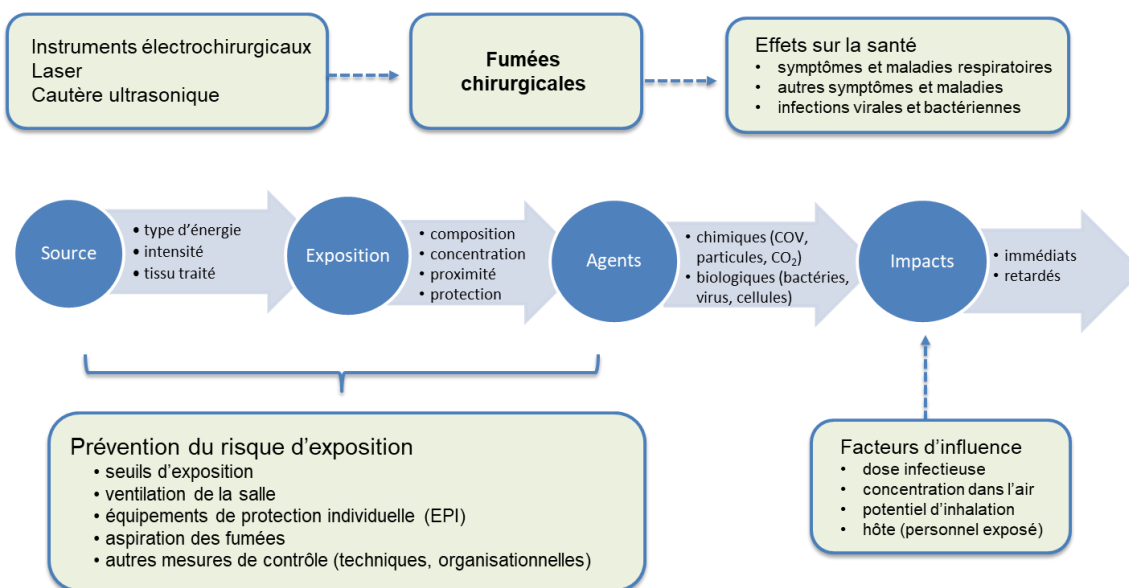
Les fumées chirurgicales sont produites lors d'interventions médicales réalisées avec l'utilisation d'appareils de résection ou de cautérisation sur des tissus biologiques vivants. Elles sont constituées d'un mélange de gaz, de vapeurs et de particules dans lesquelles peuvent se retrouver des constituants biologiques (cellules, bactéries, virus) et chimiques générés par l'action de la chaleur (p. ex. : oxyde de carbone, benzène, toluène) [1, 2]. La composition des fumées et les concentrations des substances biologiques et chimiques qui s'y retrouvent dépendent du type d'appareil, du niveau de puissance de l'appareil de même que du type de tissu traité. Le personnel hospitalier incluant les médecins qui travaillent au bloc opératoire et dans les cliniques où sont réalisées des interventions qui requièrent l'usage de dispositifs générant des fumées chirurgicales pourraient être à risque de développer des problèmes de santé.

En 2011, 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 publié une note informative sur les risques associés à l'exposition aux fumées chirurgicales pour le personnel soignant des blocs opératoires [3]. Les données alors disponibles ne permettaient pas d'établir si l'exposition aux fumées chirurgicales pourrait représenter un risque pour la santé des travailleurs. Les auteurs ajoutaient également, en raison de l'incertitude, que plusieurs organismes recommandaient une approche de précaution incluant des mesures de protection individuelle et l'utilisation de dispositifs d'aspiration des fumées. La Direction chirurgie et périopératoire (DCP) et le Service prévention et mieux-être au travail du CHU de Québec se questionnent à savoir s'il est acceptable et sécuritaire de réaliser des interventions générant des fumées chirurgicales sans utiliser un aspirateur de fumée. L'avis de l'UETMIS a été à nouveau sollicité pour mettre à jour le rapport d'évaluation publié en 2011 en y incluant les risques pour le personnel des cliniques externes.

2. INFORMATIONS GÉNÉRALES

Les fumées chirurgicales sont produites lors d'interventions avec des appareils de résection ou de cautérisation utilisés sur des tissus biologiques vivants. Ainsi, l'usage d'instruments électrochirurgicaux, de lasers et de dispositifs utilisant des ultrasons pourrait exposer le personnel des blocs opératoires et des cliniques externes à divers agents chimiques ou biologiques actifs (cellules, bactéries, virus) présents dans les fumées chirurgicales [4, 5]. L'exposition aux fumées chirurgicales pourrait ainsi être associée à des effets immédiats ou retardés sur la santé. Le niveau d'exposition dépend du type et de la puissance des appareils générant de la fumée, de leur fréquence et durée d'utilisation, de la proximité de contact du personnel avec la source d'émission de fumées ainsi que des mesures de protection en place. Les risques à la santé sont également modulés en fonction de la concentration de particules dans l'air et de la dose infectieuse, soit la quantité de virus qui doit être transmise et inhalée pour qu'une personne développe une infection pour les agents biologiques, du potentiel d'inhalation associé à chacune des substances émises de même que des caractéristiques de l'hôte (personnel exposé). Différentes mesures de prévention permettent de réduire ou de contrôler l'exposition aux fumées chirurgicales. L'ensemble de ces éléments interagissant dans la chaîne causale du risque d'exposition aux fumées chirurgicales sont schématisés à la figure 1 et détaillés dans les sections suivantes.

FIGURE 1. CHAÎNE CAUSALE DU RISQUE D'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES



COV : composés organiques volatils, CO₂ : dioxyde de carbone

2.1 Dispositifs médicaux générant de la fumée chirurgicale

De nombreux dispositifs médicaux et chirurgicaux utilisent, pour exercer une action ablatif, de l'énergie thermique qui se dissipe sous forme de chaleur augmentant ainsi la température des tissus traités. Ces appareils peuvent être classés en trois principales catégories : les instruments d'électrochirurgie, les lasers et les scalpels à ultrasons [4, 5]. Les instruments électrochirurgicaux font passer un courant électrique de haute fréquence (> 300 kilohertz (Hz)) afin d'obtenir des effets localisés de cautérisation, de coagulation, de dessiccation ou d'ablation [5, 6]. L'énergie électrique requise peut fonctionner en mode monopolaire ou bipolaire [6]. En mode monopolaire, le courant circule du générateur à l'électrode active, située dans l'instrument tenu par le chirurgien, vers le patient, puis retourne au générateur. En mode bipolaire, le courant circule

entre deux électrodes actives proches l'une de l'autre, par exemple les deux bouts des pinces ou ciseaux tenus par le chirurgien, et se diffuse uniquement aux tissus interposés entre ces électrodes. Les électrocautères adaptés au type de chirurgie réalisée permettent de pulvériser, cautériser de petits vaisseaux et couper des tissus et sont utilisés dans la plupart des interventions chirurgicales.

Une grande variété de lasers sont employés en médecine, notamment en ophtalmologie, en dermatologie et en gynécologie soit pour sectionner des tissus, obturer une incision ou encore pour des indications vasculaires telles que le traitement d'angiomes. La lumière laser est une forme de rayonnement non ionisant produit dans différentes parties du spectre : ultra-violet, lumière visible et infrarouge. C'est une lumière monochromatique, c'est-à-dire d'une couleur unique correspondant à une longueur d'onde précise, ce qui permet d'agir spécifiquement sur certains tissus, sans toucher aux autres [7]. Les particules de lumière, ou photons, se déplacent dans la même direction et convergent en un faisceau étroit et très focalisé produisant un puissant flux énergétique par unité de surface. L'action des lasers sur les tissus dépend de la nature du milieu actif impliqué (excimères, Yag-Erbium, dioxyde de carbone, rubis, ...) et de la longueur d'onde qui leur est associée, de la densité d'énergie émise par surface visée et du mode d'utilisation, en continu ou pulsé [5]. Les lasers sont classés en fonction de leurs effets nocifs sur l'humain. Selon la classification en usage au Canada les lasers médicaux correspondent dans la plupart des applications à la classe 3b qui regroupe les lasers pouvant produire des lésions mineures de la peau, voire présenter un risque d'inflammation de matériaux inflammables mais seulement si le faisceau a un petit diamètre ou s'il est focalisé, ou à la classe 4 pour lesquels l'exposition de la peau de même que la vision directe et les réflexions diffuses du faisceau peuvent être dangereuses. Ces lasers représentent aussi un danger d'incendie [8]. Les brûlures oculaires et cutanées résultent du reflet direct du faisceau. Les vapeurs émises par les tissus exposés au laser peuvent également générer des fumées chirurgicales, constituant ainsi un risque secondaire ou indirect.

Enfin, les scalpels à ultrasons (scalpel harmonique ou bistouri ultrasonique) reposent sur l'émission d'ondes mécaniques qui en provoquant des vibrations génèrent une pression à l'intérieur des cellules et détruisent les connections cellulaires [9]. Les vibrations génèrent de la vapeur et conduisent à des perturbations et à une fragmentation des cellules [10]. Le principe fonctionne un peu à la manière d'une loupe, les ondes convergeant en un point, élevant ainsi la température des tissus jusqu'à environ 60 degrés de plus pendant quelques secondes. Les ultrasons entraînent également la dénaturation des protéines qui recouvrent les vaisseaux sanguins, ce qui permet l'hémostase [11, 12]. Les ultrasons sont utiles pour traiter des zones difficilement atteignables, par exemple en neurologie pour certaines tumeurs cérébrales ou les noyaux gris centraux responsables des tremblements dans la maladie de Parkinson. Les ultrasons de haute intensité focalisés peuvent également permettre l'ablation d'autres zones pathologiques localisées, telles que des tumeurs de la prostate, des fibroadénomes du sein, des fibromes utérins ou encore de traiter le glaucome.

La quantité et la composition des fumées produites par ces différents appareils de même que la taille des particules qu'elles contiennent dépendent de l'intensité de l'énergie émise sur les tissus, de la durée de l'intervention de même que du type de tissu traité [4, 13-15]. Les émissions de particules seraient plus importantes lors d'interventions sur des tissus adipeux, suivies des interventions sur des tissus hépatiques et plus faibles pour des interventions sur des tissus cutanés [16]. Le diamètre moyen des particules comprises dans les fumées chirurgicales produites par l'électrocoagulation varie généralement entre 0,02 et 1 µm, entre 0,1 et 0,8 µm pour la résection de tissus avec le laser et entre 0,35 à 6,6 µm pour l'utilisation d'un scalpel à ultrasons [1, 17-20].

2.2 Risques potentiels à la santé associés à l'exposition aux fumées chirurgicales pour le personnel hospitalier

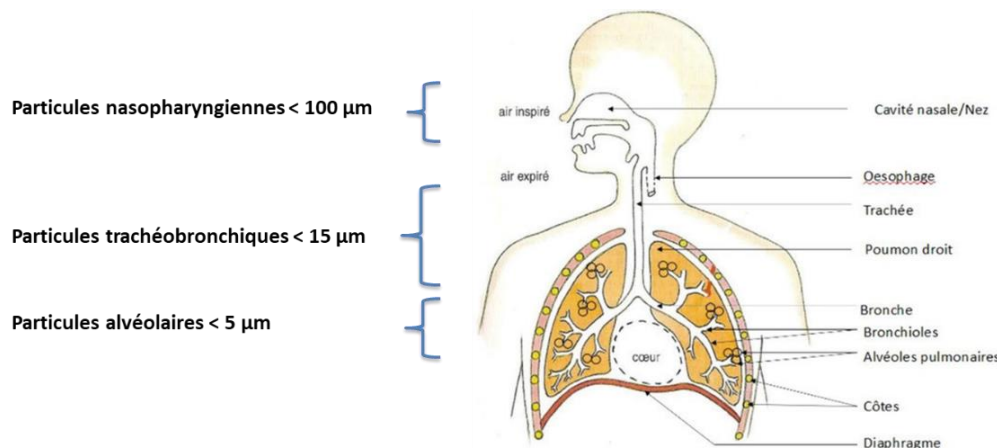
2.2.1 Risques liés aux particules

Les fumées chirurgicales sont composées jusqu'à 95 % de vapeur d'eau et de 5 % de particules liquides ou solides [21, 22]. Tel que mentionné, la taille des particules présentes dans les fumées chirurgicales dépend du type d'instrument utilisé et de l'intensité de l'énergie appliquée sur le tissu traité. Comme elles sont constituées majoritairement d'eau, la taille des particules peut rapidement diminuer après leur aérolisation, soit par assèchement ou fractionnement [23].

Le potentiel d'inhalation et de pénétration des particules présentes dans l'air dépend de leur taille et de leur diamètre aérodynamique [24]. Les particules de moins de 100 µm sont inhalables et pourraient pénétrer par le nez ou la gorge (Figure 2). Celles de moins de 15 µm pourraient se loger dans la trachée et les bronches et celles de moins de 5 µm dans les alvéoles pulmonaires. Enfin les particules ultrafines (< 0,01 µm) pourraient atteindre les tissus pulmonaires et

pénétrer dans la circulation sanguine et le système lymphatique. Les effets de l'inhalation des particules sur l'organisme sont variables en fonction de leur taille, allant de l'irritation locale à des atteintes broncho-pulmonaires plus graves [5].

FIGURE 2. SCHEMA DE L'ENTRÉE DES PARTICULES DANS LES VOIES RESPIRATOIRES



Source : <https://images.app.goo.gl/UZ6rkZLiCwEC7SF9>

2.2.2 Risques biologiques

Les risques biologiques associés à l'exposition aux fumées chirurgicales sont liés à la présence potentielle de cellules ou fragments de cellules, de cellules sanguines, bactéries, virus ou fragments d'acide désoxyribonucléique (ADN) viral pouvant être propulsés par l'action des instruments électrochirurgicaux, lasers ou ultrasons. La transmission d'infections via les fumées chirurgicales peut être décrite comme une transmission par voie aérienne opportuniste puisque les virus ou bactéries se propagent par aérosolisation de fines particules plutôt que par leur mode de transmission habituel, c'est-à-dire par contact, gouttelettes ou voie aérienne directe [24].

Les connaissances quant à la toxicité des fumées chirurgicales sont issues essentiellement d'études expérimentales en recherche fondamentale et de quelques études conduites chez l'animal [3, 15, 25]. Ces études ont principalement porté sur le virus du papillome humain (VPH). Ainsi, selon une revue systématique sur le risque de transmission virale par la présence du virus ou de particules virales (ADN, acide ribonucléique (ARN), protéines) dans les fumées chirurgicales, la grande majorité des 23 études incluses ont porté sur le VPH (74 %), et à un degré moindre, sur l'hépatite (13 %), le virus de l'immunodéficience humaine (VIH) (9 %) ou le virus de la varicelle (4 %) [25]. Au total, 19 (83 %) de ces études ont révélé la présence de particules virales dans des fumées chirurgicales [25]. Des fragments d'ADN viral ont été identifiés dans des échantillons de fumées, notamment lors de l'ablation de verrues [26-28]. La présence de particules provenant du VIH dans des fumées chirurgicales a également été constatée dans quelques études *in vitro* avec l'usage d'un laser au dioxyde de carbone (CO₂) pour l'ablation de cellules infectées [29] ou en chirurgie orthopédique [30]. Le virus de la varicelle a aussi été identifié lors d'interventions réalisées avec un laser excimère [31, 32]. Dans une autre étude, les chercheurs ont pu isoler le virus de l'hépatite B, présent dans l'air près du site chirurgical, et ce, pour 10 des 11 interventions pour des résections colorectales, gastriques ou hépatiques par laparoscopie chez des patients positifs à l'antigène de surface de l'hépatite B [33]. L'aérosolisation de sang a également été observée durant l'évacuation du pneumopéritoine lors de chirurgies bariatriques par laparoscopie [34] ou en chirurgie orthopédique ouverte avec l'utilisation d'un électrocautère ou d'autres instruments chirurgicaux (scie osseuse, perceuse) [35, 36].

Néanmoins, bien que ces résultats suggèrent la présence de virus dans les fumées chirurgicales, leur viabilité et potentiel infectieux demeurent peu connus [3, 25]. Dans la revue systématique de Robertson-More *et al.*, des virus ont pu être répliqués dans moins de la moitié (43 %) des études expérimentales recensées portant sur la viabilité des particules

identifiées dans des fumées chirurgicales [25]. En ce qui a trait à l'infectivité des particules virales, ce sont autour de 60 % des études qui ont pu démontrer le potentiel infectieux, par culture cellulaire ou à l'aide d'un modèle animal.

Par ailleurs, l'infectiosité des agents pathogènes présents dans les fumées chirurgicales dépend de leur capacité à se transmettre, à survivre et à se multiplier dans un hôte [24]. Ainsi, la présence de contaminants biologiques et chimiques dans les fumées chirurgicales ne se traduit pas nécessairement par la survenue d'une infection, l'apparition de symptômes ou d'un problème de santé chez les personnes exposées. Une quantité minimale de virus ou bactéries (dose infectieuse ou charge virale) est requise pour qu'une infection se développe. De plus, le risque de pénétration des particules dans les voies respiratoires des personnes exposées est lié à la taille des particules (Figure 2) mais également à la forme aérodynamique de ces dernières. Enfin, le niveau de risque infectieux est dépendant de la réceptivité de l'hôte, soit l'état immunitaire de la personne exposée ou encore une susceptibilité en raison d'une condition clinique respiratoire chronique.

2.2.3 Risques chimiques

Plusieurs produits de pyrolyse ont été identifiés dans les fumées chirurgicales incluant des composés organiques volatils (COV) tels que le benzène, le toluène, le xylène ou encore l'acétonitrile [1, 3, 4, 37]. Comme pour toute forme de combustion, des oxydes de carbone (CO et CO₂), des oxydes de soufre et d'azote de même que de l'ammoniac peuvent être produits lors d'interventions réalisées avec des dispositifs générant des fumées chirurgicales [5]. Selon les données recensées en 2011 par l'UETMIS, les concentrations de COV (benzène, toluène, éthylbenzène et xylène) observées dans les fumées chirurgicales étaient toutefois indétectables ou inférieures aux seuils fixés par les diverses réglementations américaines et canadiennes [3]. Les seuils recommandés pour l'exposition aux principaux COV retrouvés dans les fumées chirurgicales sont présentés à l'annexe 1. Les concentrations en monoxyde de carbone mesurées au niveau de la zone respiratoire du personnel des blocs opératoires étaient également indétectables dans les études rapportées par l'UETMIS [3].

Dans une étude réalisée en 2013 impliquant l'utilisation d'électrocautères lors de 20 néphrectomies par laparoscopie transpéritonéales pour un carcinome rénal, dix-huit carcinogènes ont été identifiés dont huit à une concentration quantifiable [38]. Cependant, seule la concentration de benzène dans l'air mesurée près de l'abdomen surpassait les valeurs admissibles. Dans une autre étude réalisée en 2017, le même groupe de chercheurs ont également rapporté des niveaux élevés de benzène et de toluène à proximité de la cavité abdominale de patients lors de chirurgies endoscopiques par laparoscopie ou robotiques [39]. Les concentrations observées dans l'air près de la table chirurgicale étaient cependant sous les seuils recommandés, l'exposition réelle à ces composés ayant été minimisée, selon les auteurs, par le système de ventilation des salles d'opération.

Il est connu que la présence de certains composés contenus dans les fumées chirurgicales entraîne une gêne olfactive. L'exposition du personnel hospitalier à des composants chimiques pourrait aussi mener à des effets délétères immédiats ou retardés. En se basant, sur les propriétés toxicologiques des composants chimiques identifiés dans les fumées chirurgicales, différents symptômes aigus, tels que des céphalées, des nausées, l'irritation des yeux et des voies respiratoires sont susceptibles de survenir [4, 18, 19]. Une exposition chronique aux fumées chirurgicales pourrait également avoir un effet mutagène et cytotoxique, mais ces risques demeurent également théoriques plutôt que démontrés chez l'humain [1].

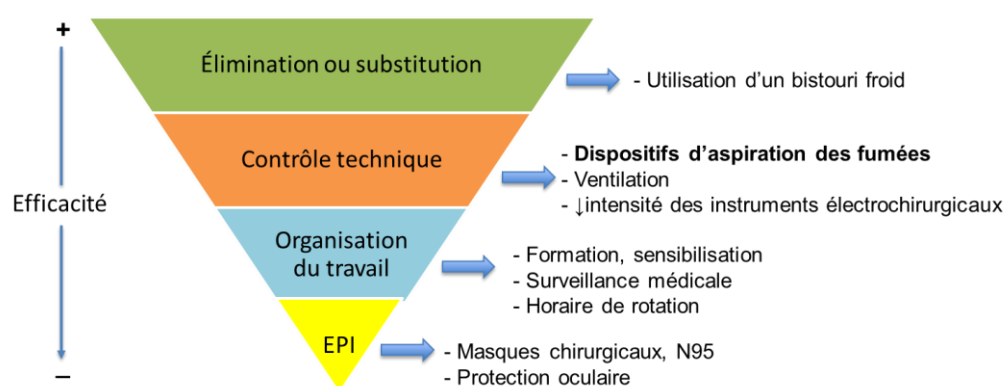
2.3 Prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales

2.3.1 La hiérarchie des mesures de contrôle

La hiérarchie des mesures de contrôle des risques en milieu de travail permet de classer les différents moyens de prévention de l'exposition et de protection du personnel des blocs opératoires et des cliniques externes en fonction de leur efficacité présumée (Figure 3). L'élimination ou la substitution consiste, lorsque possible, à remplacer l'utilisation des outils générant de la fumée par d'autres dispositifs procurant les mêmes bénéfices sans être associés à d'autres risques, par exemple par l'utilisation d'un bistouri froid. Lorsqu'il est impossible de recourir à des méthodes alternatives présentant les mêmes avantages et entraînant une exposition moindre du personnel aux fumées chirurgicales, le recours à des mesures de contrôle techniques, organisationnelles ou individuelles de prévention peut être envisagé. Par exemple, un contrôle technique peut être appliqué pour réduire le niveau d'exposition aux fumées chirurgicales par le biais de mesures d'ingénierie touchant la ventilation des salles [40]. En effet, les gaz ou vapeurs qui ne sont pas captés à la source se répartissent dans l'air suivant différents paramètres tels que le type de ventilation (naturelle ou mécanique), le taux de changements d'air,

l'apport d'air frais, la méthode de diffusion de l'air (unidirectionnelle par flux laminaire ou non unidirectionnel par flux turbulents dans les salles d'opération par exemple), de même que selon le type de filtres utilisés dans les systèmes de ventilation (HEPA : *High-Efficiency Particulate Air* ou ULPA : *Ultra-Low Particulate Air*). Les filtres HEPA permettent de bloquer 99,97 % des particules de 0,3 μm ou plus alors que les filtres ULPA sont efficaces à 99,999 % pour les particules jusqu'à 0,12 μm [1]. Une diminution de l'intensité des instruments générant de la fumée ou encore l'utilisation de dispositifs dédiés à l'aspiration à la source des fumées (voir section suivante) peuvent également être effectuées à titre de contrôle technique. Différentes mesures visant l'organisation du travail, telles que la mise en place d'horaires de rotation du personnel, la surveillance médicale préventive ou la déclaration des incidents ou problèmes de santé, la formation et la sensibilisation du personnel aux risques potentiels associés aux fumées chirurgicales et aux moyens de prévention. Enfin, le port d'équipement de protection individuelle (EPI) constitue un autre moyen qui permet d'atténuer le niveau d'exposition aux fumées chirurgicales.

FIGURE 3. APPLICATION DE LA HIÉRARCHIE DE MESURES DE CONTRÔLE DES RISQUES ASSOCIÉS À L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES



EPI : équipement de protection individuelle

2.3.2 Aspiration des fumées chirurgicales

Il existe différents moyens pour capter et évacuer les fumées chirurgicales. L'aspiration des fumées peut se faire via la succion murale et l'utilisation du carrousel à liquides, en plaçant ou non un filtre dans le circuit de captation. Elle peut aussi être réalisée à l'aide de dispositifs dédiés à l'aspiration des fumées chirurgicales. Des systèmes stationnaires locaux permettent l'aspiration des fumées via une pompe centralisée et des tubulures et outils de captation déployés par exemple dans plusieurs salles d'opération contiguës. Des dispositifs mobiles peuvent également être employés dans chacune des salles. Ces dispositifs sont constitués d'une pompe, d'une buse de captation, d'une tubulure assurant le transfert vers un ou plusieurs filtres à particules HEPA, ou ULPA dans la majorité des modèles récents, et couplés à un filtre au charbon activé permettant d'éliminer les gaz odorants [41]. L'aspiration avec ces dispositifs s'effectue par le biais d'une tubulure ou un outil de captage distinct du cautère ou encore à l'aide d'un cautère muni d'une fonction d'aspiration intégrée (« stylos » ou « crayons ») qui est relié à l'unité mobile pour la filtration et l'évacuation de la fumée dans la pièce. Ce dernier type de dispositif assure une aspiration optimale en maintenant l'embout à une distance minimale de la source d'émission de fumées tout en éliminant la nécessité qu'un membre de l'équipe chirurgicale manipule la buse de captation. Certains modèles peuvent être utilisés à la fois avec ces cautères ou avec une tubulure indépendante (mode « *open tubing* » de l'unité mobile), et ce, tant en chirurgie ouverte qu'en laparoscopie. La tubulure des modèles plus récents est intégrée à la pièce à main, et sont tous deux à usage unique. Les dispositifs peuvent être actionnés manuellement à partir d'une pédale au sol ou être mis en fonction automatiquement lors de l'emploi d'un instrument chirurgical générant de la fumée.

L'air aspiré par la pompe, une fois filtré, est recyclé et remis en circulation dans la salle. L'efficacité des dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales et leur effet sur le niveau d'exposition du personnel dépend de leur débit d'aspiration, de la vitesse

de l'air à l'orifice de la buse de captation, qui est liée au diamètre de l'orifice, de la distance entre la source d'émission de la fumée et de la buse et de leur capacité de filtration [5]. Les caractéristiques de la ventilation générale dans la salle où sont réalisées les interventions affectent également la circulation et la dilution des fumées chirurgicales. Ainsi, le taux de recyclage de l'air influence la quantité de fumées en circulation puisque l'air qui est recyclé avec l'utilisation de dispositifs mobiles n'est pas totalement exempt de particules ou contaminants. Les normes émises par l'Association canadienne de normalisation (groupe CSA) [42] et les recommandations des *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) [43] relatives à la ventilation des salles où sont réalisées des interventions générant de la fumée sont présentées au tableau 1. Le nombre de changements d'air à l'heure total et provenant de l'extérieur recommandé est plus élevé dans les salles d'opération que pour les autres salles.

TABEAU 1. NORMES ET RECOMMANDATIONS POUR LA VENTILATION DANS LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ

	Norme CSA Z317, 2016 [42]		Recommandations CDC, 2019 [43]	
	Changements d'air / heure		Changements d'air / heure	
	total	de l'extérieur	total	de l'extérieur
Salles d'opération	20	6	15	3
Chirurgies générales mineures	15	5	--	--
Endoscopie	15	5	6	2
Examen / traitement / consultation	6	2	6	--

CSA : *Canadian Standard Association* , CDC : *Centers for Disease Control and Prevention*

3. QUESTIONS DÉCISIONNELLE ET D'ÉVALUATION

3.1 Question décisionnelle

Est-ce que les mesures en place au CHU de Québec pour la gestion du risque d'exposition aux fumées chirurgicales devraient être modifiées ?

3.2 Questions d'évaluation

1. Quels sont les effets sur la santé associés à l'exposition aux fumées chirurgicales documentés chez des professionnels de la santé ?
2. Quelles sont les normes et les mesures recommandées par les organismes professionnels et réglementaires pour la gestion du risque d'exposition aux fumées chirurgicales?
3. Quelle est l'efficacité des dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales (évacuation murale, dispositifs mobiles indépendants et combinés aux instruments électrochirurgicaux et autres dispositifs médicaux pouvant générer un panache de fumée)?
4. Quels sont les effets indésirables associés à l'utilisation des dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales?
5. Quelles sont les principales caractéristiques de l'exposition aux fumées chirurgicales dans les blocs opératoires et les cliniques externes du CHU de Québec?
6. Quelles mesures sont en place pour prévenir l'exposition du personnel des blocs opératoires et des cliniques externes aux fumées chirurgicales?
 - Au CHU de Québec;
 - Dans les autres centres hospitaliers universitaires (CHU) du Québec;
 - Telles que décrites dans la littérature sur les enquêtes de pratiques.
7. Quels seraient les impacts organisationnels et budgétaires d'un changement de pratique quant à l'utilisation des dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales au CHU de Québec?

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 [44]. Un groupe de travail interdisciplinaire associant les principaux acteurs concernés par la question décisionnelle (voir la liste en page iv) 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 pratiques réalisées est présentée ci-après.

4.1 Recherche documentaire

4.1.1 Critères de sélection et sources des données

Les tableaux 2 et 3 résument les critères de sélection, les limites ainsi que les indicateurs définis *a priori* pour effectuer la recherche documentaire portant sur les effets sur la santé associés à l'exposition aux fumées chirurgicales (question 1), les recommandations de bonnes pratiques (question 2) et sur l'efficacité (question 3) et les effets indésirables (question 4) des dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales. Une recension des publications scientifiques a été effectuée à partir des bases de données indexées Medline (PubMed), Embase, du *Centre for Reviews and Dissemination* (CRD), de la bibliothèque Cochrane et d'autres sources documentaires (littérature grise) afin d'identifier les études de synthèse, avec ou sans méta-analyse sur l'efficacité et l'innocuité des différents dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales, de même que les guides de pratique portant sur la gestion du risque associé à l'exposition aux fumées chirurgicales. Les stratégies de recherche utilisées sont présentées à l'annexe 2. Les autres types de documents considérés (questions 1 à 4) sont les normes et règlements, les essais cliniques randomisés (ECR), les études observationnelles de même que les séries et les études de cas pour les effets sur la santé (question 1) et les études de laboratoire et rapports d'incidents pour l'évaluation de l'efficacité et de l'innocuité des dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales (question 3). De plus, la base de données MAUDE (*Manufacturer and User Facility Device Experience*) de la *Food and Drug Administration* (FDA) américaine a été interrogée pour compléter la recherche sur l'innocuité et la sécurité des dispositifs mobiles d'aspiration des fumées chirurgicales. Une recherche par mots libres avec les termes « *smoke evacuator* » et « *smoke evacuation system* » a été effectuée. Une recherche avancée a également été réalisée avec les noms des dispositifs commerciaux suivants : VisiClear, PSW Turbo AS, PlumeSafe Turbo, Crystal Vision, GoldVac, RapidVac, AER Defense, Optimumm, ClearVac, StrykeVac, WFE2ES, IES 2, ViroVac et ExtendedVac. Les rapports d'incidents compilés dans cette base de données entre le 1^{er} janvier 2010 et le 31 juillet 2021 ont été recherchés et analysés afin d'identifier les événements indésirables et les complications pouvant être liés à l'aspiration des fumées chirurgicales.

L'annexe 3 présente les sites Internet d'organismes en évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (ETMIS) ainsi que ceux d'organismes réglementaires et d'associations professionnelles qui ont été consultés afin d'identifier les normes et les mesures de prévention et de protection préconisées (question 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>). 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 CRD (*The University of York, National Institute for Health Research*; www.crd.york.ac.uk/prospero/). Les sites www.clinicaltrials.gov des U.S. *National Institutes of Health* et *Current Controlled Trials Ltd.* de *Springer Science+Business Media* (*BioMed Central*, www.controlled-trials.com) ont été consultés pour retracer des ECR en cours. Les résultats de cette recherche sont présentés à l'annexe 4.

4.1.2 Sélection des publications

La sélection des études a été effectuée de manière indépendante par deux évaluateurs (B.L. et R.D.) selon les critères d'inclusion et d'exclusion et les limites spécifiés aux tableaux 2 et 3. En cas de désaccord, l'avis d'un troisième évaluateur (A.N. ou M.R.) était sollicité afin de parvenir à un consensus.

¹ Le plan d'évaluation est disponible sur le site du CHU de Québec (<https://www.chudequebec.ca/professionnels-de-la-sante/evaluation/plans-d-evaluation-2.aspx>).

4.1.3 Évaluation de la qualité des publications et extraction des données

La qualité des publications a été évaluée de manière indépendante par deux évaluateurs (B.L. et R.D.). L'évaluation de la qualité méthodologique des guides de pratique a été réalisée à l'aide de la grille AGREE II [45]. Les études originales ont été évaluées à partir des grilles d'analyse adaptées du guide méthodologique de l'UETMIS du CHU de Québec [44]. L'avis d'un troisième évaluateur (A.N. ou 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 (B.L. et R.D.) à l'aide d'une grille spécifique à ce projet. La liste des publications exclues ainsi que les raisons d'exclusion sont présentées à l'annexe 5.

TABEAU 2. CRITÈRES DE SÉLECTION DES DOCUMENTS PORTANT SUR LES EFFETS SUR LA SANTÉ ASSOCIÉS À L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES (QUESTION 1)

CRITÈRES D'INCLUSION	
Population	Personnel hospitalier des blocs opératoires et des cliniques externes
Intervention	Exposition aux fumées chirurgicales
Comparateur	Absence d'exposition aux fumées chirurgicales Aucun
Résultats	Symptômes respiratoires aigus ou chroniques (p. ex. : dyspnée, toux) Maladies respiratoires (p. ex. : asthme, emphysème, bronchite chronique) Autres symptômes (p. ex. : irritation oculaire, dermatite, céphalée, nausée et vomissement, vertiges) Infections virales ou bactériennes Cancer
Types de documents considérés	<ul style="list-style-type: none"> • Rapports d'ETMIS, revues systématiques avec ou sans méta-analyse • Guides de pratique, normes et règlements • ECR • Études observationnelles • Séries de cas • Études de cas
LIMITES	CRITÈRES D'EXCLUSION
<ul style="list-style-type: none"> • Langue : français et anglais • Période : depuis 2000 jusqu'au 10 août 2021 	<ul style="list-style-type: none"> • Résumés de congrès • Qualité méthodologique insuffisante

TABEAU 3. CRITÈRES DE SÉLECTION DES DOCUMENTS PORTANT SUR LES NORMES ET RECOMMANDATIONS ET SUR L'EFFICACITÉ ET L'INNOCUITÉ DES DISPOSITIFS D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES (QUESTIONS 2, 3 ET 4)

CRITÈRES D'INCLUSION	
Population	Personnel hospitalier des blocs opératoires et des cliniques externes
Intervention	Dispositifs d'aspiration locale des fumées chirurgicales (p. ex. : succion murale, dispositif mobile indépendant ou intégré à un outil chirurgical)
Comparateur	Autre système d'aspiration des fumées chirurgicales Autre mesure de prévention et de réduction de l'exposition aux fumées chirurgicales Absence de système d'aspiration locale
Résultats	Normes et recommandations Méthodes et dispositifs d'aspiration locale des fumées chirurgicales Équipement de protection individuelle Mesures organisationnelles (à l'exclusion de la législation)
	Efficacité Composition, concentration, taille des particules dans l'air (par ex. : PM ₁₀ ou PM _{2,5}) Effets sur les symptômes et maladies (voir tableau 1) Visibilité du champ opératoire
	Effets indésirables Nuisance sonore Empreinte au sol Autres nuisances (p. ex. : restriction de l'accès au champ opératoire)
Types de documents considérés	<ul style="list-style-type: none"> • Rapports d'ETMIS, revues systématiques avec ou sans méta-analyse • Guides de pratique, normes et règlements • ECR • Études observationnelles • Séries de cas • Études de cas • Rapports d'incidents
LIMITES	
<ul style="list-style-type: none"> • Langue : français et anglais • Période : depuis 2000 jusqu'au 10 août 2021 	CRITÈRES D'EXCLUSION
	<ul style="list-style-type: none"> • Résumés de congrès • Qualité méthodologique insuffisante

PM₁₀ : particules de moins de 10 µm, PM_{2,5} : particules de moins de 2,5 µm

4.2 Enquête au CHU de Québec

Une enquête a été réalisée auprès des chefs de service des différentes spécialités afin de documenter les pratiques entourant l'usage des dispositifs générant des fumées chirurgicales. Un questionnaire a été développé puis révisé par deux membres du groupe de travail (disponible sur le site internet de l'UETMIS à <https://www.chudequebec.ca/professionnels-de-la-sante/evaluation/publications.aspx>). Le questionnaire a été acheminé aux chefs de service des spécialités chirurgicales suivantes :

- Chirurgie générale;
- Chirurgie buccale et maxillo-faciale;
- Chirurgie cardiaque pédiatrique;
- Chirurgie plastique;
- Chirurgie vasculaire;
- Gynéco-oncologie;
- Gynécologie de la reproduction;
- Neurochirurgie;
- Obstétrique (CHUL et HSFA);
- Otorhinolaryngologie (ORL);

- Ophtalmologie;
- Orthopédie;
- Urologie.

Les coordonnateurs des cinq blocs opératoires ont aussi été appelés à compléter un questionnaire pour décrire les pratiques relatives à la prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales, incluant les mesures organisationnelles (disponible sur le site internet de l'UETMIS à <https://www.chudequebec.ca/professionnels-de-la-sante/evaluation/publications.aspx>).

Les responsables des cliniques externes du CHU de Québec où des instruments électrochirurgicaux, des lasers et des ultrasons sont utilisés ont également été sollicités pour compléter un questionnaire sur les pratiques relatives à l'aspiration des fumées chirurgicales (disponible sur le site internet de l'UETMIS à <https://www.chudequebec.ca/professionnels-de-la-sante/evaluation/publications.aspx>). Le questionnaire a été acheminé aux chefs d'unité ou gestionnaires des cliniques de la direction de l'ophtalmologie et des services ambulatoires spécialisés (DOSAS) suivants :

- Au CHUL : dermatologie, gynécologie, ORL, soins ambulatoires, consultations externes
- À l'Hôpital de l'Enfant-Jésus (HEJ) : dermatologie, chirurgie buccale, chirurgies mineures, ORL
- À l'Hôpital Saint-François d'Assise (HSFA) : cliniques externes
- À l'Hôtel-Dieu de Québec (L'HDQ) : consultations externes
- À l'Hôpital du Saint-Sacrement (HSS) : dermatologie, gastroentérologie, ORL, centre universitaire d'ophtalmologie (CUO)

Des informations concernant les éléments suivants ont été recueillies :

- Sources d'exposition aux fumées chirurgicales (instruments électrochirurgicaux et autres dispositifs médicaux pouvant générer de la fumée);
- Indications (chirurgies et interventions) relatives à l'utilisation des dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales;
- Dispositifs disponibles utilisés pour l'aspiration des fumées;
- Mesures organisationnelles en place pour la gestion du risque d'exposition (auprès de coordonnateurs de blocs opératoires);
- EPI préconisé avec l'exposition aux fumées chirurgicales;
- Barrières et enjeux liés à l'aspiration des fumées chirurgicales.

Les informations issues des questionnaires ont été recueillies et gérées à l'aide de l'outil de saisie de données électroniques REDCap hébergé au CHU de Québec [46]. L'extraction a été réalisée par un évaluateur (B.L.) et validée par un second (R.D.). Une synthèse qualitative des éléments recueillis a été réalisée par un évaluateur (B.L.) et validée par un second (R.D. ou A.N.).

4.3 Enquête dans les autres établissements de santé universitaires du Québec

Une enquête a été réalisée auprès des autres établissements de santé universitaires du Québec afin de décrire les mesures en place pour la gestion du risque d'exposition aux fumées chirurgicales. Deux questionnaires autoadministrés (disponible sur le site internet de l'UETMIS à <https://www.chudequebec.ca/professionnels-de-la-sante/evaluation/publications.aspx>), développés à l'aide du logiciel REDCap ont été complétés par cinq responsables des cliniques externes du Centre universitaire de santé McGill (CUSM), du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM), de l'Institut de cardiologie de Montréal (ICM) et du Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Estrie-Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke (CIUSSS de l'Estrie-CHUS) et de trois coordonnateurs de blocs opératoires du CUSM, du CHUM et du CIUSSS de l'Estrie-CHUS, entre le 5 mai et le 1^{er} juin 2021. Les éléments suivants ont été documentés :

- Utilisation de dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales aux blocs opératoires et en cliniques externes;
- Indications pour l'utilisation des dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales;
- Mesures organisationnelles en place pour la gestion du risque d'exposition;
- EPI préconisé.

L'extraction et l'analyse des réponses aux questionnaires ont été réalisées par un évaluateur (B.L. ou A.N.) et validées par un second (R.D.). Une synthèse qualitative des informations recueillies a été effectuée par un évaluateur (B.L.) et validée par un second (R.D. ou A.N.).

4.4 Interventions chirurgicales, inventaire des dispositifs et coûts associés à l'aspiration des fumées chirurgicales au CHU de Québec

Afin de décrire l'utilisation des dispositifs pour l'aspiration des fumées chirurgicales au CHU de Québec, différentes sources d'information ont été consultées. Ainsi, des données locales de volumétrie sur la réalisation d'interventions chirurgicales pouvant générer des fumées chirurgicales ont été obtenues de la Direction de la performance clinique et organisationnelle (DPCO). Un inventaire des dispositifs actuellement disponibles a été obtenu du Service des technologies biomédicales (STB). Les consommables (cautères, filtres et tubulures) et leurs coûts pour la dernière année financière ont été extraits par les assistantes-infirmières chefs (AIC) responsables du matériel de chacun des blocs opératoires. Les chefs de service en opérations du bâtiment de chacun des hôpitaux ont été consultés pour obtenir des informations concernant les systèmes de ventilation des salles d'opération et des cliniques externes.

4.5 Analyse des données probantes

Les données des études sur les effets de l'exposition aux fumées chirurgicales sur la santé de même que sur l'efficacité et l'innocuité des dispositifs d'aspiration ont été analysées en considérant le type et la durée des interventions, la source et l'intensité d'émission de la fumée (électrocautères, lasers ultrasons), le personnel exposé et les mesures de prévention en place, selon les informations disponibles. Les résultats sur les concentrations des COV mesurées avec ou sans l'aspiration des fumées présentés dans les études en partie par million (ppm) ont été convertis en mg/m³ ou en µg/m³.

Les données issues de la littérature ont été analysées séparément puis combinées aux autres sources d'information (enquêtes, données contextuelles) afin de répondre aux questions d'évaluation et d'en dégager les principaux constats.

4.6 Révision

Le rapport a été révisé par les membres du groupe de travail interdisciplinaire (voir liste en page iv). Les membres du Conseil scientifique de l'UETMIS l'ont également révisé et adopté lors de leur réunion du 26 octobre 2021.

4.7 Modifications au plan d'évaluation

Les modifications suivantes ont été apportées au plan d'évaluation présenté au groupe de travail le 5 juillet 2021 :

- Les normes relatives à la ventilation des salles ont été retirées de la question d'évaluation 2 pour être présentées dans la section des informations générales;
- La recherche des incidents dans la base de données du Service de santé, sécurité et qualité de vie au travail n'a pu être effectuée;
- Certaines caractéristiques de l'exposition aux fumées chirurgicales au CHU de Québec n'ont pu être documentées (durée, nombre et types de personnel exposé).

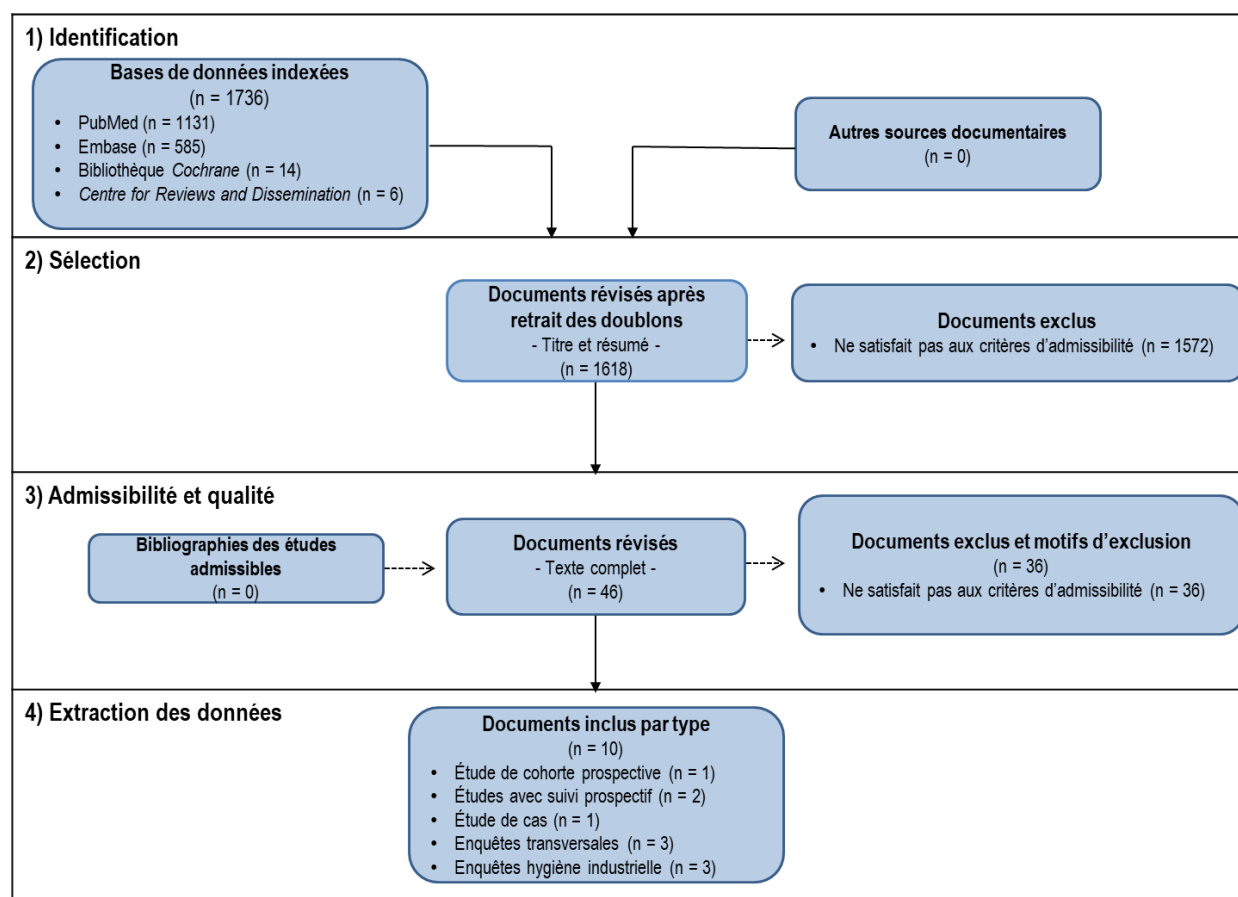
Ces modifications au plan d'évaluation ne devraient pas avoir introduit de biais dans l'interprétation des résultats. L'incertitude des données concernant les caractéristiques de l'exposition aux fumées chirurgicales a été considérée pour l'élaboration des constats et le développement de la recommandation.

5. RÉSULTATS

5.1 Évaluation des effets de l'exposition aux fumées chirurgicales sur la santé

La recherche documentaire a permis d'identifier 1618 documents différents. Le processus de sélection des documents est décrit à la figure 4. Après les étapes de sélection, d'évaluation de l'admissibilité et de la qualité, dix publications ont été retenues, soit une étude de cohorte prospective [47], deux études observationnelles avec suivi prospectif d'un sous-groupe [48, 49], une étude de cas [50], trois études transversales [51-53] et trois enquêtes d'hygiène industrielle [54-56] ayant pour objet l'évaluation des effets de l'exposition aux fumées chirurgicales sur la santé du personnel hospitalier. La liste des publications exclues et les raisons d'exclusion sont présentées à l'annexe 5.

FIGURE 4. DIAGRAMME DE SÉLECTION DES DOCUMENTS SUR LES EFFETS DE L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES SUR LA SANTÉ DU PERSONNEL DES BLOCS OPÉRATOIRES ET DES CLINIQUES EXTERNES



Dernière recherche effectuée le 10 août 2021

5.1.1 Description des études

Une brève description des dix études retenues portant sur les effets de l'exposition aux fumées chirurgicales sur la santé est présentée au tableau 4. Les études ont été réalisées auprès de personnel travaillant dans un bloc opératoire [47- 49, 51-53, 54, 55, 56] ou en clinique médicale [49, 50]. L'exposition aux fumées chirurgicales a été estimée par le nombre d'années travaillées au bloc opératoire [47, 51-53], d'années de pratique [50] ou encore par des mesures réalisées par échantillonnage et analyse de la composition des particules dans l'air en cours de chirurgies [54-56]. Les indicateurs de santé étudiés sont les cancers du poumon [47], les cancers oropharyngés et maladies reliés au VPH [48, 49] et différents symptômes mesurés à l'aide de questionnaires auto-rapportés [51-56].

TABLEAU 4. DESCRIPTION DES ÉTUDES PORTANT SUR L'ÉVALUATION DES EFFETS SUR LA SANTÉ RELIÉS À L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES

Auteur, année [ref] Pays	Devis	Période de l'étude	Mesure de l'exposition
Cancer du poumon			
Gates, 2007 [47] États-Unis	Cohorte prospective multicentrique	1976-2000	Années de travail au bloc opératoire
Infections et maladies reliées au VPH			
Hu, 2021 [48] Chine	Étude multicentrique avec suivi prospectif	2016-2018	Utilisation de l'électrochirurgie incluant les résections à l'anse diathermique (LEEP) (oui/non)
Zhou, 2019 [49] Chine	Étude avec suivi prospectif	2015-2016	Réalisation de résections à l'anse diathermique (LEEP)
Rioux, 2013 [50] Canada	Étude de cas	NR	Années de pratique en dermatologie avec réalisation de résections à l'anse diathermique (LEEP)
Symptômes reliés à l'exposition aux fumées chirurgicales			
Ilce, 2016 [51] Turquie	Enquête transversale	2015	Années de travail au bloc opératoire
Saito, 2019 [52] Brésil	Enquête transversale	2016-2017	Années de travail au bloc opératoire
Stanganelli, 2019 [53] Brésil	Enquête transversale	2015-2016	Années de travail au bloc opératoire
King, 2006 [54] États-Unis	Enquête d'hygiène industrielle	2001	10 échantillons air ambiant, 15 échantillons, zone respiratoire du personnel au cours de 14 chirurgies ¹
King, 2006 [55] États-Unis	Enquête d'hygiène industrielle	2001	14 échantillons air ambiant, 27 échantillons, zone respiratoire du personnel au cours de 15 chirurgies ²
King, 2006 [56] États-Unis	Enquête d'hygiène industrielle	2001	16 échantillons air ambiant, 25 échantillons, zone respiratoire du personnel au cours de 15 chirurgies ³

VPH : virus du papillome humain, NR : non rapporté, LEEP : *loop electrosurgical excision procedures*

¹ Amygdalectomies (n = 6), mastectomies ou reconstructions mammaires (n = 3), autres chirurgies ouvertes (n = 4) ou laparoscopiques (n = 1)

² Mastectomies ou extensions mammaires (n = 4), chirurgies lombaires (n = 4) et autres chirurgies (n = 7)

³ Mastectomies (n = 2), chirurgies orthopédiques (n = 4) et autres chirurgies laparoscopiques (n = 1) ou ouvertes (n = 9)

5.1.2 Résultats des études sur le cancer et les maladies reliées au VPH

Les quatre études portant sur l'évaluation de l'association entre l'exposition aux fumées chirurgicales et la survenue du cancer du poumon ou de maladies reliées au VPH sont décrites au tableau 5. L'étude de cohorte prospective de Gates *et al.* porte spécifiquement sur des infirmières travaillant au bloc opératoire [47], les études prospectives de Hu *et al.* [48], de Zhou *et al.* [49] et le rapport de cas concernant des chirurgiens en gynécologie [50]. Globalement, l'âge moyen des participants aux études variait de 35 à 53 ans. Ces participants avaient entre moins de 5 ans et jusqu'à 30 ans de pratique. Les résultats des études sont présentés individuellement ci-après.

TABLEAU 5. DESCRIPTION DES POPULATIONS DES ÉTUDES PORTANT SUR L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES ET LE CANCER OU LES MALADIES RELIÉES AU VPH

Auteur, année [ref]	n et type de professionnels	Femmes (%)	Âge moyen (ans ± ET)	Années de pratique	Tabagisme (%)
Gates, 2007 [47]	25 201 infirmières en bloc opératoire	100	52	< 5 ans : 71 %	26,2
	61 546 infirmières hors bloc opératoire	100	50	NR	23,6
Hu, 2021 [48]	700 gynécologues de 67 hôpitaux	83,6	35 ± 9	< 5 ans : 52 % ¹	NR
Zhou, 2019 [49]	31 gynécologues en clinique externe	NR	43	NR	NR
Rioux, 2013 [50]	Cas 1 : chirurgien en gynécologie	0	53	20	0
	Cas 2 : chirurgien en gynécologie	0	52	30	0

ET : écart-type, VPH : virus du papillome humain

¹ Pour les 469 gynécologues réalisant des résections à l'anse diathermique

Gates et al. 2007

Gates *et al.* ont réalisé une évaluation du risque de cancer du poumon chez les infirmières travaillant au bloc opératoire à partir de l'étude prospective multicentrique *The Nurses' Health Study* qui vise à examiner l'impact des facteurs de risque de maladies chroniques majeures [47]. Cette cohorte a été mise sur pied en 1976 et les auteurs assurent depuis un suivi prospectif de 121 700 infirmières aux États-Unis. Dans cette cohorte, 86 747 infirmières avec données disponibles sur le nombre d'années travaillées au bloc opératoire et sans antécédent de cancer ont été identifiées. L'exposition aux fumées chirurgicales a été mesurée à l'aide d'une variable *proxy*, soit le nombre d'années travaillées au bloc opératoire, de façon rétrospective pour les années 1976 à 1984 puis de façon prospective par la suite. Les variables de confusion potentielle mesurées à l'aide d'un questionnaire postal incluaient l'âge, l'historique de tabagisme, l'exposition à la fumée secondaire au travail et à la maison, l'indice de masse corporelle, les activités physiques et l'alimentation (consommation de caroténoïdes, vitamines C et E, alcool, gras, lait, fruits et légumes). Les 859 nouveaux cancers primaires observés de 1984 à 2000 et confirmés à l'aide des dossiers médicaux (88 %), des registres de décès (6 %) ou par la participante (6 %), ont été retenus pour l'analyse. Les principaux résultats de l'étude sur l'association entre le nombre d'années travaillées dans un bloc opératoire et le risque de cancer du poumon sont présentés au tableau 6. Ces données suggèrent que le nombre d'années travaillées au bloc opératoire n'est pas associé à un risque accru de cancer du poumon chez les infirmières. Les taux d'incidence bruts et les risques relatifs (RR) ajustés pour l'âge, le tabagisme et l'alimentation ne sont en effet pas significativement différents des valeurs observées chez les infirmières n'ayant jamais travaillé au bloc opératoire avant 1984 (valeur *p* pour la tendance : 0,11). De plus, le risque de cancer du poumon était moins élevé chez les infirmières ayant plus de 15 années de pratique au début de l'étude (RR : 0,58; intervalle de confiance (IC) à 95 % : 0,37-0,91), bien que ce dernier résultat puisse s'expliquer, selon les auteurs, par le statut de santé favorable de ces infirmières ou de la confusion résiduelle attribuable au tabagisme.

TABLEAU 6. PRINCIPAUX RÉSULTATS SUR LE RISQUE DE CANCER DU POUMON SELON LE NOMBRE D'ANNÉES TRAVAILLÉES AU BLOC OPÉRATOIRE RAPPORTÉS DANS L'ÉTUDE DE GATES ET AL.

Exposition (années au bloc opératoire en 1984)	Cas de cancer	Durée de suivi (personnes-années)	Taux d'incidence brut par 10 000 personnes-années	RR ajusté* (IC à 95 %)
aucune	577	897 838	6,42	1,00 (référence)
< 1	96	126 622	7,58	1,01 (0,81-1,25)
1-4	111	130 459	8,51	1,08 (0,88-1,32)
5-14	38	42 793	7,48	1,18 (0,84-1,64)
10-14	17	22 379	7,60	0,92 (0,55-1,51)
≥ 15	20	41 414	4,84	0,58 (0,37-0,91)

RR (IC à 95 %) : risque relatif (intervalle de confiance à 95 %) ajusté pour l'âge, le tabagisme (historique, intensité, exposition à la fumée secondaire) et l'alimentation (consommation de fruits et légumes, apport en alpha-carotène et lycopène)

Hu et al. 2021

L'étude de Hu *et al.* visait à déterminer si la présence de particules virales du VPH dans les fumées chirurgicales représentait un risque d'infection pour les gynécologues qui réalisent des procédures d'électrochirurgie [48]. Un questionnaire auto-administré a été complété par 700 gynécologues de 67 hôpitaux chinois afin d'identifier ceux utilisant des techniques d'électrochirurgie, incluant des résections à l'anse diathermique (procédure LEEP: *loop electrosurgical excision procedures*) et de décrire les mesures de protection respiratoire suivies. Le questionnaire a aussi permis de connaître le statut vaccinal des gynécologues. Aucun n'a rapporté avoir reçu un vaccin contre le VPH. De plus, des échantillons nasals pour la détection de l'ADN du VPH ont été réalisés chez tous les volontaires participant à l'étude. Au total, 46 (6,6 %) échantillons positifs ont été rapportés pour l'ensemble des 700 gynécologues. Les auteurs ont constaté que la présence de l'ADN du VPH était plus élevée chez les 469 gynécologues utilisant l'électrochirurgie (9 %) comparativement à ceux qui ne réalisaient pas ce type d'intervention (2 %). Dans une sous-analyse incluant uniquement les 356 gynécologues réalisant des résections à l'anse diathermique, cette prévalence s'élevait à 10,1 % comparativement à 2,9 % chez ceux qui n'en réalisaient pas. De plus, le nombre d'années de pratique en électrochirurgie était significativement associé au risque d'infection au VPH. À titre d'exemple, un taux de positivité des échantillons plus élevé a été observé chez les gynécologues avec 15 ans ou plus d'utilisation de l'électrochirurgie comparativement à ceux cumulant moins de 5 années d'utilisation (17,3 % versus 6,2 %). Des résultats similaires ont aussi été observés pour ceux qui réalisaient spécifiquement des résections à l'anse diathermique (19,5 % versus 6,9 %). Le VPH de type 16 a été identifié dans 32 des 42 échantillons positifs chez ces gynécologues (76,2 %). Un seul génotype a été isolé pour 41 des 42 cas. Enfin, les 46 participants chez qui l'ADN du VPH a été détecté ont été suivis durant une période de 24 mois. À 3 mois, 56,5 % étaient toujours positifs alors qu'à 24 mois, aucun résultat positif n'a été obtenu. Par ailleurs, les gynécologues chez qui la présence de particules virales de VPH a été détectée ne portaient pas de masque N95, étaient moins nombreux à porter un masque chirurgical (24,3 % versus 75,7 %) et à utiliser un dispositif mobile pour l'aspiration des fumées chirurgicales (9,7 % versus 90,3 %) comparativement à ceux qui n'ont pas été infectés. Au cours des 24 mois de suivi, aucune maladie ou cancer reliés au VPH, tels que des condylomes ou des cancers nasopharyngés, n'a été observé.

Zhou et al. 2019

L'objectif de l'étude de Zhou *et al.* était d'évaluer la présence de l'ADN du VPH dans les fumées chirurgicales produites lors de résections de lésions néoplasiques intra-épithéliales du col de l'utérus à l'anse diathermique et de déterminer s'ils pouvaient être retrouvés et demeurés dans les muqueuses nasales des gynécologues réalisant ces interventions [49]. Au total, 134 interventions auprès de femmes traitées pour un cancer du col de l'utérus à haut risque d'infection au VPH ont été réalisées par 31 chirurgiens (moyenne de 4 interventions par chirurgien). Des écouvillons nasopharyngés ont été réalisés avant et après chacune des interventions et les chirurgiens dont les échantillons étaient positifs ont été testés par la suite à 3, 6, 12, 18 et 24 mois. De plus, un suivi a été réalisé pour ceux testés positifs pour le VPH 16 ou 58 détecté chez respectivement 29,1 % et 17,2 % des patientes traitées. La présence d'infections ou de maladies liées au VPH, comme les verrues, a été évaluée chez les gynécologues à tous les trois mois durant une période de 35 à 43 mois. Après la réalisation de ces interventions, des cellules épithéliales nasales positives pour l'ADN du VPH ont été détectées chez deux chirurgiens. Les génotypes identifiés étaient similaires à ceux de la fumée chirurgicale correspondante. Les auteurs précisent que durant 93 des 134 interventions (69,4 %), les chirurgiens portaient un masque chirurgical et durant 41 interventions (30,6 %) un masque N95. Un dispositif pour l'aspiration des fumées chirurgicales était toujours utilisé. Après un suivi de trois à six mois, les tests de ces deux médecins se sont révélés négatifs et aucun n'a développé une maladie ou une infection reliée au VPH durant la période de suivi.

Rioux et al. 2013

Rioux *et al.* ont publié une étude de deux cas de cancer oropharyngé positif au VPH survenus chez des chirurgiens [50]. Le premier cas concerne un chirurgien âgé de 53 ans qui pratiquait en gynécologie depuis 20 ans. Ce dernier avait traité plus de 3 000 dysplasies cervicales et vulvaires par laser ou à l'aide de résections à l'anse diathermique (procédures LEEP : *loop electrosurgical excision procedures*), et ce, sans porter de masque de protection dans des salles où la ventilation était déficiente. Une consultation en ORL et un examen par tomodensitométrie ont mené à la détection d'une lésion de 2,2 cm à l'amygdale droite positive au VPH de type 16 avec extension au palais mou droit et ganglion lymphatique (cancer T2N1M0). Le second cas est survenu chez un chirurgien de 62 ans qui pratiquait également en gynécologie depuis 30 ans. Durant les 15 premières années de sa carrière, il réalisait hebdomadairement des résections avec laser à dioxyde de carbone (CO₂) dans une salle mal ventilée et durant les 15 années subséquentes des résections à l'anse diathermique dans une autre clinique. Une biopsie a confirmé la présence d'un carcinome squameux positif au VPH de type 16 à la base

de la langue. Ces deux chirurgiens étaient non-fumeurs, mariés et la présence d'aucun autre facteur de risque de cancer n'a été identifiée. Les auteurs ont conséquemment conclu à la plausibilité que la source de ces infections au VPH puisse être l'exposition professionnelle aux fumées chirurgicales.

5.1.3 Résultats des études sur la prévalence des symptômes

La description et les résultats des trois études transversales et des trois enquêtes d'hygiène industrielle ayant mesuré la prévalence chez le personnel hospitalier travaillant au bloc opératoire de différents symptômes potentiellement associés à l'exposition aux fumées chirurgicales sont présentés aux tableaux 7 à 10.

TABEAU 7. DESCRIPTION DES POPULATIONS DES ÉTUDES PORTANT SUR L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES ET LA PRÉVALENCE DES SYMPTÔMES

Auteur, année [ref]	N et type de professionnels	Femmes (%)	Âge en années (moyenne ± ET)	Années de pratique (moyenne)
Études transversales				
Ilce, 2016 [51]	45 infirmières et 36 chirurgiens ou anesthésiologistes	48,1	NR	NR ≤ 5 ans : 52 %
Stanganelli, 2019 [53]	39 résidents de différentes spécialités chirurgicales	45,6	NR ≤ 30 : 74,3 %	NR < 3 ans : 72 %
Saito, 2019 [52]	27 techniciens en chirurgie	45,7	44 ± 7,7	15
	19 infirmières ou techniciens hors chirurgie	34,8	46 ± 8,1	11
Enquêtes d'hygiène industrielle				
King, 2006 [54]	106 : 69 infirmières, 29 techniciens, 8 autres (MD ou infirmières en anesthésie)	NR	40,4	8 au site de l'enquête, 13 au total
King, 2006 [55]	33 : 21 infirmières, 10 techniciens, 2 infirmières en anesthésie	NR	41,9	10 au site de l'enquête, 15 au total
King, 2006 [56]	48 : 30 infirmières, 12 techniciens, 6 autres (MD, infirmières en anesthésie ou gestionnaires)	NR	41,7	9 au site de l'enquête, 13 au total

ET : écart-type, NR : non rapporté, MD : médecins

Études transversales (2016-2019)

L'enquête menée par Ilce *et al.* visait à décrire les symptômes ressentis après l'exposition aux fumées chirurgicales, les moyens utilisés pour l'aspiration de la fumée et les mesures de précaution préconisées par cet établissement situé en Turquie [51]. Des médecins et infirmières ont été sollicités pour compléter un questionnaire auto-administré permettant de décrire la présence de différents symptômes. L'échantillon est constitué de 45 infirmières et 36 médecins (chirurgiens ou anesthésiologistes) ayant pour la moitié d'entre eux, cinq ans ou moins d'années travaillées au bloc opératoire. Le taux de participation à l'étude n'est pas précisé. La céphalée, de même que la toux pour les infirmières, était le symptôme le plus fréquemment rapporté à la fois par les infirmières et les médecins (tableau 8). Parmi les infirmières, 40 % ou plus des répondantes ont indiqué les symptômes suivants : une sensation de brûlure dans la gorge, des nausées ou vomissements ou une irritation oculaire. Parmi les médecins, l'irritation oculaire constituait le second symptôme le plus fréquent, suivi d'une sensation de brûlure dans la gorge. À l'exception de la céphalée et de l'irritation oculaire, la prévalence des symptômes était plus élevée chez les infirmières, bien que seule la différence observée pour la toux soit statistiquement significative. De plus, les auteurs de l'étude précisent qu'aucun diagnostic de cancer, d'hépatite B ou C ou de VIH n'a été rapporté par les répondants à l'enquête. Les auteurs spécifient également que les participants ayant cinq ans ou moins d'années travaillées au bloc opératoire rapportaient plus fréquemment des symptômes que les autres travailleurs.

La seconde enquête menée par Stanganelli *et al.* a été réalisée auprès de résidents de diverses spécialités chirurgicales (anesthésiologie (n = 8), chirurgie générale (n = 11), chirurgie pédiatrique (n = 1), gynécologie (n = 12), neurochirurgie (n = 1), orthopédie (n = 3) et ORL (n = 3)) dans un hôpital universitaire au Brésil [53]. Un questionnaire auto-

rapporté était complété par ces derniers à tous les trois mois des stages qui se sont déroulés entre 2015 et 2018. Tous suivis confondus, les symptômes les plus fréquemment rapportés étaient l'irritation oculaire, la sensation de brûlure dans la gorge et les nausées ou vomissements. À l'exception des vertiges, les prévalences observées étaient moins élevées à 24 mois que celles trois mois après le début du stage, bien que la tendance à des fréquences différentes ne soit statistiquement significative que pour la sensation de brûlure dans la gorge ($p = 0,03$), les nausées ou vomissements ($p = 0,018$) et l'irritation oculaire ($p = 0,05$). Au dernier suivi, des céphalées ont été rapportées par trois (7,7 %), des vertiges par trois (5,1 %) et de la congestion nasale ou des éternuements par un (2,6 %) des résidents.

L'objectif de la troisième enquête réalisée par Saito *et al.* était de comparer la prévalence des symptômes potentiellement causés par l'exposition aux fumées chirurgicales chez le personnel hospitalier d'un bloc opératoire à celle observée chez le personnel hospitalier qui ne travaillait pas au bloc opératoire [52]. Elle a été menée par la même équipe que la précédente dans un hôpital brésilien où en moyenne 20 interventions chirurgicales étaient réalisées par jour. Un questionnaire auto-administré a été complété par un groupe constitué de 27 techniciens et assistants en soins infirmiers qui travaillaient au bloc opératoire et un groupe composé de 19 infirmières, techniciens ou assistants pratiquant dans d'autres secteurs de l'hôpital. Les deux groupes étaient similaires en termes d'âge mais le premier groupe n'incluait pas d'infirmières (tableau 7). De plus, les travailleurs en bloc opératoire cumulaient un peu plus d'années d'ancienneté (moyenne de 15 ans comparativement à 11 ans) et était composé dans une plus grande proportion de femmes (45,7 % versus 34,8 %). De façon générale, un plus grand pourcentage de personnes travaillant au bloc opératoire ont rapporté l'un ou l'autre des symptômes mesurés, bien que la différence ne soit statistiquement significative que pour la céphalée et l'irritation oculaire (tableau 8). La céphalée, la rhinite ou la congestion nasale, l'irritation oculaire et les éternuements étaient rapportés par plus du tiers des répondants du groupe qui travaillait au bloc opératoire alors qu'aucun signe ou symptôme n'atteignait cette fréquence dans l'autre groupe. Près du quart des répondants du groupe travaillant au bloc opératoire rapportait au moins un signe ou symptôme alors que c'était le cas pour moins de 5 % de ceux qui ne travaillaient pas au bloc opératoire.

TABEAU 8. PRINCIPAUX RÉSULTATS DES ÉTUDES TRANSVERSALES SUR L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES ET LA PRÉVALENCE DE SYMPTÔMES CHEZ LE PERSONNEL HOSPITALIER

Symptômes	Résultats des études						
	Ilce, 2016 [51]		Stanganelli, 2019 [53]			Saito, 2019 [52]	
	Inf.	MD	Résidents en chirurgie			Personnel de bloc	Hors bloc
	n = 45	n = 36	n = 39			n = 27	n = 19
			T0	T1	T2		
Céphalée (%)	48,9	58,3	17,9	5,1	7,7	44,4	15,8*
Toux (%)	48,9	27,8*		--		--	
Rhinite ou congestion (%)	17,8	13,9	15,4	12,8	2,6	33,3	30,5
Sensation brûlure dans la gorge (%)	40,0	38,9	2,6	12,8	0**	15,2	6,5
Nausées ou vomissements (%)	44,4	30,6	10,3	0	0**	11,1	5,3
Irritation oculaire (%)	40,0	41,7	15,4	15,4	0**	40,7	10,5*
Vertiges (%)	28,9	22,2	5,1	2,6	5,1	--	
Éternuements (%)	24,4	22,2	10,3	5,1	2,6	33,3	10,5
Sensation corps étranger dans la gorge (%)	--	--	10,3	7,7	0	18,5	5,3
≥ 1 symptôme (%)	--	--		--		23,9	4,3*

MD : médecins (chirurgiens ou anesthésiologistes)

Inf. : infirmières

T0 : mesure à 3 mois, T1 : mesure à 6 mois, T2 : mesure à 24 mois

* différence statistiquement significative ($p \leq 0,05$) pour la comparaison entre les deux groupes

** différence statistiquement significative ($p \leq 0,05$) pour la comparaison globale des trois mesures (T0, T1 et T2)

Enquêtes d'hygiène industrielle (2006)

En 2000 et 2001, la *Hazard Evaluation and Technical Assistance Branch* (HETAB) du *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) a mené, à la demande d'employés de trois hôpitaux américains, une évaluation des risques potentiels pour la santé de l'exposition aux fumées chirurgicales [54-56]. La méthodologie suivie pour la réalisation de ces enquêtes comporte deux éléments : une évaluation de la quantité et de la composition des fumées chirurgicales produites au cours des interventions effectuées sur trois journées différentes et une enquête par questionnaire auprès d'un échantillon du personnel, et ce, pour chacun des trois sites visités. Les fumées chirurgicales ont été mesurées au cours de 15 ou 14 interventions au bloc opératoire standard ou en chirurgie d'un jour dans chacun des hôpitaux. Les mesures ont été prises durant diverses chirurgies. Durant chaque intervention, des échantillons d'air ont été prélevés à l'aide d'un tube au charbon relié à une pompe calibré à un débit de 20 millilitres par minute (mL/min) et porté par une infirmière ou un chirurgien près de la table d'opération pour estimer les concentrations près de la zone de respiration du personnel au bloc opératoire et par une autre personne un peu plus éloignée de la table. Des mesures dans l'air ambiant de la salle d'opération ont également été prises. Au total, de 10 à 16 prélèvements ont été réalisés près de la zone de respiration du personnel et de 15 à 27 dans l'air ambiant plus éloigné dans chacun des centres. La détection des COV, de l'acroléine, des crésols des phénols a été effectuée par chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme, celle des composés aromatiques polycycliques par fluorescence et la présence de cyanure d'hydrogène par spectrophotométrie. La concentration et la taille des particules supérieures à 0,3 µm ont été estimées avec un spectromètre de mesure du diamètre aérodynamique des particules en fonction pendant toute la durée des chirurgies. Les niveaux de contaminants identifiés ont été comparés aux seuils recommandés par le NIOSH ou la *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA). Le questionnaire auto-administré portait sur la survenue de symptômes au cours des quatre semaines précédentes et sur l'obtention d'un diagnostic d'asthme par un médecin. Il a été distribué à 115 [54], 50 [55] et 60 [56] personnes travaillant dans les blocs opératoires de ces hôpitaux et des taux de réponses de 92 %, 66 % et 80 % ont été respectivement obtenus. Les auteurs des rapports précisent que les fumées chirurgicales n'étaient généralement pas aspirées, sauf lors de la cautérisation effectuée à l'aide de lasers dans un des établissements [56].

Dans les trois enquêtes, les substances identifiées dans l'air durant les chirurgies à des niveaux quantifiables sont le formaldéhyde, l'acétaldéhyde et le toluène (tableau 9). Les concentrations mesurées pour l'acétaldéhyde et le toluène ne dépassaient pas les seuils recommandés par le NIOSH ou l'OSHA, alors que la concentration en formaldéhyde était légèrement supérieure au seuil recommandé par le NIOSH dans deux centres. De plus, les concentrations moyennes des particules de moins de 10 µm (PM₁₀) ont été mesurées dans deux enquêtes [54, 56]. Elles variaient selon les interventions entre 0,7 et 21 µg/m³ [55] dans un centre et entre 1,3 et 9,9 µg/m³ dans l'autre centre [56]. Les concentrations les plus élevées ont été observées pendant l'utilisation d'un électrocautère lors d'une mastectomie [54, 56], une décompression lombaire et une résection transurétrale de la prostate avec cystoscopie [55].

TABLEAU 9. CONCENTRATIONS DES COV IDENTIFIÉS DANS LES ENQUÊTES D'HYGIÈNE INDUSTRIELLE SUR L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES DE TROIS CENTRES HOSPITALIERS AMÉRICAINS

COV	Étendue des concentrations (mg/m ³)			Seuils recommandés (mg/m ³)
	Centre 1 [54]	Centre 2 [55]	Centre 3 [56]	
formaldéhyde	ind. à 0,026	ind. à 0,021	ind. à 0,011	0,016 (NIOSH) 0,75 (OSHA) ¹
acétaldéhyde	0,002 à 0,018	ind. à 0,025	ind. à 0,025	360 (OSHA) ¹
toluène	0,009 à 0,565	0,113 à 1,73	0,038 à 2,71	375 (NIOSH) 750 (OSHA) ¹

NIOSH : *National Institute for Occupational Safety and Health*, OSHA : *Occupational Safety and Health Administration*

¹ Les seuils de NIOSH sont des valeurs d'exposition moyennes recommandées alors que ceux de la OSHA sont des valeurs admissibles et ont un caractère réglementaire

Les résultats sur la prévalence des symptômes mesurés dans ces enquêtes sont présentés au tableau 10. Ces prévalences varient entre 2,1 % et 24,2 %, la céphalée et la toux constituant les symptômes les plus fréquemment rapportés. Entre 35,8 % et 51,5 % des répondants ont rapporté avoir ressenti au moins un symptôme. De 6,3 % à 18,2 % des répondants ont mentionné avoir reçu un diagnostic d'asthme. Les auteurs précisent que les répondants qui passaient plus

de 50 % de leur temps de travail à proximité immédiate du champ opératoire rapportaient en général plus de symptômes que les autres.

TABEAU 10. PRINCIPAUX RÉSULTATS DES ENQUÊTES D'HYGIÈNE INDUSTRIELLE SUR L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES ET LA PRÉVALENCE DE SYMPTÔMES CHEZ LE PERSONNEL DES BLOCS OPÉRATOIRES DE TROIS CENTRES HOSPITALIERS AMÉRICAINS

Symptômes	Résultats par centre		
	Centre 1 [54] n = 15	Centre 2 [55] n = 14	Centre 3 [56] n = 15
Céphalée (%)	17,0	21,2	10,4
Toux (%)	17,0	24,2	10,4
Symptômes nasals (%)	16,0	3,0	16,7
Irritation oculaire (%)	13,2	24,2	10,4
Irritation des voies respiratoires (%)	16,0	21,2	12,5
Symptômes d'asthme (%)	12,3	24,2	2,1
Asthme (diagnostic) (%)	6,6	18,2	6,3
≥ 1 signe ou symptôme (%)	35,8	51,5	43,7

5.1.4 Synthèse et appréciation des études sur les effets sur la santé de l'exposition aux fumées chirurgicales

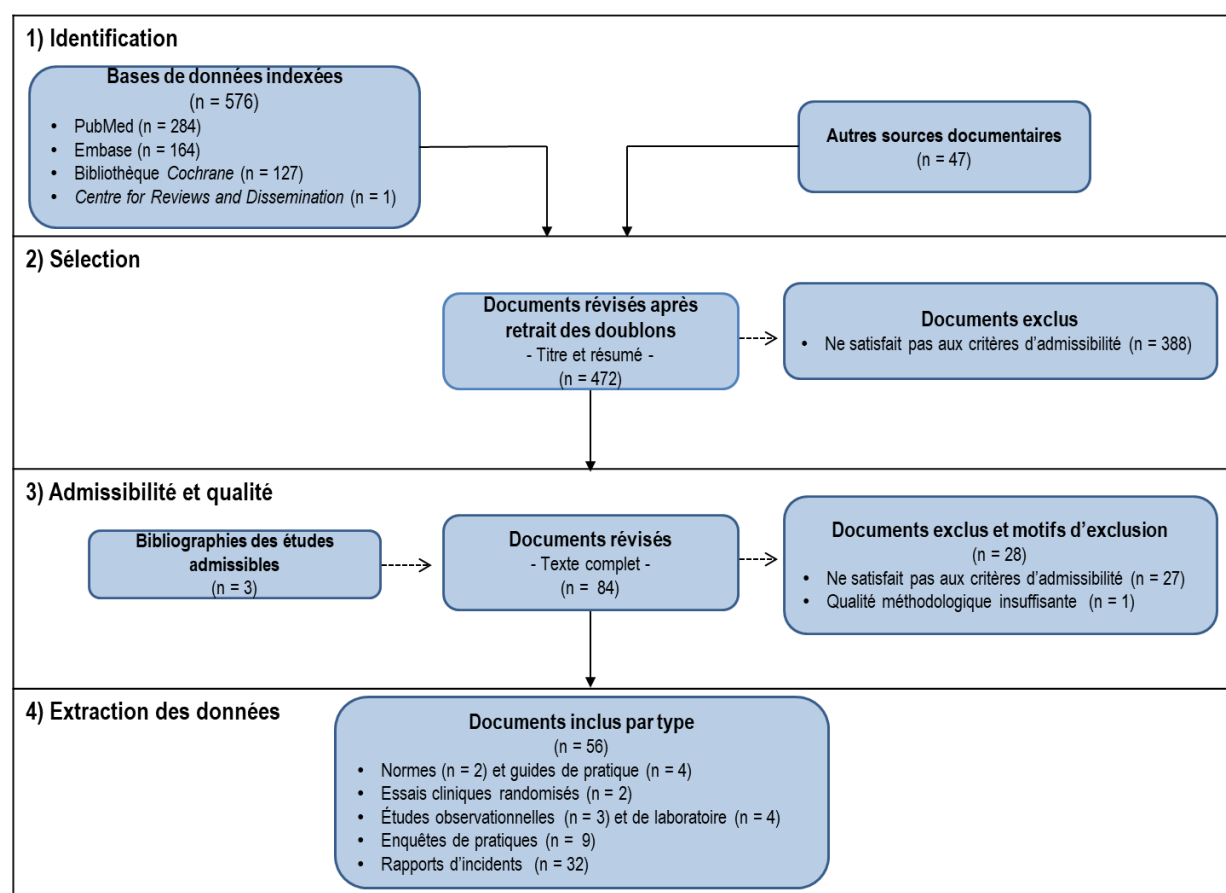
Les données disponibles pour évaluer l'effet de l'exposition aux fumées chirurgicales sont issues d'une étude de cohorte prospective multicentrique sur le risque de cancer du poumon [47], de deux études sur le risque d'infection associé au VPH [48, 49], d'une étude de deux cas de cancer oropharyngé [50], de trois enquêtes transversales [51-53] et de trois rapports d'enquêtes d'hygiène industrielle menées aux États-Unis [54-56]. Dans la cohorte prospective réalisée auprès de plus de 85 000 infirmières, le risque de cancer du poumon sur une période de 16 années n'était pas accru chez les infirmières qui travaillaient au bloc opératoire comparativement à celles qui travaillaient dans d'autres secteurs hospitaliers [50]. L'exposition aux fumées chirurgicales a été estimée par le nombre d'années de travail au bloc opératoire, ce qui constitue une approximation plutôt qu'une mesure directe et précise. Le devis de l'étude incluait la mesure de plusieurs covariables potentiellement associées au cancer du poumon, notamment le tabagisme, bien que les auteurs aient souligné les difficultés d'en estimer et contrôler précisément l'effet sur l'association entre l'exposition aux fumées chirurgicales et l'incidence du cancer [47]. Les mesures de protection individuelle et de contrôle technique de l'exposition aux fumées chirurgicales telles que l'aspiration des fumées ou la ventilation des salles, n'étaient pas décrites ni prises en considération dans les analyses. Les deux autres études avec un suivi prospectif visaient principalement à évaluer la transmission et la persistance du VPH dans les muqueuses nasales [48, 49]. Dans une étude, une présence plus fréquente d'ADN du VPH a été observée chez les gynécologues exposés à des fumées chirurgicales produites par l'utilisation d'instruments électrochirurgicaux [48]. Au suivi à 24 mois des cas détectés, aucun échantillon positif n'a été rapporté. Cependant, une proportion de 9 % des cas positifs ont été perdus au suivi. Dans l'autre étude, la présence d'ADN du VPH a aussi été identifiée dans des écouillons nasopharyngés chez deux gynécologues après la réalisation de résections à l'anse diathermique mais n'a pas persisté plus de trois à six mois et aucune maladie liée au VPH n'a été observée [49]. Enfin, deux cas de cancer oropharyngé positif au VPH chez des chirurgiens ont été décrits [50]. Pour l'ensemble de ces données, le lien de causalité entre les fumées chirurgicales et les cancers est incertain en raison de la nature rétrospective de l'évaluation, de la description sommaire de l'exposition à la fumée et du contrôle incomplet de l'effet des autres facteurs de risque. Une mesure directe de l'exposition aux fumées chirurgicales et à certains des constituants chimiques a été réalisée en cours d'interventions au bloc opératoire dans les enquêtes d'hygiène industrielle menées dans trois hôpitaux américains. La présence de certains cancérrogènes a été observée dont le formaldéhyde, l'acétaldéhyde et le toluène dans certains échantillons mais généralement à des concentrations inférieures aux seuils recommandés [54-56]. Des mesures ponctuelles de la présence de cancérrogènes procurent cependant une évaluation limitée de l'exposition et ne permettent pas d'estimer l'effet d'une exposition prolongée ou répétée. Quant aux autres études de prévalence des symptômes rapportés par le personnel des blocs opératoires, la mesure de l'exposition aux fumées chirurgicales n'y était pas bien caractérisée reposant entièrement sur le nombre d'années travaillées [51-53]. De plus, les effets à court terme rapportés par le personnel des blocs opératoires sont essentiellement

des symptômes non spécifiques, notamment des céphalées, de la toux et de l'irritation oculaire, dont la prévalence est très variable d'une étude à l'autre. Les facteurs de risque d'origine non professionnelle associés à ces symptômes, tel le tabagisme, n'ont pas été documentés dans ces études. Une plus grande proportion de symptômes respiratoires chez le personnel des blocs opératoires a été observée dans une étude en comparaison avec ceux qui ne travaillaient pas dans ce secteur [52]. Toutefois, en l'absence de groupe de comparaison dans la majorité des études et vu le caractère non spécifique des symptômes, il est difficile de porter un jugement sur un lien de causalité avec l'exposition aux fumées chirurgicales. Au total, dans l'ensemble des études, les prévalences des symptômes respiratoires ont été mesurées auprès d'un petit nombre de travailleurs (n = 353), ce qui limite la généralisation des résultats à d'autres contextes. La validité interne des résultats issus des trois études transversales est aussi questionnable puisque les taux de participation ne sont pas spécifiés [51-53]. La validité des mesures auto-rapportées des symptômes est également inconnue [51-56]. Dans la majorité des études, les mesures de protection individuelle utilisées n'étaient pas ou peu décrites [51-57] ni l'utilisation de dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales [52, 53].

5.2 Normes, recommandations, efficacité et innocuité des dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales

La recherche documentaire a permis d'identifier 84 documents différents et, après les étapes de sélection, d'évaluation de l'admissibilité et de la qualité, 56 ont été retenus (Figure 5). La liste des publications exclues ainsi que les raisons d'exclusion sont présentées à l'annexe 5.

FIGURE 5. DIAGRAMME DE SÉLECTION DES DOCUMENTS SUR LES NORMES ET RECOMMANDATIONS ET SUR L'EFFICACITÉ ET L'INNOCUITÉ DES DISPOSITIFS D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES



Dernière recherche effectuée le 10 août 2021

5.2.1 Normes et recommandations pour la prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales

Des normes et recommandations pour la prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales ont été émises par les cinq organismes suivants :

- Association canadienne de normalisation (*Canadian Standards Association, CSA*) [42, 58]
- *Centers for Disease Control and Prevention (CDC)* [43]
- *Association of periOperative Registered Nurses (AORN)* [59]
- Association des infirmières et infirmiers des salles d'opération du Canada (AIISOC) [60]
- Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail du secteur affaires sociales (ASSTSAS) [61]

Les recommandations portant sur l'aspiration des fumées chirurgicales, les mesures de protection individuelle et les mesures organisationnelles issues de ces documents sont présentées ci-après.

Aspiration des fumées chirurgicales

La CSA élabore des normes développées par consensus entre volontaires représentant différents intérêts, points de vue et expertises sur un domaine particulier. Deux normes CSA s'appliquent aux fumées chirurgicales : la norme CSA Z317.2 publiée en 2016 portant sur les systèmes de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air dans les établissements de santé [62] et la norme Z305.13 intitulée *Plume scavenging in surgical, diagnostic, therapeutic, and aesthetic settings* publiée en 2013 portant spécifiquement sur les fumées chirurgicales [42]. La norme CSA Z317.2 est destinée aux architectes, ingénieurs, planificateurs et au personnel et vise la conception, la construction et l'entretien des établissements de santé et de leurs systèmes. Les taux de ventilation requis par cette norme dans les salles d'opération et autres locaux où sont réalisées des interventions médicales ont été présentés à la section 2.3. Selon cette norme, un système de récupération et d'évacuation de la fumée chirurgicale au point d'utilisation doit être installé dans les emplacements où une importante contamination pourrait provenir d'une seule source, par exemple lors d'interventions impliquant l'utilisation de l'électrocautérisation ou de lasers. La norme Z305.13 stipule quant à elle qu'un système d'évacuation dédié à l'aspiration des fumées chirurgicales doit être utilisé lors de procédures émettant un panache de fumées. Ce système doit être constitué d'une prise de captation positionnée efficacement près du site opératoire, d'un système de filtration constitué d'un filtre au charbon activé pour capter les gaz, d'un filtre à particules ULPA et d'un système d'évacuation. Cependant, la succion murale peut être utilisée pour des procédures fermées telles que les interventions laparoscopiques ou endoscopiques [42]. Les recommandations du *Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC)* des CDC sont issues d'un guide sur le contrôle des infections nosocomiales [43]. Il y est suggéré d'utiliser un système d'aspiration pour évacuer de grandes quantités de fumées produites par le laser lors de l'ablation d'un tissu infecté par le VPH ou lors de la réalisation d'interventions sur un patient atteint de tuberculose extrapulmonaire. La succion murale peut être utilisée pour l'aspiration de petites quantités de fumées [43]. L'AORN [59] et l'AIISOC [60] se sont également prononcé sur l'aspiration des fumées chirurgicales. Ces deux organismes recommandent d'utiliser un système dédié pour évacuer d'importantes quantités de fumées mais considèrent que la succion murale peut être utilisée pour de petites quantités de fumées, si un filtre HEPA ou avec une capacité de filtrer les particules jusqu'à 0,1 µm est placé dans le circuit d'aspiration.

Équipement de protection individuelle

Selon la norme CSA Z305.13, les masques chirurgicaux sont conçus pour protéger les patients contre les aérosols et les gouttelettes provenant du nez ou de la bouche du personnel de santé, ils offrent une protection minimale contre les fumées et peuvent devenir encore moins efficaces lorsqu'ils sont mouillés ou humides [42]. Conséquemment, ces masques, comme les masques respiratoires à particules et ceux pour les interventions avec des lasers, ne doivent pas être utilisés comme principale méthode de protection contre l'exposition professionnelle aux fumées chirurgicales. De plus, le personnel doit appliquer les pratiques de protection standards contre l'exposition aux pathogènes transmissibles par le sang lorsque la présence de matériel infectieux dans les fumées chirurgicales est possible.

Des recommandations concernant le port d'EPI lors de la réalisation d'interventions générant des fumées chirurgicales ont été émises par quatre autres organismes. Les CDC rappellent la réglementation américaine qui stipule qu'un masque N95 approuvé par le NIOSH et sans valve d'expiration doit être porté dans la salle d'opération lors d'interventions urgentes chez des patients atteints de tuberculose [43]. De plus, lorsque des lasers sont utilisés, les EPI appropriés, incluant les masques N95 ou N100, devraient être portés afin de minimiser l'exposition à la fumée et le risque potentiel d'aérosols infectieux [60, 61]. Selon l'AIISOC, le personnel périopératoire devrait prendre les mesures de protection respiratoire

adéquates selon le degré de risque et le type de fumée produite [60]. Ces trois derniers organismes recommandent le port d'un masque N95 durant les interventions médicales à haut risque d'aérosols et sur des patients connus ou suspectés de maladies transmissibles par voie aérienne comme par exemple le VPH ou la tuberculose [60]. Selon l'AIISOC, un masque avec un taux de filtration de 0,1 micron devrait être porté lors d'intervention avec le laser [60]. L'AORN et l'ASSTSAS précisent que le port du masque constitue une protection complémentaire contre la fumée chirurgicale résiduelle, c'est-à-dire qu'il devrait être utilisé en combinaison avec l'utilisation d'un dispositif d'aspiration [59, 60]. De plus, selon l'AIISOC, des lunettes de protection devraient être utilisées afin de se protéger des particules de fumées présentes dans l'air qui ne sont pas immédiatement captées par les dispositifs d'aspiration [60].

Mesures organisationnelles

Selon la norme CSA sur les fumées chirurgicales, les établissements qui réalisent des interventions générant de la fumée doivent se doter de politiques et procédures écrites pour faire face aux dangers potentiels qui leur sont associés [58]. Ces documents devraient découler d'une évaluation des risques permettant d'identifier les situations qui peuvent entraîner une exposition aux fumées chirurgicales et des moyens appropriés de les éliminer ou de les contrôler. Ces politiques devraient de plus être en cohérence avec les systèmes de gestion de l'établissement pour la qualité, la santé et la sécurité au travail, la prévention et le contrôle des infections de même que documentées et mises à jour au besoin. Les procédures devraient traiter de l'achat, l'entretien et la maintenance des dispositifs dédiés à l'aspiration des fumées chirurgicales et de la formation requise pour mettre en œuvre ces éléments. L'établissement doit également veiller à ce que toute personne travaillant dans un environnement où de la fumée chirurgicale est générée a accès à des informations sur les dangers et la sécurité associés à l'exposition aux fumées chirurgicales, reçoit une formation initiale appropriée et démontre annuellement sa compétence dans l'utilisation des dispositifs pour l'évacuation des fumées. Si un système central stationnaire est utilisé pour évacuer la fumée vers l'extérieur de l'établissement (p. ex. un système central ou un vacuum médical ou chirurgical), le personnel responsable du système devrait vérifier périodiquement les registres de performance et d'entretien pour s'assurer de son efficacité.

L'AORN et l'AIISOC recommandent également le développement et la mise en place de politiques et procédures relatives aux fumées chirurgicales [59, 60] et à la ventilation des salles [60]. Selon l'AIISOC, un comité sur la sécurité de l'électrochirurgie doit être mis sur pied afin d'établir, d'évaluer et de mettre en œuvre des normes sur l'utilisation sécuritaire des appareils [60]. Ces normes devraient être harmonisées aux programmes de santé et sécurité au travail, de gestion des risques et de contrôle des infections de l'établissement. Elles devraient comprendre l'accès à une formation continue, à une évaluation des compétences, à des cours, à des séances en laboratoire et à du préceptorat. Selon l'AIISOC, le personnel périopératoire devrait suivre une formation sur les dangers de la fumée chirurgicale, les méthodes d'évacuation de la fumée et l'utilisation adéquate de l'équipement de protection disponible dans l'établissement [60]. Une formation initiale et continue du personnel est recommandée par l'AORN et l'AIISOC [59, 60]. Un comité devrait également avoir le mandat spécifique d'encadrer et d'assurer une utilisation sécuritaire des lasers, par exemple par une formation donnée à toutes les infirmières ayant obtenu un certificat en sécurité des lasers [60].

Appréciation des guides de pratique clinique

Les documents recensés d'où proviennent les recommandations pour la prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales, à l'exception du guide de l'AORN [59], comportent peu d'information pour apprécier la méthodologie utilisée. Ainsi, la recherche des preuves et la méthode pour mener à la formulation des recommandations sont peu décrites. Outre quelques références parfois données à l'appui des recommandations, il n'y a pas de données probantes pour appuyer les effets de l'exposition aux fumées chirurgicales sur la santé ou encore l'efficacité des dispositifs d'aspiration des fumées à réduire cette exposition. De plus, la qualité des études retenues n'a pas été formellement évaluée. L'impact économique et les barrières organisationnelles associés à l'implantation des recommandations émises pour la prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales n'ont également pas été discutés.

5.2.2 Résultats des études portant sur l'efficacité et l'innocuité des dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales

Cinq études réalisées en contexte réel de soins [57, 63-66] et quatre études de laboratoire [67-70] portant sur l'efficacité ou l'innocuité des dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales ont été identifiées et retenues.

Études en contexte réel de soins

Les deux ECR [57, 63] et les trois études observationnelles [64-66] en contexte réel de soins sont décrits au tableau 11. Ces études ont été menées en Australie [57], au Japon [63], en Chine [66] ou aux États-Unis [65, 66] durant diverses chirurgies ouvertes. L'utilisation de différents dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales (mobiles et succion murale) a été comparée à aucune aspiration, dans l'ensemble des études [57, 63-66]. L'une d'elle porte spécifiquement sur la succion murale comparée à aucune aspiration [66]. Les concentrations des particules ultrafines [64] ou des particules fines de différentes tailles [57, 65, 66] ont été mesurées avec et sans l'utilisation de méthodes d'aspiration des fumées. La taille des particules considérées dans l'étude de Tokuda *et al.* n'était toutefois pas précisée [63]. Dans toutes ces études, la source d'émission des fumées était liée à l'usage d'un électrocautère selon différents paramètres de durée et d'intensité. Les résultats de ces études sont présentés individuellement ci-après en raison notamment de la diversité des chirurgies, des méthodes de mesures d'exposition et des indicateurs sélectionnés.

TABEAU 11. DESCRIPTION DES ÉTUDES MENÉES EN CONTEXTE RÉEL DE SOINS SUR L'EFFICACITÉ ET L'INNOUITÉ DES DISPOSITIFS D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES

Auteur, année [ref] Pays	Chirurgies	Aspiration de la fumée		Source de l'exposition
		Intervention (n)	Comparateur (n)	
ECR (n = 2)				
Pillinger, 2003 [57] Australie	Thyroïdectomies	Dispositif de captation (Lina Grey Shark™) et succion murale (30 L / min) (n = 15)	Aucune succion (n = 15)	Électrocautère (30 W) I : 15 (8 à 22) min. C : 18 (9 à 30) min.
Tokuda, 2020 [63] Japon	Mastectomies	DI-UM (ConMed Aer Defense™) (n = 31)	Aucune succion (n = 30)	NR
Études observationnelles (n = 3)				
Liu, 2020 [64] États-Unis	Chirurgies ouvertes de la colonne	a. DI-UM (buse para-incisionnelle) (mini SQUAIR™, Nascent Surgical) (n = 25) b. DI-UM (cautère avec aspiration intégrée) (Valleylab™, Covidien) (n = 26)	Aucune succion ¹ (a. n = 25) (b. n = 26)	Électrocautère (35 W, mode coagulation) Ia : 17 [11-32] min. ² Ib: 19 [15-26] min. ²
O'Brien, 2020 [65] États-Unis	Amygdalectomies et adénoïdectomies	DI-UM (Viro-Vac™, Buffalo Filter) (n = 12) et succion murale (n = 9)	Aucune succion (n = 9)	Électrocautère Amygdalectomies : 3-4 min. (12 W), Adénoïdectomies : 9-13 min. (30 ou 35 W)
Wang, 2015 [66] Chine	Néphrectomies partielles (n= 5), DGLI (n= 5) et PR (n= 5) ouvertes	Succion murale (n = 15)	Aucune succion	Électrocautère bipolaire (40 W)

I : groupe intervention, C : comparateur, DI-UM : dispositif avec aspiration intégrée à l'électrocautère et connecté à une unité mobile, UM : unité mobile, W : watts, L : litre, min. : minutes, PR : prostatectomies radicales, DGLI : dissections des ganglions lymphatiques inguinaux

¹ Les mesures ont été prises pendant que les dispositifs étaient en opération (on) et hors fonction (off) durant les mêmes interventions, en alternant le positionnement des dispositifs mobiles d'un côté et de l'autre de la colonne.

² Durée médiane [écart interquartile] de la période d'utilisation du dispositif

Pillinger *et al.* 2003

L'objectif de cet ECR était de déterminer si l'aspiration de fumées chirurgicales à l'aide d'un outil de captation muni d'un filtre et connecté à la succion murale permettait de réduire la quantité de fumées atteignant la zone respiratoire du chirurgien [57]. Les patients ont été assignés aléatoirement au groupe intervention, pour lequel l'usage d'un dispositif de captation relié à la succion murale pour l'aspiration des fumées (n = 15) était planifié, ou au groupe de comparaison sans aspiration des fumées (n = 15). Dans le cadre de ces chirurgies pour une thyroidectomie, une incision cervicale antérieure de 8 cm était réalisée. La durée de la dissection des muscles était en moyenne de 18 minutes dans le groupe intervention (étendue de 9

à 30 minutes) et de 15 minutes (étendue de 8 à 22 minutes) dans le groupe de comparaison sans aspiration de la fumée. Les particules de la taille de 0,1 à 10 µm ont été mesurées à l'aide d'un lecteur mobile, fixé au niveau suprasternal sur la blouse du chirurgien, avant la chirurgie, en continu durant l'intervention et après le départ du patient de la salle d'opération. Selon les résultats observés, la concentration moyenne en particules mesurée pendant les chirurgies était plus faible dans le groupe intervention (moyenne de 0,012 mg/m³; IC à 95 % : 0,005 à 0,019 mg/m³) comparativement à aucune succion (0,137 mg/m³; IC à 95 % : 0,063 à 0,211 mg/m³, $p < 0,001$). Les valeurs maximales atteintes étaient également moins élevées lorsque l'outil de captation était utilisé pendant les chirurgies, soit une concentration moyenne de 0,255 mg/m³ (IC à 95 % : 0,064 à 0,0445 mg/m³) comparativement à 2,411 mg/m³ (IC à 95 % : 0,817 à 4,004 mg/m³) ($p < 0,001$). Les auteurs précisent que les concentrations de particules avant et après les chirurgies étaient similaires dans les deux groupes et que la quantité de fumée n'était pas corrélée avec le poids de la glande thyroïde ou la durée de la dissection des muscles. Aucun événement indésirable en lien avec le dispositif d'aspiration des fumées n'a été observé au cours de l'étude.

Tokuda *et al.* 2020

Cet ECR visait à évaluer en salle d'opération l'efficacité d'un dispositif mobile d'aspiration de fumées intégré à l'électrocautère pour réduire la quantité de particules dans l'air et l'exposition du personnel aux COV et autres substances potentiellement toxiques [63]. Au total, 61 mastectomies ou chirurgies de reconstruction mammaire ont été réalisées avec ($n = 31$) ou sans ($n = 30$) aspiration des fumées, et ce, par 9 différents chirurgiens. Les salles d'opération, au nombre de 12, étaient de différentes dimensions et dotées d'un système de ventilation permettant un taux d'échange d'air de 30,1 à 38,1 changements à l'heure avec un volume d'apport d'air frais variant de 250 à 1 250 m³/heure. Un appareil dédié spécifiquement à la mesure des concentrations du formaldéhyde et un autre à la concentration des particules en suspension dans l'air ont été placés à 1,5 m et 3 m (près de l'évent d'échappement des salles d'opération) du champ opératoire. Les concentrations ont été évaluées du début jusqu'à la fin des interventions, et ce, à chaque minute pour les particules et au 30 minutes pour le formaldéhyde. De plus, des tubes pour l'échantillonnage de l'air étaient portés par les chirurgiens, anesthésiologistes, premières infirmières assistantes et autres infirmières de la salle d'opération. Ces échantillons ont été analysés par spectrométrie de masse afin de mesurer la concentration en formaldéhyde, acétone et acétaldéhyde. Selon les résultats observés, il n'y avait pas de différence statistiquement significative quant à la concentration moyenne de particules observée dans l'air ambiant avec ou sans utilisation du dispositif intégré pour l'aspiration des fumées, et ce, tant à 1,5 m (4,3 versus 4,8 µg/m³) qu'à 3,5 m (3,6 versus 3,5 µg/m³) du champ opératoire. Cependant, les concentrations moyennes de formaldéhyde étaient moins élevées avec l'utilisation du dispositif d'aspiration à 1,5 m (15,5 ± 8,4 µg/m³ vs 39,4 ± 18 µg/m³; $p < 0,001$) et à 3,5 m (7,3 ± 5,1 mg/m³ versus 20,1 ± 14,1 mg/m³; $p < 0,001$) du site opératoire. Les différences observées pour les concentrations du formaldéhyde entre les groupes avec et sans aspiration des fumées chirurgicales mesurées avec les tubes portés par le personnel étaient statistiquement significatives pour tous les types de professionnels, mais n'excédaient cependant pas les valeurs admissibles, selon les instances réglementaires nationales. Les niveaux d'acétone mesurés étaient quant à eux significativement plus faibles avec l'aspiration des fumées pour chacun des types de professionnels impliqués mais une diminution statistiquement significative était observée pour les chirurgiens et les anesthésiologistes seulement. Pour l'acétaldéhyde, des concentrations plus faibles étaient également observées avec l'utilisation de l'unité mobile d'aspiration des fumées chirurgicales et les différences atteignaient le niveau de signification statistique pour les chirurgiens, les anesthésiologistes et les premières infirmières assistantes.

Liu *et al.* 2020

L'objectif de l'étude était de comparer l'efficacité de deux dispositifs mobiles d'aspiration pour réduire l'exposition aux fumées chirurgicales lors de la réalisation de chirurgies orthopédiques de la colonne [64]. Les interventions qui incluaient des décompressions thoracolombaires avec ($n = 37$) ou sans fusion ($n = 9$), des laminectomies cervicales avec fusion ($n = 3$) et des coccygectomies ($n = 2$), ont été effectuées par un seul chirurgien dans la même salle d'opération avec un système de diffusion d'air par flux laminaire. Un électrocautère en mode coagulation a été utilisé pour l'ensemble des interventions. L'aspiration des fumées a été effectuée durant 25 chirurgies consécutives à l'aide d'une buse para-incisionnelle d'une largeur de 23 cm, positionné le long de la colonne à 5 cm de l'incision, avec une prise d'air munie d'un filtre ULPA (mini SQUAIR™, Nascent Surgical) et relié par une tubulure à l'unité mobile. Un dispositif d'aspiration fixé à l'électrocautère, également muni d'un filtre ULPA (Valleylab™, Covidien), a été utilisé dans un second groupe totalisant 26 chirurgies consécutives. Dans les deux groupes, la succion a été réglée à un niveau d'aspiration moyen. La concentration de particules ultrafines (0,02 à 1 µm) a été mesurée en continu lors de la première phase des chirurgies, au moment

d'exposer les deux côtés de la colonne vertébrale par électrocautérisation, alors que les dispositifs d'aspiration étaient en fonction (période *on*) pour un côté de la colonne et fermés (période *off*) pour l'autre. Les périodes de mesure *on* et *off* étaient effectuées en alternance de chaque côté de la colonne, dans un ordre aléatoire. Un tube d'échantillonnage d'air était placé du côté de l'anesthésiologiste, à l'intérieur de 1,5 mètre de l'incision, dans la zone du flux laminaire. La concentration moyenne de particules fines dans l'air ambiant mesurée avant les chirurgies était inférieure à 5 particules par cm³.

Les résultats de l'étude sont présentés au tableau 12. Les concentrations moyennes des particules fines étaient réduites avec l'utilisation des deux dispositifs d'aspiration des fumées. La diminution des concentrations moyennes de particules observée entre la période où les dispositifs étaient utilisés versus fermés était de 59,7 % avec l'utilisation de la buse para-incisionnelle et de 44,1 % avec le second dispositif fixé à l'électrocautère. La différence entre les dispositifs n'était toutefois pas statistiquement significative ($p = 0,13$). En ce qui concerne les concentrations maximales de particules atteintes, la réduction observée était plus importante avec l'usage de la buse comparativement au dispositif intégré à l'électrocautère (95,9 % versus 75,3; $p = 0,02$). Cependant, ces résultats doivent être interprétés avec prudence puisqu'ils ne sont pas issus d'une comparaison directe entre les deux dispositifs durant les mêmes chirurgies.

TABEAU 12. RÉSULTATS SUR LA CONCENTRATION MOYENNE ET MAXIMALE DE PARTICULES ULTRAFINES MESURÉE EN COURS DE CHIRURGIES ORTHOPÉDIQUES DE LA COLONNE SELON DIFFÉRENTS DISPOSITIFS D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES RAPPORTÉS DANS L'ÉTUDE DE LIU *ET AL.*

Type d'aspiration (n cas)	Concentration de particules ultrafines (0,02 à 1 µm) par cm ³			
	Moyenne [EI]	valeur <i>p</i>	Maximale [EI]	valeur <i>p</i>
DI-UM (buse para-incisionnelle) (n = 25)				
<i>on</i>	287 [126-526]		1 080 [571-1 900]	
<i>off</i>	1 177 [395-2 702]	< 0,001	24 400 [5 120-64 453]	< 0,001
DI-UM (crayon) (n = 26)				
<i>on</i>	917 [448-1 936]		10 991 [2 493-35 196]	
<i>off</i>	1 605 [775-4 280]	0,13	68 150 [17 191-93 125]	< 0,001

EI : écart interquartile, DI-UM : dispositif avec aspiration intégrée à l'électrocautère et connecté à une unité mobile

O'Brien *et al.* 2020

L'objectif de cette étude observationnelle était d'évaluer l'exposition du personnel chirurgical à des carcinogènes pendant la réalisation d'amygdalectomies avec adénoïdectomies en pédiatrie et de comparer l'efficacité de différentes méthodes d'aspiration des fumées chirurgicales [65]. Un échantillonnage de l'air a été effectué durant 30 chirurgies consécutives utilisant trois modalités d'aspiration des fumées chirurgicales, soit : 1) un dispositif fixé à l'électrocautère (« crayon ») et connecté à une unité mobile d'aspiration (ViroVac™, Buffalo Filter) (n = 12), 2) une tubulure tenue par un assistant et connectée à la succion murale (n = 9) et 3) sans aspiration des fumées (n = 9). Deux salles d'opération de même dimension ont été utilisées pour les chirurgies d'une durée de moins d'une heure et un intervalle de 1,5 heure était alloué entre deux chirurgies si elles se déroulaient la même journée. Les échantillons d'air ont été prélevés quotidiennement avant de débiter la première chirurgie (mesures de base) puis durant toute la durée du déroulement des interventions pour comparer les différents dispositifs. Les auteurs ont minuté les périodes de cautérisation et mesuré les concentrations de particules qui s'en dégagent séparément durant les amygdalectomies et les adénoïdectomies. La concentration des particules de 0,02 à 0,3 µm a été mesurée à chaque seconde pour des périodes variant de 16 à 220 minutes afin d'évaluer l'exposition du personnel à l'aide d'un appareil miniature porté par le chirurgien près de la zone respiratoire. De plus, un échantillonneur avec filtre en polycarbonate localisé à 1,5 m de la table d'opération a été utilisé sur des périodes de 21 à 216 minutes pour analyser la composition chimique des fumées chirurgicales dans l'air ambiant. Les analyses par spectrométrie ont été effectuées par un laboratoire du NIOSH. Les concentrations observées ont été comparées aux valeurs d'exposition moyennes pondérées (VEMP) admissibles selon le NIOSH.

Les résultats de l'étude sur les concentrations de particules de 0,02 à 0,3 µm mesurées dans la zone respiratoire du chirurgien sont présentés au tableau 13. Les concentrations moyennes et médianes de particules les plus faibles ont été observées durant la réalisation des amygdalectomies avec l'utilisation d'un électrocautère connecté à une unité mobile d'aspiration, suivies de celles avec la succion murale. Des résultats similaires étaient rapportés pour les adénoïdectomies, mais les différences entre les trois groupes n'étaient pas statistiquement significatives. La différence observée dans la

concentration moyenne de particules entre l'aspiration des fumées chirurgicales avec l'électrocautère et la succion murale, n'était pas non plus statistiquement significative, tant pour les amygdalectomies que les adénoïdectomies.

TABEAU 13. RÉSULTATS SUR LA CONCENTRATION MOYENNE ET MÉDIANE DE PARTICULES MESURÉE EN COURS D'AMYGDALECTOMIES AVEC ADÉNOÏDECTOMIES SELON LE TYPE DE MÉTHODE D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES RAPPORTÉS DANS L'ÉTUDE D'O'BRIEN *ET AL.*

Type d'aspiration (n cas)	Nombre de particules par cm ³					
	Amygdalectomies			Adénoïdectomies		
	Moyenne (étendue)	Médiane	Valeur p ¹	Moyenne (étendue)	Médiane	Valeur p ¹
DI-UM (n = 12)	508 (16-1 445)	405		1 444 (3-5 668)	465	
Succion murale (n = 9)	1 661 (40-5 458)	1 250	0,0009	2 711 (41-13 615)	1 000	0,49
Aucune aspiration (n = 9)	8 208 (4 612-15 717)	6 080		3 091 (331-12 311)	1 603	

DI-UM : dispositif fixé à l'électrocautère avec aspiration et connecté à une unité mobile d'aspiration des fumées

¹ Pour la comparaison entre les trois groupes

Les résultats sur la composition chimique des fumées chirurgicales sont présentés au tableau 14. On constate que la mesure de base était similaire ou plus élevée que la concentration moyenne mesurée en cours d'intervention pour tous les COV identifiés, à l'exception de la concentration en chlorure de méthylène et en naphtalène. Ce résultat suggère que les COV et les autres substances identifiées étaient déjà présents et pourraient provenir d'une autre source que la fumée générée par l'utilisation d'instruments électrochirurgicaux. Par ailleurs, la concentration moyenne du chlorure de méthylène mesurée près de la zone respiratoire du chirurgien était moins élevée lorsque les fumées chirurgicales étaient aspirées avec l'unité mobile (0,6 µg/m³) et dans une moindre différence avec la succion murale (3,4 µg/m³) comparativement à aucune aspiration des fumées (9,9 µg/m³). Pour les mesures effectuées à 1,5 m de la table d'opération, la concentration moyenne en toluène la plus faible était rapportée avec l'usage de l'unité mobile (87,9 µg/m³) suivi de la succion murale (318 µg/m³) comparativement à aucune aspiration des fumées chirurgicales (678 µg/m³). Pour le naphtalène, la concentration moyenne mesurée à proximité de la zone respiratoire du chirurgien était plus faible lorsque l'unité mobile (0,3 µg/m³) était en fonction comparativement à aucune aspiration (0,6 µg/m³). Toutes les concentrations observées étaient très inférieures à la VEMP recommandée par le NIOSH. L'utilisation de l'unité mobile était également associée à une diminution des concentrations de tétrachloréthane tant près de la zone respiratoire (0,1 µg/m³) qu'à 1,5 m de la table d'opération (0,1 µg/m³) comparativement à aucune aspiration (0,9 µg/m³). La concentration en xylène était aussi un peu moins élevée avec l'utilisation de l'unité mobile à 1,5 m de la table d'opération (1,2 µg/m³) comparativement à aucune aspiration (1,5 µg/m³), mais les concentrations étaient également nettement inférieures à la VEMP. Peu ou pas de différences dans les concentrations moyennes du styrène selon l'utilisation ou non d'un dispositif d'aspiration des fumées chirurgicales ont été détectées. Certains COV semblaient également présents dans des concentrations plus élevées dans la zone de respiration ou à 1,5 m de la table d'opération lorsque la succion murale (acétaldéhyde, benzène, éthylbenzène, 1,2,4-triméthylbenzène, toluène) ou l'unité mobile (acétaldéhyde, cyanure d'hydrogène, naphtalène, xylène) était utilisée. Des tests statistiques n'ont cependant pas été réalisés puisque la majorité des substances ont été détectées moins de six fois pour chacune des comparaisons selon l'aspiration ou non des fumées chirurgicales.

TABEAU 14. PRINCIPAUX RÉSULTATS SUR LA CONCENTRATION DES COV DÉTECTÉS EN COURS D'AMYGDALECTOMIES ET D'ADÉNOÏDECTOMIES SELON DIFFÉRENTS DISPOSITIFS D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES DANS L'ÉTUDE D'O'BRIEN ET AL.

COV détectés	Mesure de base	Concentrations moyennes ± ET (µg/m³)						VEMP (µg/m³)
		près de la zone respiratoire			à 1,5 m de la table d'opération			
		DI-UM	Succion murale	Aucune aspiration	DI-UM	Succion murale	Aucune aspiration	
Acétaldéhyde	14 ± 0,6		non mesurées		27 ± 1,3	26 ± 0,4	13 ± 0,9	360 000
Benzène	2,3 ± 0,9	2,7 ± 1,5	0,8 ± 0,6	0,9 ± 0,3	0,7 ± 0,5	0,6 ± 0,4	0,8 ± 0,2	319
Chlorure de méthylène	ind.	0,6	3,4	9,9	1,0	ind.	ind.	86 750
Cyanure d'hydrogène	15		non mesurées		2,9 ± 0,1	4,9 ± 0,6	ind.	12 100
Éthylbenzène	1,1 ± 0,5	0,9 ± 0,7	0,5 ± 0,2	0,4 ± 0,4	0,7 ± 0,9	0,5 ± 0,2	0,4 ± 0,4	435 000
Formaldéhyde	8,6 ± 0,5		non mesurées		6,5 ± 0,5	5,8 ± 0,6	5,6 ± 0,4	19,7
Naphtalène	ind.	0,3 ± 0,6	0,7 ± 1,2	0,6	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,2	ind.	50 000
Styrène	2,3	0,4 ± 0,4	0,4 ± 0,5	0,4 ± 0,4	0,4 ± 0,4	0,4 ± 0,3	0,5 ± 0,3	215 000
Tétrachloréthane	ind.	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,02	1,0 ± 0,04	0,1 ± 0,1	0,1	0,9 ± 0,02	678 000
Toluène	781 ± 1,3	19 ± 1,7	15,5 ± 1,0	16,0 ± 0,5	87,9 ± 1,7	318 ± 1,0	678 ± 0,9	375 000
Xylènes total	1,5 ± 0,2	1,5 ± 0,3	2,1 ± 0,2	1,6 ± 0,4	1,2 ± 0,03	1,8 ± 0,2	1,5 ± 0,4	435 000
1,2,4-Triméthylbenzène	0,9	1,2 ± 1,1	0,4 ± 0,4	0,3 ± 0,3	0,7 ± 1,5	0,3 ± 0,2	0,4 ± 0,2	125 000

ET : écart-type, VEMP : valeur d'exposition moyenne pondérée admissible selon le NIOSH, DI-UM : dispositif fixé à l'électrocautère et connecté à une unité mobile d'aspiration des fumées, ind : identifié mais valeur inférieure à la limite de détection

En plus de ces résultats, des hydrocarbures aromatiques polycycliques à 1,5 m de la table d'opération (acénaphthène, acénaphthylène, benzo(b)fluoranthène, benzo(e)pyrène, chrysène) et d'autres substances dans la zone de respiration et à 1,5 m de la table d'opération (chloroforme, n-propylbenzène, p-cymène) pour lesquels des valeurs admissibles ne sont pas connues ont été détectés (données non montrées). Des concentrations moyennes plus faibles avec l'utilisation de l'unité mobile ont été mesurées pour le chloroforme, le p-cymène, l'acénaphthylène, le benzo(b)fluoranthène, le benzo(e)pyrène et le chrysène. Pour le n-propylbenzène, une concentration de 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la zone de respiration du chirurgien et à 1,5 m de la table d'opération a été mesurée avec la succion murale alors que le niveau était indétectable lors des interventions avec l'utilisation de l'unité mobile ou sans aspiration des fumées chirurgicales.

Wang et al. 2015

L'étude observationnelle de Wang *et al.* [66] avait comme objectif d'évaluer la concentration des particules de moins de 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$) générées lors d'interventions chirurgicales en urologie, selon la durée des interventions et la distance avec la source d'émission de fumées [66]. Au total, 25 opérations ont été réalisées dans la même salle d'opération avec flux laminaire. La succion murale a été utilisée pour aspirer les fumées lors de 15 chirurgies ouvertes, soit des dissections des ganglions lymphatiques inguinaux (n = 5), des néphrectomies partielles (n = 5) et des prostatectomies radicales (n = 5). Les durées moyennes de ces chirurgies étaient respectivement de 75, 96 et 121 minutes. Le niveau de base en particules mesuré au début de chaque intervention à l'aide d'un analyseur au laser était en moyenne de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'ensemble des chirurgies. Pour chaque intervention, trois échantillons étaient prélevés pendant une période de 15 secondes après les 2 à 3 premières secondes d'utilisation de l'électrocautère. Les mesures intraopératoires ont été prises à 40 cm du site de l'incision pour estimer la concentration des particules près de la zone de respiration du chirurgien. La dose moyenne de particules de moins de 2,5 μm inhalée en 15 secondes, avec et sans l'utilisation de la succion murale, a été estimée par le biais d'une formule mathématique. Les résultats sont présentés au tableau 15. La quantité estimée de particules inhalées était plus faible avec l'utilisation de la succion murale pour les trois types de chirurgies ouvertes réalisées et les différences observées correspondent à des diminutions relatives de 48 % pour les dissections des ganglions lymphatiques inguinaux, 52 % pour les néphrectomies partielles et 65 % pour les prostatectomies radicales.

TABLEAU 15. RÉSULTATS DES ESTIMATIONS DE LA CONCENTRATION MOYENNE DE PARTICULES DE MOINS DE 2,5 µM INHALÉE EN 15 SECONDES RAPPORTÉS DANS L'ÉTUDE DE WANG *ET AL.*

	Concentration moyenne estimée de PM _{2,5} inhalées (µg/m ³)		Valeur p
	Succion murale	Sans succion	
Dissections des ganglions lymphatiques inguinaux (n = 5)	1,29	2,47	< 0,001
Néphrectomies partielles (n = 5)	0,84	1,72	< 0,001
Prostatectomies radicales (n = 5)	0,57	1,61	< 0,001

PM_{2,5} : particules de moins de 2,5 µm

Résultats des études de laboratoire

Les études de laboratoire ayant évalué différents dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales sont décrites au tableau 16. Les études en contexte expérimental incluent une étude réalisée sur des tissus humains [68] et trois autres sur des tissus porcins [67, 69, 70]. Les méthodologies et résultats individuels de chacune d'elles sont décrits ci-après.

TABLEAU 16. DESCRIPTION DES ÉTUDES DE LABORATOIRE SUR L'EFFICACITÉ ET L'INNOCUITÉ DES DISPOSITIFS D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES

Auteur, année [ref] Pays	Contexte expérimental	Source de l'exposition Durée	Aspiration	
			Intervention	Comparateur
Kocher, 2019 [67] Suisse	Tissus porcins (foies et muscles) Chirurgie ouverte Ventilation normale 3 incisions de 3 cm sans et 3 avec DI-UM par spécimen	Électrocautère (80 W) muni d'un système d'aspiration 10 sec.	DI-UM (IES 2™, ERBE), 550 L/min. (100 % et 60 %)	Aucune aspiration
Lee, 2018 [68] États-Unis	Tissus humains (réduction mammaire (n= 5), amputation jambe (n= 1)) Bloc opératoire 6 exp. de 45 min (15 min. avec et 30 min. sans fumée)	Électrocautère (35 W) 15 min.	UM (PlumeSafe® Turbo) 35 L/min. Succion murale + filtre ULPA	Aucune aspiration
Takahashi, 2013 [70] Japon	Foies de porcs (n = 6) Chirurgie abdominale par laparoscopie (pneumopéritoine CO ₂ , 8 mmHg)	Électrocautère (100 W) 30 sec. Cautère ultrasonique	UM (IES 2™, ERBE) à 100 %	Aucune aspiration
Seipp, 2018 [69] Allemagne	Tissus porcins (muscles) Salle avec flux d'air de 7 500 à 10 500 m ³ / heure	Électrocautère (70 W) 60 sec.	UM (5 modèles) ¹ , puissance min., moy., max.	Aucune aspiration

I : groupe intervention, C : comparateur, exp. : expérimentations, DI-UM : dispositif intégré à l'électrocautère et connecté à une unité mobile d'aspiration, min. : minutes, sec. : secondes, ULPA : *ultra low particulate air*, min. : minimale, moy. : moyenne, max. : maximale, W : watts

¹ Dispositifs d'aspiration : 1) Fumovac 900®, Maquet; 2) GoldVac®, ConMed®; 3) IES®, Erbe; 4) marVAC®, KLS Martin; 5) SafeAir®, Safe Air

Kocher *et al.* 2019

L'étude menée par Kocher *et al.* visait à estimer l'efficacité d'un dispositif mobile intégré à l'électrocautère (IES 2™, ERBE) à protéger le personnel des blocs opératoires de l'exposition aux fumées lors de chirurgies ouvertes [67]. Les expérimentations ont été réalisées en laboratoire sur des foies et des muscles porcins, avec une ventilation normale sans flux laminaire. La fumée chirurgicale a été générée par l'électrocautérisation utilisée pour réaliser trois coupes de 3 cm par tissus durant 10 secondes chacune. Le niveau de puissance sélectionné (80 W) de l'électrocautère correspond, selon les auteurs, à la pratique courante lors de la réalisation de laparotomies dans leur centre. Les fumées chirurgicales ont été aspirées à l'aide d'un dispositif intégré à l'électrocautère et connecté à une unité mobile d'aspiration. La concentration des COV a été mesurée avec un débit d'aspiration réglé à 60 %, afin de réduire le niveau sonore de l'appareil,

puis à 100 % de sa puissance (capacité > 550 L/min.). L'échantillonnage d'air a été effectué en continu, à 20 cm au-dessus des tissus. La concentration et l'analyse de la composition des fumées ont été réalisées en temps réel par spectrométrie de masse. Les principaux résultats de l'étude sont présentés au tableau 17. Trois COV ont été détectés à des niveaux supérieurs aux seuils réglementaires suisses, soit le benzène, le butadiène et le furfural. Pour ces trois substances, les concentrations étaient moins élevées avec l'utilisation d'un dispositif mobile d'aspiration et de façon plus importante lorsque le débit d'aspiration était réglé au niveau maximal (100 %). Les concentrations demeuraient cependant au-dessus des seuils recommandés, à l'exception du furfural détecté dans une faible concentration lors des expérimentations sur les muscles porcins. Des concentrations moyennes plus élevées pour ces substances ont été rapportées lors des expérimentations sur des foies porcins.

TABLEAU 17. RÉSULTATS DES CONCENTRATIONS MOYENNES DE BENZÈNE, BUTADIÈNE ET FURFURAL AVEC ET SANS ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES RAPPORTÉS DANS L'ÉTUDE DE KOCHER *ET AL.*

COV détectés	Concentrations moyennes ± ET (mg/m³)						VEMP (mg/m³)
	Expérimentations sur foies de porc			Expérimentations sur muscles de porc			
	DI-UM 100 %	DI-UM 60 %	Aucune aspiration	DI-UM 100 %	DI-UM 60 %	Aucune aspiration	
Benzène	3,48 ± 0,15	7,77 ± 1,47	18,63 ± 3,99	3,27 ± 0,06	3,99 ± 0,12	7,35 ± 1,11	2
Butadiène	31,40 ± 0,33	34,41 ± 1,39	41,17 ± 4,62	29,28 ± 0,09	29,11 ± 0,04	34,03 ± 1,44	11
Furfural	3,89 ± 0,43	20,79 ± 4,44	56,36 ± 11,63	0,71 ± 0,00	0,83 ± 0,08	1,93 ± 0,28	8

ET : écart-type, DI-UM : dispositif fixé à l'électrocautère et connecté à une unité mobile d'aspiration des fumées, VEMP : valeur d'exposition moyenne pondérée admissible selon les normes nationales suisses

Par ailleurs, des valeurs inférieures aux normes ont été rapportées pour l'acétylène, le cyanure d'hydrogène, le toluène, le styrène, l'éthylbenzène et le 1-décène (valeurs précises non rapportées). Les auteurs ont également observé à la sortie d'air de l'unité mobile d'aspiration réglé au débit maximal, des concentrations moyennes supérieures aux normes pour le benzène (8,31 \pm 1,14 mg/m³), le butadiène (35,09 \pm 0,86 mg/m³) et le furfural (21,98 \pm 3,81 mg/m³) après une coupe de 6 cm menée sur une période de 20 secondes. Une autre expérimentation réalisée sans aspiration des fumées suggère que le mode (coagulation, vaporisation ou coupe) et la puissance de l'électrocautérisation (de 80 à 180 W) semblent avoir peu d'impact sur les concentrations observées pour ces trois mêmes substances.

Lee *et al.* 2018

L'objectif poursuivi par cette étude était de comparer les concentrations de différents COV avec l'utilisation d'une unité mobile (PlumeSafe® Turbo), de la succion murale ou d'aucun dispositif pour l'aspiration des fumées chirurgicales produites par l'électrocautérisation [68]. Pour ce faire, six expérimentations ont été réalisées en salle d'opération standard, sur des tissus humains provenant de cinq résections mammaires et de l'amputation d'une jambe. Les simulations étaient d'une durée de 45 minutes, chacune incluant des périodes de 5 à 10 secondes avec l'emploi de l'électrocautère. La buse de captation était maintenue à 5 cm de l'électrocautère. Pour l'aspiration avec la succion murale, un filtre ULPA était inséré entre le réservoir et le vacuum. La concentration des particules de 0,01 à 1 μ m et celle des nanoparticules de 10 à 414 nm ont été estimées par photométrie laser autour de la table d'opération, à une distance de moins de 45 cm de l'électrocautère. Pour les COV, les prélèvements étaient effectués à moins de 5 cm de l'électrocautère, à la taille de la personne réalisant l'expérimentation à l'aide d'un échantillonneur d'air et dans l'air ambiant à 45 cm de l'électrocautère avec d'autres types d'échantillonneurs d'air. Les concentrations des particules, des nanoparticules et des COV ont été mesurées dans un premier temps sans aspiration des fumées puis, dans un ordre aléatoire, avec l'utilisation de la succion et de l'unité mobile, à chacune des minutes de l'expérimentation. Les analyses ont été réalisées par chromatographie et spectrométrie de masse.

Les résultats sur la concentration moyenne de particules et de nanoparticules dans l'air à proximité de la table d'opération sont présentés au tableau 18. On constate que les concentrations étaient significativement plus faibles lorsque l'unité mobile était utilisée et, dans une moindre mesure, lorsque les fumées chirurgicales étaient aspirées avec la succion murale. Les différences observées dans les concentrations de particules entre l'unité mobile et la succion murale n'étaient toutefois pas statistiquement significatives.

TABLEAU 18. RÉSULTATS SUR LES CONCENTRATIONS MOYENNES DE PARTICULES SELON DIFFÉRENTES MÉTHODES D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES RAPPORTÉS DANS L'ÉTUDE DE LEE *ET AL.*

Méthode d'aspiration	Nb particules (0,01 à 1 µm) /cm ³		Nb nanoparticules (10-414 nm) /cm ³	
	moyenne	valeur p	moyenne	valeur p
Unité mobile	1 600		2 000	
Succion murale	1 900	> 0,05 ¹	3 500	> 0,05 ¹
Aucune aspiration	8 700	< 0,05 ²	8 100	< 0,05 ²

Nb : nombre

¹ pour la comparaison entre l'unité mobile et la succion murale

² pour la comparaison entre l'unité mobile et aucune aspiration

Les principaux résultats portant sur la détection des COV et les VEMP préconisées par le NIOSH sont présentés au tableau 19. À l'exception du toluène et du n-hexane, les concentrations de COV mesurées avant l'utilisation de l'électrocautère étaient inférieures à celles observées durant l'expérimentation. Pour le toluène et le n-hexane, les niveaux de base mesurés à la taille et dans l'air ambiant étaient supérieurs aux valeurs observées en cours d'expérimentation. Les mesures à moins de 5 cm du cautère étaient supérieures aux niveaux de base (données non montrées), attestant de l'émission de particules avec l'utilisation de l'électrocautère. Aucune valeur observée pendant les expérimentations n'atteignaient les VEMP recommandées par le NIOSH. Les concentrations d'acétaldéhyde, d'alcool isopropylique, de benzène, d'éthanol, d'éthylbenzène et d'acétone dans l'air ambiant (1,5 m de la table) étaient plus élevées lorsqu'aucun dispositif n'était utilisé pour l'aspiration des fumées. Comparativement à la succion murale, les concentrations moyennes des COV observées avec l'usage de l'unité mobile pour aspirer les fumées chirurgicales étaient soit inférieures (éthylbenzène, acétonitrile, alcool isopropylique, éthanol, n-hexane, benzène), similaires (acétaldéhyde, alcool isopropylique, benzène, styrène) ou plus élevées (acétone, acétaldéhyde, n-hexane, toluène).

TABLEAU 19. PRINCIPAUX RÉSULTATS SUR LES CONCENTRATIONS MOYENNES DE COV MESURÉES DANS L'AIR AMBIANT ET À LA TAILLE DU PERSONNEL SELON DIFFÉRENTES MÉTHODES D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES RAPPORTÉS DANS L'ÉTUDE DE LEE *ET AL.*

COV détectés	Concentrations moyennes ± ET (µg/m³)								VEMP (µg/m³)
	< 5 cm du cautère	Taille du personnel			< 5 cm du cautère	Air ambiant			
		UM	Succion	Aucune aspiration		UM	Succion	Aucune aspiration	
Acétaldéhyde	19 ± 2	28 ± 5	24 ± 2	39 ± 10	12 ± 4	13 ± 1	13 ± 1	27 ± 14	360 000
Acétone	40 ± 8	68 ± 7	59 ± 9	82 ± 10	27 ± 17	26 ± 2	25 ± 5	21 ± 4	590 000
Acétonitrile	6 ± 2	8 ± 1	7 ± 1	8 ± 2	9 ± 3	8 ± 1	9 ± 1	16 ± 5	16
Alcool isop.	800 ± 157	1100 ± 144	1100 ± 232	1200 ± 256	740 ± 248	780 ± 103	1200 ± 219	1200 ± 265	980 000
Benzène	nd	nd	nd	16	nd	nd	nd	26 ± 26	319
Éthanol	750 ± 189	710 ± 109	810 ± 165	850 ± 149	870 ± 326	880 ± 110	1000 ± 132	1100 ± 173	1 900 000
Éthylbenzène	2	nd	6	18	nd	nd	5	5	435 000
n-hexane	32 ± 15	25 ± 4	5 ± 1	17 ± 6	50	20 ± 5	5	15 ± 4	180 000
Styrène	nd	nd	nd	20	nd	nd	nd	7	215 000
Toluène	67 ± 64	16 ± 7	9 ± 2	7 ± 2	210	25 ± 8	10 ± 1	9 ± 2	375 000

ET : écart-type, isop. : isopropylique, VEMP : valeur d'exposition moyenne pondérée admissible selon le NIOSH, UM : unité mobile d'aspiration des fumées, nd : non détecté

En plus de ces substances, du chloroforme, du o-xylène de même que du méthacrylate de méthyl et du d-limonène pour lesquels les valeurs admissibles ne sont pas connues, ont été détectés lors de certaines expérimentations, mais à des concentrations très faibles. À l'exception du d-limonène, les concentrations observées de ces substances étaient inférieures avec l'utilisation de la succion murale ou de l'unité mobile comparativement à aucune aspiration (données non montrées).

Takahashi *et al.* 2013

Cette étude visait à évaluer l'efficacité d'une unité mobile (IES 2®, ERBE) pour l'aspiration des fumées utilisée en chirurgie laparoscopique [70]. Les caractéristiques du site ou laboratoire où a été réalisée l'étude ne sont pas précisées. La simulation de chirurgies abdominales fermées incluait l'intubation de six porcs, l'installation de trois trocars et la création d'un pneumopéritoine avec insufflation de dioxyde de carbone (8 mmHg). Les fumées ont été générées par l'électrocautérisation et par l'utilisation d'un scalpel ultrasonique. L'unité mobile d'aspiration des fumées était utilisée à la puissance maximale. Les auteurs ont eu recours à une membrane absorbante fixée au tube d'insufflation du pneumopéritoine pour estimer, à l'aide d'une méthode semi-quantitative, les concentrations moyennes de composés de carbone générées dans la cavité abdominale. Dix mesures ont été prises au total. Les analyses ont été effectuées par chromatographie en phase gazeuse. De plus, une évaluation subjective de la visibilité du site opératoire a été effectuée à partir d'images filmées du champ opératoire laparoscopique, jusqu'à 40 secondes après l'activation de l'électrocautère. Un score entre 0 et 4 (faible à excellente visibilité) a été attribué à chacune des images par 10 chirurgiens. Les principaux résultats sur la concentration de composés de carbone sont présentés au tableau 20. L'usage de l'unité mobile d'aspiration des fumées chirurgicales était associé à une diminution statistiquement significative de la concentration des particules émises lors des interventions réalisées avec l'électrocautère mais pas pour celles avec le cautère ultrasonique. Toutefois, les résultats de l'analyse d'un sous-échantillon constitué de pinces souillées du cautère ultrasonique suggèrent aussi une diminution de la concentration des particules avec l'utilisation de l'unité mobile comparativement à aucune aspiration (de 4,4 mg à 0,18 versus par cm³; $p = 0,04$).

TABEAU 20. PRINCIPAUX RÉSULTATS SUR LA CONCENTRATION MOYENNE DES COMPOSÉS DE CARBONE AVEC OU SANS L'UTILISATION D'UNE UNITÉ MOBILE D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES RAPPORTÉS DANS L'ÉTUDE DE TAKAHASHI *ET AL.*

Méthode d'aspiration	Concentration (mg/cm ³)			
	Électrocautère		Cautère ultrasonique	
	moyenne ± ET	valeur p	moyenne ± ET	valeur p
Unité mobile	0,4 ± 0,27		0,002 ± 0,0078	
Aucune aspiration	1,7 ± 0,02	0,0018	0,0023 ± 0,0085	0,96

ET : écart type

Selon l'évaluation subjective réalisée, la visibilité du champ opératoire a été qualifiée de meilleure (score moyen plus élevé) avec l'utilisation de l'unité mobile pour les images prises de 15 à 40 secondes après l'activation de l'électrocautère.

Seipp *et al.* 2018

L'objectif de cette étude de laboratoire était d'analyser les capacités d'aspiration de cinq unités mobiles d'aspiration disponibles sur le marché en Allemagne (Fumovac 900®, Maquet; GoldVac®, ConMed; IES®, Erbe; marVAC®, KLS Martin; SafeAir®, Safe Air), selon l'angle de coupe de l'électrocautère et le débit d'aspiration sélectionné [69]. Les expérimentations se sont déroulées dans une salle similaire à une salle d'opération pour les dimensions (132 m²), la température et le taux d'humidité et avec un système de filtration d'air unidirectionnel. Le débit d'alimentation d'air a été fixé à 7 500, 9 000 et 10 500 m³/heure, correspondant à des taux de 250, 321 et 375 changements d'air à l'heure. La procédure pour générer des fumées chirurgicales a été pré-testée et répétée 20 fois jusqu'à ce qu'un résultat constant d'émission de 50 millions de particules de taille de 0,5 µm soit atteint. Le nombre de particules dans l'air avec et sans l'utilisation des unités mobiles testées a été estimé à l'aide d'un analyseur laser mobile dans la zone entourant la table où l'expérimentation était réalisée. Pour chacun des niveaux d'aspiration (minimal, moyen et maximal), les concentrations ont été mesurées à cinq reprises pour chaque dispositif évalué. Le niveau sonore associé à l'usage des dispositifs mobiles d'aspiration a également été évalué. Les sonomètres étaient placés à une hauteur de 170 cm du sol dans trois endroits différents de la salle, à une distance de 1 mètre des unités mobiles d'aspiration des fumées. Pour chacun des dispositifs, trois mesures du bruit d'une durée de deux minutes ont été prises avec un flux d'air de 9 000 m³/heure.

Les diminutions relatives de la quantité de particules observées selon différents niveaux d'aspiration, débits d'alimentation d'air (7 500 m³ / heure versus 10 500 m³ / heure) et angles de coupe pour l'ensemble des dispositifs, sont présentées au tableau 21. On constate que le pourcentage de diminution de la quantité de particules de 0,5 µm s'accroît avec le niveau d'aspiration d'un dispositif et plus fortement avec un débit d'aspiration maximal. Les résultats suggèrent un effet moindre du

niveau d'aspiration sur la diminution de la quantité de particules avec un angle de coupe à 45° ou un débit d'air de 10 500 m³/ heure. En effet, un angle de coupe du cautère de 45° est associé à une diminution plus importante de la quantité de particules qu'avec un angle de 90°. L'ampleur des diminutions étaient cependant variables selon les cinq dispositifs évalués, tel que le suggèrent les étendues observées. Les résultats suggèrent également une augmentation du niveau sonore avec le niveau d'aspiration. Pour l'ensemble des dispositifs (tous les angles de coupe), le bruit mesuré était en moyenne de 50,5 ± 4,5 décibels (dB) au niveau minimal d'aspiration, de 55,4 ± 4,5 dB au niveau moyen et de 64,2 ± 3,6 dB au niveau maximal. Les niveaux sonores observés variaient selon les différents dispositifs évalués mais l'angle de coupe avait peu d'effet sur les résultats.

TABLEAU 21. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE DE SEIPP *ET AL.* SUR LE POURCENTAGE DE DIMINUTION DE LA CONCENTRATION MOYENNE DE PARTICULES POUR L'ENSEMBLE DES UNITÉS MOBILES D'ASPIRATION ÉVALUÉES SELON LE DÉBIT D'ASPIRATION, LE DÉBIT DU FLUX D'AIR UNIDIRECTIONNEL ET L'ANGLE DE COUPE

Niveau d'aspiration	Diminution relative de la quantité de particules de 0,5 µm médiane (étendue*)			
	Flux d'air de 7 500 m ³ / heure		Flux d'air de 10 500 m ³ / heure	
	Angle : 90° (%)	Angle : 45° (%)	Angle : 90° (%)	Angle : 45° (%)
minimal	57 (23 à 80)	92 (67 à 94)	72 (49 à 83)	91 (88 à 97)
moyen	82 (57 à 90)	92 (83 à 97)	87 (74 à 97)	96 (83 à 99)
maximal	84 (77 à 98)	96 (91 à 99)	92 (85 à 99)	99 (96 à 99)
Total (tous niveaux)	78 (62 à 88)	94 (84 à 95)	82 (72 à 92)	94 (93 à 99)

* pour les 5 dispositifs évalués

Étude en cours

Un protocole pour la réalisation d'une étude observationnelle ayant comme objectif d'évaluer l'impact de l'utilisation d'un dispositif mobile pour l'aspiration des fumées chirurgicales sur la concentration de substances toxiques, plus spécifiquement le furfural, le benzène et le toluène, a été enregistré en 2019 (numéro d'identification NCT03924206). Cette étude menée en contexte réel de soins par les auteurs d'une étude de laboratoire présentée précédemment, celle de Kocher *et al.* [67] devait être réalisée dans le cadre de 140 chirurgies du poumon ouvertes et minimalement invasives. La moitié de ces chirurgies devait être effectuée sans aspiration des fumées chirurgicales et l'autre avec un dispositif mobile (IES 2®, Erbe). L'étude devait être terminée en septembre 2019, mais aucun suivi ou résultat issu de cette étude n'a été identifié.

5.2.3 Résultats issus de la recherche dans la base de données MAUDE

Au total, 32 rapports d'incident liés à l'utilisation d'un dispositif mobile d'aspiration des fumées chirurgicales ont été recensés dans la base de données MAUDE de la FDA depuis 2010 jusqu'au 31 juillet 2021 (tableau 22). Différents événements en lien avec la fonction d'aspiration des dispositifs (n = 2), la connexion entre l'unité mobile et le cautère (n = 1) ou la perte d'une composante (n = 3) ont été rapportés. La majorité des rapports d'incident concerne des dysfonctionnements de la pièce à main et n'ont pas eu d'impact pour l'utilisateur ou les patients, à l'exception de brûlures mineures à un chirurgien (n = 1) ou à un patient (n = 3).

TABLEAU 22. DESCRIPTION DES INCIDENTS LIÉS À L'UTILISATION D'UN DISPOSITIF MOBILE POUR L'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES RAPPORTÉS DANS LA BASE DE DONNÉES MAUDE ENTRE 2010 ET LE 31 JUILLET 2021

Dispositif (fabricant)	Année de survenue	Description des événements
RapidVac® (Covidien)	2019 et 2021	Interruption de l'aspiration (n = 2)
ExtendedVac® (I.C. Medical)	2015	Interruption de la connexion entre l'unité mobile et le cautère (n = 1)
GoldVac® (Conmed)	2016	Chirurgien brûlé à un doigt avec le bouton d'activation durant une mastectomie (n = 1)
ClearVac® (Conmed)	2015	Détachement et chute de la tubulure sur le champ opératoire stérile (n = 1)
ClearVac® (Conmed)	2015	Tubulure ne reste pas fixée au cautère durant une réduction mammaire (n = 1)
Ultra Vac® (I.C. Medical)	2016	Détachement d'une vis de plastique retrouvée dans la cavité mammaire (n = 1)
GoldVac® (Conmed)	2016	Flash et flamme à l'embout du cautère durant une amygdaléctomie
Edge® (Covidien)	2019	Flamme à l'embout du cautère durant une amygdaléctomie
Valley Lab® (Covidien)	2020	Flamme à l'embout du cautère durant une chirurgie non précisée
GoldVac® (Conmed)	2011-2019	Activation autonome de la pièce à main (n = 9)
Divers	2013-2020	Dysfonctionnements de la pièce à main sans conséquence (n = 10)
Valley Lab® (Covidien)	2015	Brûlure mineure à une patiente durant une mastectomie
RapidVac® (Covidien)	2016	Brûlure mineure à une patiente durant une reconstruction mammaire par lambeau
PLPUL2020® (Shuyou Surgical)	2020	Brûlure mineure à un patient durant une colectomie

5.2.4 Synthèse et appréciation des données probantes sur l'efficacité et l'innocuité des dispositifs pour l'aspiration des fumées chirurgicales

Les données pour évaluer l'efficacité des dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales proviennent de cinq études en contexte réel de soins, soit deux ECR [57, 63] et trois études observationnelles [64-66], et de quatre études de laboratoire [67-70]. Globalement, les résultats de ces études suggèrent que l'utilisation d'un dispositif mobile d'aspiration des fumées chirurgicales entraîne une diminution de la concentration des particules de différentes tailles dans l'air des salles d'opération [37, 57, 64, 65, 69, 70]. Une étude a cependant rapporté peu de différences comparativement à aucune aspiration lorsqu'un électrocautère avec aspiration intégrée et connecté à une unité mobile d'aspiration était utilisé pendant le déroulement de mastectomies [63]. Dans les études où la composition des fumées chirurgicales a été analysée, une réduction de différents COV a également été observée, et ce, dans les études en contexte réel de soins [63, 65] et dans celles menées en laboratoire [67, 68]. Ainsi, parmi les substances identifiées, une réduction des concentrations en formaldéhyde était observée avec l'utilisation d'un dispositif mobile [63, 65] ou de la succion murale [65]. Une tendance similaire est également rapportée pour les concentrations de styrène et de xylène [65]. L'aspiration des fumées à l'aide de la succion murale ou avec un dispositif mobile durant des amygdaléctomies et adénoïdectomies a également été associée à une baisse des niveaux de toluène [65]. Une autre étude réalisée sur des tissus humains suggère plutôt une augmentation de la concentration en toluène avec l'aspiration des fumées chirurgicales en utilisant un dispositif mobile ou la succion murale [68]. Cependant, dans cette étude, la concentration de base en toluène était plus élevée avant le début de l'expérimentation que pendant l'utilisation de l'électrocautère. La concentration en toluène mesurée initialement avant le début des chirurgies pour des amygdaléctomies et adénoïdectomies était également supérieure dans l'étude observationnelle d'O'Brien *et al.* en ORL [65]. D'autres substances dont la concentration moyenne était plus élevée avant d'initier l'usage de l'électrocautère ont aussi été rapportées (styrène, formaldéhyde) [65] suggérant la contribution possible d'autres sources d'émission que les fumées chirurgicales. Par ailleurs, à l'exception des concentrations en benzène et butadiène mesurées dans une étude de laboratoire [67], les niveaux observés étaient largement inférieurs aux seuils admissibles en milieu de travail.

Deux études ont comparé directement l'emploi de la succion murale et d'un dispositif mobile pour l'aspiration des fumées chirurgicales [65, 68]. Dans l'étude menée en laboratoire par l'équipe de Lee *et al.* sur l'électrocautérisation de tissus humains, la concentration moyenne en particules et nanoparticules diminuait de façon plus importante lorsqu'un dispositif

mobile d'aspiration des fumées était utilisé comparativement à l'utilisation de la succion murale [68]. Par contre, dans l'étude observationnelle d'O'Brien *et al.*, il n'y avait pas de différence statistiquement significative entre l'usage d'un dispositif mobile et la succion murale pour la valeur médiane de la concentration totale en particules. La réduction des concentrations moyennes de certains COV mesurés dans cette même étude était plus grande avec les dispositifs mobiles d'aspiration alors que pour d'autres COV elle était plus importante avec la succion murale [65]. Cependant, certaines substances étaient observées à peu de reprises, ce qui rend, selon les auteurs, la réalisation de tests statistiques difficiles à réaliser et surtout limite la robustesse des résultats observés.

L'ensemble de ces résultats doit être interprété avec prudence en raison de diverses limites et lacunes méthodologiques. Tout d'abord, on constate plusieurs éléments d'hétérogénéité entre ces études notamment au chapitre des devis, des méthodes de mesures des contaminants et des résultats. Les études réalisées en milieu réel de soins se sont déroulées en salle d'opération et ont porté sur une diversité d'interventions dans différentes spécialités, soit en ORL [57, 65], en chirurgie plastique et mammaire [63], orthopédique de la colonne [64] ou en urologie [64]. Aucune d'entre elles n'a porté sur l'usage d'électrocautères et l'aspiration de fumées chirurgicales dans un contexte de cliniques externes alors que ces lieux comportent des caractéristiques différentes, notamment pour la ventilation et la circulation d'air. D'autres limites sont observées dans les études en contexte réel de soins. Ainsi, la méthode de randomisation dans les deux ECR disponibles n'était pas précisée [57, 63]. La puissance et la durée de l'électrocautérisation appliquée pour la réalisation de mastectomies n'étaient pas précisées dans l'un de ces ECR [63]. La ventilation, qui peut influencer le niveau et la circulation des fumées chirurgicales, de même que les autres caractéristiques des salles d'opération, n'étaient pas décrites dans l'ECR de Pillinger *et al.* [57] ou peu décrites dans l'étude observationnelle de Liu *et al.* [64].

Quant aux études de laboratoire, elles simulaient des chirurgies ouvertes [67-69] ou abdominales par voie laparoscopique [70]. On note également qu'à l'exception de l'étude de laboratoire de Takahasi *et al.* sur l'utilisation d'un électrocautère et d'un cautère ultrasonique (harmonique), l'évaluation de l'efficacité des méthodes d'aspiration des fumées a porté exclusivement sur l'électrochirurgie [70]. La puissance des outils chirurgicaux utilisés variait également d'une étude à l'autre, de 12 à 30 W en ORL [57, 65] à 150 W en urologie [66]. De plus, l'aspiration des fumées chirurgicales était réalisée avec différents modèles commerciaux (IES 2®, Plume Safe®, Conmed AER Defense®, Valleylab®, Viro-Vac® et autres) contribuant ainsi à la difficulté de combiner les résultats de ces études pour apprécier l'efficacité des méthodes d'aspiration des fumées. Dans l'étude de Seipp *et al.*, plusieurs dispositifs mobiles d'aspiration étaient évalués et, bien que les résultats présentés aient été dénominalisés, on constate que l'efficacité à filtrer et réduire les particules dans l'air variait d'un modèle à l'autre [69]. Le niveau sonore relié à l'usage de ces dispositifs a été évalué dans une seule étude [69]. Dans cette étude, le niveau moyen de bruit était influencé par la puissance de la succion et pouvait atteindre jusqu'à 70 dB, lorsque réglé au maximum d'aspiration, un niveau inconfortable [71]. Même si certains éléments des devis des études de laboratoire visaient à reproduire la pratique lors de l'usage d'instruments électrochirurgicaux, par exemple en maintenant une distance minimale entre la buse de captation avec la source d'émission de fumées et une puissance de succion similaire, il n'en demeure pas moins qu'il ne s'agit que d'approximations du déroulement d'une chirurgie en milieu hospitalier. Ainsi, dans l'étude de Kocher *et al.*, la seule à rapporter des niveaux de COV supérieurs aux seuils admissibles, l'expérimentation en laboratoire était menée sans flux laminaire et avec une ventilation normale [67]. De plus, les mesures pour estimer la concentration en particules étaient prises à 20 cm du cautère, distance ne correspondant pas à la zone de respiration du chirurgien ou du personnel de la salle d'opération. Dans l'étude de Takashi *et al.*, les caractéristiques de la salle où a été réalisée l'étude n'étaient pas précisées [70].

Peu de données sont disponibles pour évaluer l'innocuité des dispositifs pour l'aspiration des fumées chirurgicales. Les informations proviennent de rapports d'incidents recensés de la base de données MAUDE qui rapportent essentiellement quelques dysfonctionnements surtout liés au cautère et sans conséquence grave. Néanmoins, une sous-déclaration des événements indésirables est possible en raison du mode volontaire de déclaration des incidents à la FDA. L'absence d'une méthode standardisée pour rapporter les incidents complique également l'analyse des données disponibles. En effet, la description souvent succincte de l'utilisation d'un dispositif d'aspiration des fumées chirurgicales, du contexte clinique et des mesures prises pour assurer la sécurité du personnel ne permet pas toujours de déterminer si d'autres facteurs ont pu influencer la survenue de ces événements. Ces données ne permettent pas non plus d'établir un taux d'événements indésirables puisque le dénominateur, soit le nombre total de dispositifs utilisés, n'est pas connu.

En somme, malgré les lacunes et limites inhérentes aux devis utilisés, les résultats des études suggèrent que l'utilisation d'un dispositif d'aspiration des fumées chirurgicales permet de réduire l'exposition aux particules et aux COV. Aucune étude n'a porté sur l'efficacité des dispositifs d'aspiration à réduire la concentration des composants

biologiques (virus, cellules ou bactéries). Il est également difficile de déterminer quel moyen entre la succion murale et l'emploi d'un système dédié à l'aspiration des fumées chirurgicales est le plus efficace.

5.3 Résultats des enquêtes de pratiques publiées

Neuf documents rapportant les résultats d'enquêtes de pratiques relative à la prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales ont été retenus, soit l'étude d'Ilice *et al.* [51] présentée précédemment à la section sur les effets sur la santé et huit autres études menées aux États-Unis ou au Canada [72-76], en France [77], en Allemagne [78] et au Royaume-Uni [79] (tableau 23). Les résultats de ces enquêtes ont été publiés entre 2007 et 2020. Les répondants étaient des infirmières, résidents ou médecins travaillant au bloc opératoire [51, 73, 74, 79] ou au bloc et en clinique externe [74, 78], en dermatologie [72, 75], en gynécologie [48] ou des équipes administrant des traitements oncologiques de chimiothérapie hyperthermique intrapéritonéale (CHIP) [51, 74, 79]. Des enquêtes en ligne [72-74, 78, 79] ou des questionnaires distribués dans un [51] ou plusieurs [48, 77] centres hospitaliers ont été utilisés. Dans l'étude de Michaelis *et al.*, les pratiques ont été analysées séparément pour les interventions intrahospitalières et celles réalisées en cliniques ambulatoires [78]. Dans l'étude de Steege *et al.*, les analyses ont été stratifiées selon la source des fumées chirurgicales, soit le laser ou l'électrochirurgie [74].

TABLEAU 23. DESCRIPTION DES ENQUÊTES DE PRATIQUES SUR LES MESURES DE PRÉVENTION DE L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES

Auteur, année [ref] Pays	Période de recrutement	Contexte		Description des répondants	
		Hôpitaux (n)		Types de professionnels (n)	n
Edwards, 2008 [73] États-Unis et Canada	NR	NR ¹	Bloc opératoire	Infirmières membres de l'AORN	623
Michaelis, 2020 [78] Allemagne	NR	445 hôpitaux et 55 cliniques externes	Bloc opératoire	Chirurgiens	359
			Clinique ambulatoire	Infirmières au bloc opératoire	142
Ilice, 2017 [51] Turquie	2015	1	Bloc opératoire	Infirmières	45
				Médecins (anesthésiologistes ou chirurgiens)	36
Spearman, 2007 [79] Royaume-Uni	NR	14	Bloc opératoire	Chirurgiens et résidents en chirurgie générale	108
Chapman, 2017 [72] États-Unis	2016	67	Dermatologie	Résidents en dermatologie	153
Golda, 2019 [75] États-Unis	NR	NR	Dermatologie	Dermatologue	402
				Personnel	35
Oganesyan, 2014 [76] États-Unis	NR	NR	Dermatologie	Dermatologue	316
Ferron, 2015 [77] France	2013	33	CHIP	Équipes chirurgicales	33
Steege, 2016 [74] États-Unis	NR	NR	Bloc opératoire	Infirmières (56 %), anesthésiologistes (21 %), techniciens et autres	4533

AORN : Association of periOperative Registered Nurses, CHIP : chimiothérapie hyperthermique intrapéritonéale, NR : non rapporté

¹ Infirmières de 50 états des États-Unis et du Canada

Pratiques générales au bloc opératoire, toutes spécialités confondues

Dans l'étude d'Edwards *et al.*, les infirmières membres de l'AORN travaillant au bloc opératoire (toutes spécialités confondues) qui ont participé à l'enquête ont été interrogées sur la fréquence d'utilisation d'une unité mobile d'aspiration des fumées chirurgicales et de la succion murale pour différentes chirurgies [73]. Lors d'une chirurgie standard avec

électrocautère ou diathermie (sans laser), 64 % des 623 répondantes à l'enquête ont mentionné que la succion murale était toujours ou souvent utilisée pour aspirer les fumées chirurgicales alors que 8 % d'entre elles ont rapporté l'utilisation fréquente d'une unité mobile. Le recours fréquent (toujours ou souvent) à la succion murale et à un dispositif mobile a été rapporté par respectivement 63 % et 7 % des infirmières lors de procédures avec un scalpel ultrasonique. La raison la plus souvent signalée par les infirmières de ne pas utiliser un dispositif mobile était la résistance ou le refus des chirurgiens. L'encombrement ou la gêne et le bruit excessif attribués à ces dispositifs ont aussi été rapportés.

Dans l'étude d'Ilice *et al.* menée en Turquie, un système central serait utilisé au bloc opératoire pour l'aspiration des fumées selon respectivement 6 des 45 (13 %) infirmières alors qu'aucun médecin n'a rapporté l'utiliser et que la succion murale serait utilisée par 4 % des infirmières et 11 % des médecins [51]. En termes de protection individuelle, 91 % des infirmières et 86 % des médecins ont mentionné porter un masque chirurgical. Aucun médecin et 9 % des infirmières ont rapporté avoir recours à un masque de type N95 lors d'interventions générant des fumées chirurgicales.

Dans l'étude de Spearman *et al.*, 43 % des 37 chirurgiens et 70 % des 28 résidents en chirurgie générale qui utilisent la diathermie ont rapporté utiliser un système d'aspiration des fumées chirurgicales [79]. Parmi ces derniers, 90 % utilise la succion murale, 14 % des filtres pour laparoscopie et moins de 10 % un dispositif d'aspiration des fumées. Dans cette étude, l'aspiration des fumées serait principalement effectuée pour la visibilité du site opératoire (73 % des chirurgiens et 82 % des résidents), des raisons de sécurité (57 % et 68 %) ou atténuer l'odeur (16 % et 14 %).

Dans l'étude de Steege *et al.*, la proportion de 4 533 répondants exposés aux fumées chirurgicales ayant rapporté toujours utiliser un système d'aspiration local des fumées (succion murale ou dispositif mobile) lors de l'utilisation de l'électrochirurgie s'élevait à 14 % comparativement à 47 % lors d'une chirurgie au laser [74]. Les principales raisons rapportées pour ne pas utiliser ces dispositifs sont l'usage d'un autre moyen d'aspiration des fumées (36 %), l'absence de dispositif (25 %) ou d'un protocole pour encadrer leur utilisation (33 %), une faible émission de fumées chirurgicales (24 %) ou encore parce que la ventilation de la salle était jugée suffisante (29 %). Le port d'un masque N95 ou d'un respirateur avec filtre à particules était moins fréquent en électrochirurgie (1 %) qu'au cours d'une intervention avec laser (6 %). C'était également le cas pour la fréquence du port d'une protection oculaire en électrochirurgie (39 %) et avec le laser (74 %).

L'étude de Michaelis *et al.*, est la seule étude à avoir analysé les pratiques au bloc opératoire et en clinique ambulatoire. Un système mobile (n = 202) ou stationnaire (n = 55) d'aspiration des fumées était disponible dans 58 % des 445 hôpitaux participants [78]. Dans ces hôpitaux, le système mobile était toujours ou fréquemment utilisé au bloc opératoire par 45 % des répondants et le système stationnaire par 33 %. Les raisons invoquées par les répondants qui n'utilisaient pas ces dispositifs incluaient l'usage d'un autre moyen pour aspirer les fumées (17 %), ne pas penser ou se soucier du système d'aspiration (29 %), peu de fumées émises (26 %) et le bruit de l'appareil trop élevé (23 %). De plus, plusieurs répondants ont indiqué que le système de ventilation générale était suffisant, le dispositif trop complexe à utiliser, non disponible ou que le chirurgien refusait de l'utiliser. Un système mobile (n = 34) ou stationnaire (n = 6) d'aspiration des fumées était disponible dans 73 % des cliniques ambulatoires. Lorsque disponible, le système mobile était toujours ou fréquemment utilisé par 67 % des répondants et le système stationnaire par 85 %.

Dermatologie et traitement de condylomes

Dans l'étude de Chapman *et al.*, 28 % des 153 résidents en dermatologie américains ayant participé à l'enquête rapportent qu'un système d'aspiration des fumées serait disponible dans toutes les salles où de l'électrocautérisation est effectuée [72]. Notons que 45 % d'entre eux n'avaient pas connaissance de la disponibilité de ces dispositifs. Plus de 30 % ont indiqué toujours ou souvent porter un masque chirurgical lors de procédures avec électrocautérisation. Peu des répondants avaient parfois recours à un masque N95 (10 %). La majorité n'ont reçu aucune information formelle pendant leur programme sur le sujet (72 %). Ils ont également rapporté être préoccupés par le risque de transmission de maladies infectieuses (77 %), par l'exposition à des cancérogènes (72 %) ou par l'insuffisance des précautions prises pour prévenir l'exposition aux fumées chirurgicales (73 %).

Selon les résultats de l'étude d'Edwards *et al.*, lors de l'exérèse de lésions cutanées bénignes ou malignes avec utilisation d'électrocautères, 61 % des infirmières membres de l'AORN ont mentionné que la succion murale était toujours ou souvent utilisée pour aspirer les fumées chirurgicales et 9 % d'entre elles ont rapporté une utilisation fréquente d'une unité mobile (toujours ou souvent) [73]. La proportion d'infirmières ayant eu recours toujours ou souvent à la succion murale et à une unité mobile lors de l'utilisation de laser étaient de 60 % et 30 %, respectivement. Par ailleurs, 95 % et 92 % des infirmières ont mentionné que l'utilisation d'un masque N95 était peu fréquente (jamais ou rarement) lors du traitement des lésions cutanées par électrochirurgie et laser, respectivement.

Lors du traitement de condylomes ou de dysplasies par électrochirurgie, 67 % des infirmières ont rapporté que la succion murale était toujours ou souvent utilisée et 59 % pour l'usage d'une unité mobile [73]. Lors du traitement de ces mêmes lésions par laser, 83 % des infirmières ont rapporté qu'une unité mobile et 62 % que la succion murale était toujours ou souvent utilisée pour l'aspiration des fumées chirurgicales. Par ailleurs, 80 % et 75 % des infirmières ont mentionné que l'utilisation d'un masque N95 était peu fréquente (jamais ou rarement) lors du traitement des condylomes par électrochirurgie et laser, respectivement.

Dans l'étude d'Oganessian *et al.*, 77 % des 316 dermatologues ont rapporté ne pas faire usage de dispositif d'aspiration des fumées chirurgicales ou de masque N95, alors que 10 % en porteraient occasionnellement et 10 % souvent [76].

Dans l'étude de Golda *et al.*, 20 % des 402 dermatologues ont mentionné utiliser un système d'aspiration des fumées dans presque tous les cas de chirurgie cutanée en mode ambulatoire et 65 % jamais ou rarement [75].

Chimiothérapie hyperthermique intrapéritonéale (CHIP)

Dans l'étude menée auprès des équipes réalisant des traitements de CHIP, 79 % des équipes rapportaient utiliser un moyen d'évacuer les fumées chirurgicales, soit un dispositif mobile (33 %), un système stationnaire centralisé (21 %) ou encore un système de ventilation à flux laminaire (55 %). De plus, 50 % des équipes portaient un masque N95 et 94 % une protection oculaire (lunettes, visières ou autres) lors de ces interventions.

Synthèse et appréciation des enquêtes de pratiques publiées

Les résultats des enquêtes de pratiques suggèrent que l'utilisation d'un dispositif mobile ou d'un système stationnaire d'aspiration des fumées chirurgicales ne serait pas une pratique généralisée lors de procédures par électrochirurgie au bloc opératoire et en dermatologie. Toutefois, l'usage de la succion murale semble être une alternative fréquente. À noter que dans certaines situations ou interventions, par exemple lors de l'utilisation d'un laser [73, 74], du traitement de lésions du col de l'utérus [48] ou de condylomes [73], le recours à un dispositif dédié à l'aspiration des fumées chirurgicales semble plus fréquent. Les pratiques quant aux types de masque à privilégier pour la protection respiratoire sont également dépendantes du type d'intervention. Certaines limites, questionnant la représentativité des groupes de professionnels ayant participé aux enquêtes doivent cependant être considérées. Ainsi, le taux de participation aux enquêtes n'était pas rapporté dans la majorité des études [51, 73-75] et faible (32 %) dans une étude [76]. Le recrutement de volontaires plutôt que la sollicitation de l'ensemble de la population ciblée peut également mener à la constitution d'un échantillon peu représentatif de la population visée [72-74, 78, 79]. De plus, les pratiques en place peuvent également être influencées par des politiques ou lignes directrices différentes dans les pays ou les établissements où se sont déroulés les études, ce qui limite la généralisation à d'autres contextes. L'utilisation des différents moyens pour l'aspiration des fumées chirurgicales peut également être dépendante de leur disponibilité, qui n'est pas toujours rapportée dans les publications.

5.4 Enquête de pratiques au CHU de Québec

5.4.1 Blocs opératoires

Les pratiques préventives en place pour diminuer le risque d'exposition aux fumées chirurgicales dans les blocs opératoires du CHU de Québec ont été recensées à l'aide d'un questionnaire, complété entre le 19 avril et le 28 juin 2021, par 9 des 14 (64 %) chefs de service de différentes spécialités chirurgicales sollicités dans le cadre de l'enquête. Trois des cinq coordonnateurs de bloc opératoire (HSFA, CHUL et HSS) ont également participé à l'enquête par questionnaire, entre le 7 avril et le 13 mai 2021.

Identification des principales interventions générant des fumées chirurgicales

Selon les répondants à l'enquête, les interventions qui seraient les plus à risque d'exposer le personnel aux fumées chirurgicales lors de procédures au bloc opératoire qui impliquent une méthode d'électrocautérisation seraient les suivantes :

- Obstétrique : césariennes;
- Chirurgies gynécologiques (incluant l'oncologie) : chirurgies ouvertes (p. ex. : hystérectomies abdominales), laparoscopies avec utilisation d'une pince bipolaire;
- Chirurgies vasculaires ouvertes;

- Chirurgies orthopédiques générales ouvertes et endoscopiques (p. ex. : prothèses de genoux, hanches, épaules);
- Chirurgies urologiques : chirurgies ouvertes et scrotales, cures de spermatocèle, hydrocèles, procédures de Nesbit, néphrectomies ouvertes et endoscopiques;
- Chirurgies digestives et générales : chirurgies abdominales, résections intestinales, cures de hernie abdominale, sinus pilonidaux
- Chirurgies ORL : adénoïdectomies, amygdalectomies;
- Chirurgies plastiques : gynécomasties, interventions pour une fasciite nécrosante, réductions mammaires et mastectomies et chirurgies plastiques de l'abdomen.

Les lasers sont utilisés en chirurgie plastique à l'HEJ, pour des chirurgies endoscopiques (p.ex. : larynx), des chirurgies de l'oreille externe et nasales en ORL à l'HSS ou en urologie et en gynéco-oncologie à L'HDQ. Toutefois, selon les répondants, ces interventions ne sont pas susceptibles de produire une grande quantité de fumées, sauf pour le traitement de condylomes. En ORL, le laser est utilisé pour l'exérèse de tumeurs endolaryngées et endobronchiques ainsi que pour les chirurgies nasales. Le recours au laser pour la fragmentation de lithiases urinaires ne produirait pas de fumées en urologie. En gynéco-oncologie le laser est utilisé pour les procédures de vaporisation du col de l'utérus, du vagin et de la vulve. La correction de cicatrices en chirurgie plastique nécessite également l'usage du laser.

L'utilisation des ultrasons a été rapportée dans trois spécialités chirurgicales, soit l'urologie, la chirurgie générale et l'obstétrique à l'HSFA. Bien que les ultrasons soient peu utilisés, les procédures par laparoscopie autres que diagnostiques, telles que les résections intestinales et les hystérectomies totales par scopie ou les évidements axillaires, ont également été décrites comme susceptibles de générer des fumées chirurgicales.

Effets indésirables

En chirurgie plastique, des épisodes de toux, d'irritation de la gorge et de fatigue reliés à l'exposition aux fumées chirurgicales ont été rapportés. Aucun effet indésirable n'a été observé par les répondants des autres spécialités chirurgicales.

Aspiration des fumées chirurgicales

La fréquence d'utilisation des dispositifs pour l'aspiration des fumées dans les différentes spécialités chirurgicales est rapportée au tableau 24. À l'exception de l'obstétrique au CHUL où peu d'interventions impliquant un électrocautère sont effectuées, l'utilisation de l'un ou l'autre des dispositifs pour l'aspiration des fumées (suction murale, cautère avec aspiration intégrée ou unité mobile) a été rapportée lors de procédures en électrochirurgie. En chirurgie vasculaire, la suction murale est la seule méthode parfois utilisée pour l'aspiration des fumées chirurgicales. Les autres systèmes d'aspiration seraient peu utilisés dans cette spécialité, les dispositifs intégrés étant jugés peu ergonomiques, les unités mobiles bruyantes et la ventilation de la salle souvent suffisante. En gynéco-oncologie, une unité mobile d'aspiration est parfois utilisée pour les interventions en électrochirurgie et toujours lors de celles impliquant le laser. En ORL, la suction murale est souvent utilisée avec l'électrochirurgie et toujours avec les lasers, alors que les dispositifs mobiles d'aspiration sont parfois employés en électrochirurgie, en raison de leur indisponibilité ou de la nuisance sonore causée par l'appareil. En urologie, la suction murale est toujours ou souvent employée en électrochirurgie et avec le laser ou les ultrasons, en raison de l'indisponibilité des dispositifs mobiles d'aspiration. En chirurgie plastique, les dispositifs mobiles sont toujours utilisés pour l'aspiration des fumées et parfois la suction murale. En gynéco-obstétrique à l'HSFA, la suction murale et les dispositifs mobiles d'aspiration sont souvent ou toujours utilisés, et ce, lors de procédures impliquant l'électrochirurgie, le laser ou les ultrasons, bien que le bruit limite l'usage d'une unité mobile. En orthopédie, la suction murale et les dispositifs avec aspiration intégrée sont utilisés, mais pas les unités mobiles d'aspiration. Selon le répondant, la suction murale et les EPI sont jugés suffisants comme moyens de protection. De plus, les instruments chirurgicaux munis d'un système d'aspiration des fumées chirurgicales ne sont pas toujours adaptés aux techniques chirurgicales en orthopédie et ils pourraient être nuisibles à l'exécution d'une technique sécuritaire. Enfin, en chirurgie générale, la suction murale est toujours utilisée en électrochirurgie et lors d'interventions avec des ultrasons. Les dispositifs avec aspiration intégrée sont souvent utilisés en électrochirurgie et parfois les unités mobiles d'aspiration avec les ultrasons. Les raisons rapportées pour expliquer cette pratique sont l'indisponibilité des dispositifs mobiles et les habitudes locales.

Parmi les spécialités chirurgicales qui réalisent leurs activités dans plus d'un hôpital du CHU de Québec, les pratiques pour l'aspiration des fumées ont été décrites comme similaires, à l'exception de celles réalisées en chirurgie générale qui seraient variables selon les sites. Dans l'ensemble des spécialités chirurgicales qui les utilisent, la décision d'aspirer les fumées chirurgicales à l'aide d'un dispositif mobile est prise par le chirurgien (gynéco-oncologie, chirurgie générale), partagée par l'équipe chirurgicale (chirurgie plastique, orthopédie, ORL) ou encore déterminée par le type de chirurgie (gynéco-obstétrique à l'HSFA).

TABEAU 24. DESCRIPTION DE L'UTILISATION DES SYSTÈMES D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES (SUCCION MURALE, CAUTÈRE AVEC ASPIRATION, UNITÉ MOBILE) ET DES INTERVENTIONS GÉNÉRANT DE LA FUMÉE DANS LES BLOCS OPÉRATOIRES DU CHU DE QUÉBEC SELON LES RÉPONDANTS À L'ENQUÊTE

Spécialité chirurgicale (site de pratique)	Dispositifs d'aspiration utilisés			Interventions générant de la fumée
	Succion murale	Cautère avec aspiration	Unité mobile	
Électrochirurgie				
Obstétrique (CHUL)	-	-	-	Césariennes
Gynéco-oncologie (L'HDQ)	-	-	+	Toutes chirurgies
Chirurgie vasculaire (HSFA, L'HDQ)	+	-	-	La plupart des chirurgies
ORL (L'HDQ, CHUL, HEJ, HSS)	++	+	+	Adénoïdectomies, amygdalectomies
Urologie (L'HDQ, CHUL, HSFA)	++	-	-	Chirurgies ouvertes abdominales et scrotales
Chirurgie plastique (HEJ, HSS)	+	+++	+++	Toutes chirurgies sauf la main
Gynéco-obstétrique (HSFA)	++	+++	++	Césariennes et chirurgies gynécologiques par laparoscopie (avec pince bipolaire)
Orthopédie (HEJ, L'HDQ, CHUL, HSFA)	+++	++	-	Toutes sauf interventions percutanées et par arthroscopie
Chirurgie générale	+++	++	NR	Cures de hernie incisionnelle, toutes les chirurgies abdominales
Lasers				
Urologie (L'HDQ, CHUL, HSFA)	+++	+	-	Chirurgies cervicales, endoscopiques (larynx surtout), de l'oreille externe et nasales
ORL (L'HDQ, CHUL, HEJ, HSS)	++	-	-	Exérèses de tumeurs endolaryngées et endo-bronchiques et chirurgies nasales
Gynéco-oncologie (L'HDQ)	-	-	+++	Vaporisations col utérus, vagin et vulve
Chirurgie plastique (HEJ, HSS)	NR	NR	NR	Corrections de cicatrices
Ultrasons				
Urologie (L'HDQ, CHUL, HSFA)	+++	-	-	Laparoscopies
Obstétrique (HSFA)	++	++	++	Hystérectomies par laparoscopies
Chirurgie générale	+++	-	+	Chirurgies coliques laparoscopiques

L'HDQ : L'Hôtel-Dieu de Québec, HSFA : Hôpital Saint-François d'Assise, HEJ : Hôpital de l'Enfant-Jésus, HSS : Hôpital du Saint-Sacrement, ORL : otorhinolaryngologie, chx : chirurgies
 - : jamais, + : parfois, ++ : souvent, +++ : toujours

Protection respiratoire (port du masque N95)

Les chefs de service des différentes spécialités chirurgicales et les coordonnateurs ont été questionnés à savoir si un masque N95 était porté dans certaines situations cliniques lors d'interventions générant de la fumée. Cette pratique a été

rapportée en cas d'infection par le virus respiratoire syncytial confirmée en ORL et lors d'utilisation de lasers en présence du VPH en gynéco-oncologie. Dans ces situations, le chirurgien et les infirmières en ORL et tout le personnel de la salle d'opération en gynéco-oncologie portent un masque N95.

Mesures organisationnelles

Les mesures en place pour la prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales selon les trois coordonnateurs de blocs opératoires ayant participé à l'enquête sont présentées au tableau 25. Le retrait préventif des femmes enceintes est implanté dans les trois blocs opératoires sondés. Les autres mesures sont utilisées dans un seul site, soit le retrait préventif pour une condition médicale particulière, la rotation du personnel et la formation du personnel à la prévention à l'HSFA ou le temps d'attente entre deux cas pour la ventilation de la salle au CHUL.

TABEAU 25. MESURES ORGANISATIONNELLES POUR LA PRÉVENTION DE L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES EN PLACE DANS LES BLOCS OPÉRATOIRES DU CHU DE QUÉBEC SELON LES RÉPONDANTS À L'ENQUÊTE

Mesures	HSFA	CHUL	HSS
Retrait préventif (femmes enceintes)	X	X	X
Retrait préventif pour condition médicale particulière	X		
Rotation du personnel	X		
Temps d'attente entre deux cas pour ventilation de la salle		X	
Formation du personnel à la prévention	X		
Surveillance médicale préventive			
Registre de l'utilisation d'outils générant de la fumée			
Autre : vaccin VPH administré au personnel médical en gynécologie		X	

HSFA : Hôpital Saint-François d'Assise, HSS : Hôpital Saint-Sacrement, VPH : virus du papillome humain

Améliorations des pratiques suggérées

Différentes modifications aux pratiques ont été avancées par les répondants de l'enquête. Il a été proposé par des coordonnateurs de blocs opératoires (HSS, HSFA) de même qu'en chirurgie plastique et en ORL, que les dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales soient toujours utilisés ou obligatoires. D'autres ont mentionné que la gestion du risque devrait être standardisée (chirurgie générale) ou que la disponibilité des dispositifs (ORL, urologie) et de la diversité des instruments avec aspiration intégrée soient accrues (ORL). Enfin, des répondants ont rapporté qu'une augmentation de la puissance de succion des unités mobiles et une réduction du bruit des dispositifs seraient souhaitables (ORL, gynéco-oncologie.) Au CHUL, des demandes ont été faites au service de santé pour que le personnel infirmier réalisant des traitements pour les condylomes puisse recevoir le vaccin contre le VPH.

5.4.2 Cliniques externes

Les 10 chefs d'unité ou gestionnaires responsables de cliniques externes (15 secteurs d'activités) de la Direction ophtalmologie et services ambulatoires spécialisés (DOSAS) ont participé à l'enquête sur les pratiques relatives aux fumées chirurgicales entre 1^{er} et le 7 avril 2021. Les principaux résultats sont présentés au tableau 26, selon les différents secteurs d'activités.

Identification des principales interventions générant des fumées chirurgicales

Selon les répondants à l'enquête, les interventions qui seraient les plus à risque d'exposer le personnel aux fumées chirurgicales en cliniques externes sont les suivantes :

- Chirurgies mineures : p. ex. : biopsie, exérèse des lésions de la peau, exérèse de polype, cautérisation de petites plaies, blépharoplastie, chirurgie de la surface oculaire, reconstruction après une chirurgie de Mohs²;

² Chirurgie utilisée pour traiter certains cancers de peau (dont les basocellulaires et les spinocellulaires) durant laquelle chaque couche du cancer est retirée et analysée au microscope par le chirurgien, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de trace de cancer

- Traitement de condylomes, dysplasies, anse diathermique en colposcopie;
- Traitement par laser d'hémangiomes, angiomes plans, angiomes stellaires, dermatoses inflammatoires et cicatrices.

Des instruments électrochirurgicaux seraient utilisés dans tous les secteurs ou cliniques externes, à l'exception de la clinique des soins ambulatoires au CHUL. Des interventions impliquant l'usage des lasers sont réalisées à la clinique des soins ambulatoires du CHUL, en dermatologie et au Centre universitaire d'ophtalmologie (CUO) de l'HSS et des ultrasons uniquement au CUO (tableau 26). L'utilisation de lasers et d'ultrasons en ophtalmologie notamment pour la visualisation des segments antérieurs et postérieurs de l'œil, ne générerait pas de fumées.

Aspiration des fumées chirurgicales

Un système d'aspiration des fumées (suction murale, cautère avec aspiration intégrée ou unité mobile) est utilisé dans six cliniques externes lors de certaines procédures avec électrocautérisation (tableau 26). Dans plusieurs milieux comme par exemple les cliniques externes au CHUL, à L'HDQ et les cliniques de dermatologie au CHUL, à l'HEJ et à l'HSS, aucun système d'aspiration des fumées n'est disponible lors de procédures impliquant l'usage de l'électrocautère incluant le traitement de condylomes. Des dispositifs d'aspiration intégrés à l'électrocautère sont utilisés à la clinique externe spécialisée de l'HSFA, en gynécologie et en ORL au CHUL ainsi qu'au CUO à l'HSS. La suction murale est utilisée en ORL au CHUL et à l'HSS ainsi qu'en gastroentérologie à l'HSS pour certaines procédures avec électrocautérisation. La suction murale est également utilisée en dermatologie à l'HSS pour les interventions qui requièrent le laser.

TABEAU 26. DESCRIPTION DE L'UTILISATION DES SYSTÈMES D'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES (SUCCION MURALE, CAUTÈRE AVEC ASPIRATION, UNITÉ MOBILE) ET DES INTERVENTIONS GÉNÉRANT DE LA FUMÉE DANS LES CLINIQUES EXTERNES DU CHU DE QUÉBEC SELON LES RÉPONDANTS À L'ENQUÊTE

Cliniques	Dispositifs d'aspiration utilisés			Interventions générant de la fumée
	Succion murale	Cautère avec aspiration	Unité mobile	
Électrochirurgie				
Consultations externes (L'HDQ)	-	-	-	Chirurgies mineures, biopsies, condylomes
Cliniques externes spécialisés (HSFA)	-	+	-	Gynécologie, cystoscopie, ORL, chirurgie, endoscopie
Soins ambulatoires (CHUL)	-	-	-	Aucune (non utilisée)
Dermatologie (CHUL)	-	-	-	Exérèses des lésions de la peau
Gynécologie (CHUL)	-	+++	+++	Anses diathermiques en colposcopie
ORL (CHUL)	+++	+++	-	Cautérisations nasales
Cliniques externes (CHUL)	-	-	-	Cautérisations petites plaies, traitements de condylomes
Chirurgies mineures (HEJ)	-	-	-	Contrôle de saignements, coupe de tissus
Chirurgie buccale (HEJ)	-	-	-	Contrôle de saignements
Dermatologie (HEJ)	-	-	-	Biopsies, saignements, brûlures, lésions pré-cancéreuses + condylomes
ORL (HEJ)	-	-	-	Saignements et mini-chirurgies
Dermatologie (HSS)	-	-	-	Cautérisation, kératoses actiniques, acrochordons, lésions cancéreuses
ORL (HSS)	++	-	-	Cautérisation de saignements
Gastroentérologie (HSS)	++	-	-	Cautérisation, exérèse de polypes
CUO (HSS)	-	+++	-	Cautérisation chx mineures (blépharoplastie, biopsies, chx surface oculaire)
Lasers				
Soins ambulatoires (CHUL)	-	-	-	Dermatologie, tx hémangiomes, taches de vin, etc.
Dermatologie (HSS)	+	-	-	Tx angiomes, hémangiomes, dermatoses inflammatoires, cicatrices
CUO (HSS)	-	+	-	NR
Ultrasons				
CUO (HSS)	-	-	-	Visualisation segments antérieurs et postérieurs de l'œil

CHUL : Centre hospitalier de l'Université Laval, L'HDQ : L'Hôtel-Dieu de Québec, HSFA : Hôpital Saint-François d'Assise, HEJ : Hôpital de l'Enfant-Jésus, HSS : Hôpital du Saint-Sacrement, ORL : otorhinolaryngologie, CUO : centre universitaire d'ophtalmologie, chx : chirurgie, tx : traitement, NR : non rapporté, - : jamais, + : parfois, ++ : souvent, +++ : toujours

Protection respiratoire et oculaire

Lors de la réalisation d'interventions à l'aide d'outils électrochirurgicaux, un masque de procédure standard est porté dans tous les secteurs qui utilisent ces instruments, sauf en dermatologie et en gynécologie au CHUL où aucun masque n'est porté. Dans les secteurs où sont réalisées des interventions avec des lasers, aucun masque (soins ambulatoires au CHUL) ou un masque de procédure standard (CUO, dermatologie à l'HSS) sont utilisés par le personnel alors qu'en chirurgie mineure à l'HEJ, des masques chirurgicaux sont portés. Les situations cliniques nécessitant le port d'un masque N95 qui ont été rapportées sont les traitements de condylomes en dermatologie (au CHUL à l'HSS et à l'HEJ, consultations externes à L'HDQ et chirurgies mineures à l'HEJ) ou en gastroentérologie (HSS). En gynécologie au CHUL, certains médecins portent

un masque N95 pour les résections à l'anse diathermique (procédures LEEP) en colposcopie alors que d'autres ne les utilisent pas. Dans ces interventions, le chirurgien et le personnel de soins portent ce type de masque.

Des lunettes de protection sont portées pour toutes les interventions avec des lasers (soins ambulatoires au CHUL, dermatologie et CUO à l'HSS) ou des ultrasons en ophtalmologie (CUO) de même que dans certains secteurs lors de l'utilisation d'instruments électrochirurgicaux à l'HEJ (chirurgie buccale, dermatologie, ORL), au CHUL (ORL) et à l'HSS (gastroentérologie).

Mesures organisationnelles

Le risque d'exposition aux fumées n'est pris en compte dans la programmation des interventions d'aucune clinique. Par contre, la planification des interventions générant de la fumée varient selon les cliniques. Ces interventions sont soit :

- Jamais planifiées :
 - consultations externes à L'HDQ;
 - cliniques externes spécialisées à l'HSFA;
 - dermatologie, cliniques externes et ORL au CHUL;
 - chirurgie buccale, chirurgies mineures, dermatologie et ORL à l'HEJ;
- Parfois planifiées : chirurgies mineures, dermatologie, gastroentérologie et ORL à l'HSS;
- Toujours planifiées : gynécologie et soins ambulatoires au CHUL

Les mesures organisationnelles implantées dans différents secteurs ambulatoires sont présentées au tableau 27. Le retrait préventif des femmes enceintes ou en raison d'une condition médicale particulière serait en place dans les cliniques externes de l'HSFA, la rotation du personnel aux soins ambulatoires et en gynécologie au CHUL et la formation à la prévention en dermatologie et ORL à l'HSS de même qu'aux soins ambulatoires au CHUL.

TABLEAU 27. MESURES ORGANISATIONNELLES POUR LA PRÉVENTION DE L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES EN PLACE DANS LES CLINQUES EXTERNES DU CHU DE QUÉBEC SELON LES RÉPONDANTS À L'ENQUÊTE

Mesures	implantées dans ces secteurs :
Retrait préventif (femmes enceintes)	Cliniques externes HSFA
Retrait préventif pour condition médicale particulière	Cliniques externes HSFA
Rotation du personnel	Soins ambulatoires et gynécologie CHUL
Temps d'attente entre deux cas pour ventilation de la salle	--
Formation du personnel à la prévention	Dermatologie et ORL HSS, soins ambulatoires CHUL
Surveillance médicale préventive	--
Registre de l'utilisation d'outils générant de la fumée	--

HSFA : Hôpital Saint-François d'Assise, CHUL : Centre hospitalier de l'Université Laval, HSS : Hôpital du Saint-Sacrement, ORL : otorhinolaryngologie

Améliorations des pratiques suggérées

Les répondants ont été questionnés sur les modifications qui pourraient être apportées aux pratiques pour la prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales. Il a été précisé que le personnel en consultations externes à L'HDQ a demandé l'accès à des dispositifs mobiles pour l'aspiration pour des raisons de santé. Une telle préoccupation a également été soulevée en dermatologie à l'HSS. Il a été suggéré qu'un dispositif mobile soit toujours utilisé, particulièrement lors de traitements de condylomes (clinique externes CHUL) et que des changements sont souhaités afin de diminuer les risques associés aux fumées chirurgicales (dermatologie CHUL). Enfin, les façons de faire de chaque service et des médecins de même que la diversité des appareils utilisés par ces derniers ont été soulevées, suggérant un enjeu d'harmonisation des pratiques.

5.5 Enquête de pratiques dans les autres établissements de santé universitaires au Québec

5.5.1 Blocs opératoires

Les pratiques préventives pour diminuer le risque d'exposition aux fumées chirurgicales dans les autres établissements universitaires au Québec ont été documentées à l'aide d'un questionnaire, complété par les coordonnateurs de cinq blocs opératoires (CUSM, CHUM, ICM, CIUSSS de l'Estrie-CHUS (Fleurimont et Hotel-Dieu) entre le 5 et le 25 mai 2021.

Effets indésirables de l'exposition aux fumées chirurgicales

Les effets indésirables qui ont été rapportés dans les blocs opératoires des autres établissements universitaires sont la toux (1 centre), des maux de tête (1 centre) et l'odeur (2 centres). Un répondant a aussi mentionné avoir constaté des préoccupations dans le cas d'une exposition prolongée aux fumées chirurgicales.

Utilisation des dispositifs mobiles pour l'aspiration des fumées chirurgicales

Des dispositifs mobiles pour l'aspiration des fumées chirurgicales sont disponibles dans toutes les salles d'opération des blocs opératoires des autres établissements universitaires ayant participé à l'enquête. Ces dispositifs seraient toujours (3 centres) ou souvent (2 centres) utilisés lors d'interventions générant de la fumée (tableau 28). La décision de les utiliser est partagée par l'ensemble des membres de l'équipe chirurgicale (1 centre), prise par le chirurgien (2 centres) ou standardisée en fonction du type de chirurgie (2 centres). Selon un répondant, le refus de les utiliser s'appuierait sur la décision de l'équipe médicale alors que le personnel souhaiterait les utiliser en tout temps. Les raisons invoquées par certains chirurgiens d'un autre centre pour ne pas utiliser de dispositif pour l'aspiration de la fumée sont le bruit, le danger d'aspiration des vaisseaux ou l'inconfort lors de l'utilisation de l'électrocautère.

Protection respiratoire (masque N95)

Quatre des cinq répondants ont rapporté le port du masque N95 lors d'interventions générant de la fumée dans les situations cliniques suivantes : pour tous les patients avec VPH (1 centre), pour les interventions avec des lasers de type ouvert (1 centre) ou impliquant des condylomes (1 centre) et pour les nouveaux cancers de la vulve (1 centre). Dans ces situations, le masque N95 est porté par l'infirmière (1 centre) ou tout le personnel (3 centres).

Mesures organisationnelles

Parmi les mesures organisationnelles implantées pour prévenir l'exposition aux fumées chirurgicales dans les blocs opératoires des cinq autres centres universitaires au Québec, on rapporte la formation à la prévention dans quatre et le retrait préventif des femmes enceintes dans trois. Une rotation du personnel est assurée dans deux blocs opératoires. Le respect d'un temps d'attente entre les cas de même que la tenue d'un registre sur l'utilisation des instruments générant de la fumée sont implantés dans un centre chacun. Selon un répondant, un temps d'attente entre les cas n'est pas requis dans son centre en raison du nombre élevé de changements d'air à l'heure du système de ventilation en place.

TABEAU 28. SYNTHÈSE DES PRATIQUES DE PRÉVENTION EN PLACE DANS LES BLOCS OPÉRATOIRES DES AUTRES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ UNIVERSITAIRES AU QUÉBEC SONDÉS

	Fréquence d'utilisation d'un dispositif mobile	Indications pour port du masque N95	Mesures organisationnelles en place
Centre 1	toujours	Non	Retrait préventif femmes enceintes Formation à la prévention Rotation du personnel
Centre 2	toujours	Patients avec VPH	Retrait préventif femmes enceintes Formation à la prévention
Centre 3	souvent	Lasers impliquant des condylomes	Rotation du personnel
Centre 4	souvent	Lasers	Formation à la prévention Registre utilisation des outils générant de la fumée
Centre 5	souvent	Condylomes Néo vulve lorsque laser utilisé	Retrait préventif femmes enceintes Formation à la prévention Temps d'attente

VPH : virus du papillome humain

Améliorations des pratiques suggérées

Trois des cinq répondants ont indiqué que des modifications devraient être apportées aux pratiques en cours relativement à la prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales. Ils ont suggéré de rendre obligatoire l'utilisation des dispositifs d'aspiration et que les cautères disponibles soient munis d'une gaine pour l'aspiration de la fumée (1 centre), de mettre en place une obligation législative pour assurer la protection du personnel soignant (1 centre) et de sensibiliser les chirurgiens et résidents à la problématique de l'exposition aux fumées chirurgicales (1 centre).

5.5.2. Cliniques externes

Le questionnaire visant à décrire les pratiques préventives pour diminuer le risque d'exposition aux fumées chirurgicales a été complété par les responsables des cliniques externes de trois établissements (CUSM, CHUM, CIUSSS de l'Estrie- CHUS) entre le 21 mai et le 1^{er} juin 2021.

Utilisation des dispositifs mobiles pour l'aspiration des fumées chirurgicales

Dans deux centres, les dispositifs mobiles sont toujours utilisés lors d'interventions en clinique externe générant des fumées chirurgicales alors qu'ils ne le sont jamais dans l'autre. Dans un centre, ils sont utilisés pour les résections à l'anse diathermique (procédures LEEP) et dans l'autre pour les chirurgies de Mohs, reconstructions avec lambeau, exérèses de lésions et parfois pour la chirurgie du tunnel carpien. Les raisons rapportées dans le centre qui ne les utilisent pas sont une ventilation suffisante de la salle et l'indisponibilité du dispositif.

Protection respiratoire (masque N95)

Dans un centre, un masque N95 est porté par l'infirmière et le médecin lors de résections à l'anse diathermique alors qu'aucune situation clinique nécessitant ce type de protection n'a été rapportée dans les deux autres centres.

5.6 Inventaire des dispositifs mobiles et estimation des coûts associés à l'aspiration des fumées chirurgicales au CHU de Québec

5.6.1 Inventaire des dispositifs mobiles pour l'aspiration des fumées chirurgicales

Le nombre d'unités mobiles pour l'aspiration des fumées chirurgicales disponibles au CHU de Québec en 2019-2020 et en 2020-2021 est présenté au tableau 29. Au total, 61 dispositifs mobiles étaient utilisés en 2020-2021 pour les 53 salles opératoires en activité soit 9 salles au CHUL, 14 à l'HEJ, 12 à l'HSFA, 7 à l'HSS et 9 à L'HDQ. Dans les cliniques externes du CHU de Québec, 16 dispositifs mobiles sont actuellement disponibles dont 8 à L'HDQ. Le nombre de dispositifs aux blocs opératoires de l'HEJ, l'HSFA et L'HDQ a été augmenté au cours de la dernière année dans le contexte de la pandémie COVID-19 alors qu'il est demeuré le même dans les secteurs ambulatoires. En 2020-2021, 44 des 77 (57 %) dispositifs mobiles sont des modèles VisiClear®, en emprunt de la compagnie (Buffalo Filter).

TABLEAU 29. NOMBRE D'UNITÉS MOBILES POUR L'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES DISPONIBLES AU CHU DE QUÉBEC DANS LES BLOCS OPÉRATOIRES ET LES CLINIQUES EXTERNES PAR HÔPITAL POUR LES ANNÉES FINANCIÈRES 2019 À 2021

	Nombre d'unités mobiles			
	Blocs opératoires		Cliniques externes	
	2019-2020	2020-2021	2019-2020 et 2020-2021	Clinique ou secteur (n)
CHUL	11	11	2	Endoscopie en gynécologie
VisiClear®	(9)	(9)	(0)	(2)
Autres modèles	(2)	(2)	(2)	
HEJ	2	16	(2)	Grands brûlés (2)
VisiClear®	(0)	(14)	0	
Autres modèles	(2)	(2)	(2)	
HSFA	4	15	1	Endoscopie en gynécologie
VisiClear®	(0)	(11)	(1)	(1)
Autres modèles	(4)	(4)		
HSS	4	4	3	Consultations externes en
VisiClear®	(0)	(0)	(0)	ophtalmologie (1)
Autres modèles	(4)	(4)	(3)	Pathologie (2)
L'HDQ	8	15	8	Oncologie chirurgicale (3)
VisiClear®	(8)	(15)	(8)	Consultations externes
Autres modèles	(0)	(0)	(0)	(chirurgies de Mohs) (5)
Total	29	61	16	

Source : Service des technologies biomédicales du CHU de Québec

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

5.6.2 Estimation des coûts associés à l'aspiration des fumées chirurgicales

Les coûts associés à l'utilisation des électrocautères, filtres et tubulures pour l'aspiration des fumées chirurgicales aux blocs opératoires du CHU de Québec en 2020-2021 sont présentés au tableau 30. Le montant total attribuable aux fournitures à usage unique pour l'aspiration des fumées chirurgicales pour l'année 2020-2021 est estimé à 172 929 \$. Toutefois, il est possible que la nomenclature des fournitures ne soit pas exhaustive en raison de la difficulté à recenser l'ensemble des produits rattachés à l'aspiration des fumées et du fait que certains produits peuvent être utilisés à la fois avec la succion murale et les dispositifs mobiles.

Les coûts ont été estimés à partir du modèle d'unité mobile d'aspiration des fumées la plus couramment utilisée au CHU de Québec. Ainsi, le coût unitaire des électrocautères avec aspiration intégrée varie de 18 \$ à 30,72 \$. Le coût relié aux filtres et aux pièges à liquide requis pour les unités mobiles VisiClear® s'élevait à 7 650 \$ pour l'année 2020-2021. Considérant

l'utilisation de 1988 électrocautères Visiclear®, ce coût serait d'environ 4 \$ par intervention. Ainsi, si on prend en compte le coût unitaire d'un cautère non télescopique Visiclear® avec aspiration intégrée (18,33 \$), le coût total lors d'une chirurgie ouverte est estimé à 22 \$. En excluant le coût moyen d'un cautère standard, sans aspiration de la fumée (3,02 \$), le coût moyen excédentaire pour l'aspiration de la fumée à l'aide d'un cautère avec aspiration intégrée est estimé à environ 19 \$. Ce coût serait de 22,50 \$ avec l'usage d'un électrocautère télescopique à 21,83 \$.

Le coût unitaire pour l'aspiration des fumées chirurgicales pour une intervention par voie laparoscopique repose sur l'utilisation d'une tubulure à usage unique dont la plus fréquemment utilisée est à 14 \$.

TABEAU 30. FRÉQUENCE DE CONSOMMATION ET COÛT DES FOURNITURES POUR L'ASPIRATION DES FUMÉES CHIRURGICALES AUX BLOCS OPÉRATOIRES DU CHU DE QUÉBEC PAR HÔPITAL POUR L'ANNÉE FINANCIÈRE 2020-2021

Fournitures	Coût unitaire (\$)	Nombres utilisés en 2020-2021						Coûts (\$)
		HSFA	L'HDQ	CHUL	HEJ	HSS	Total	
Électrocautères avec aspiration de fumées								
Électrocautère télescopique¹ Plume Pen® Ultra	21,83	360	420	325	-	-	1 105	24 122
Électrocautère télescopique pivotant 360°¹ PlumePenElite®	21,83	43	320	120	-	-	483	10 544
Électrocautère non télescopique pivotant¹ 360° SlimSmoke Pencil ®¹	18,33	300	100	-	-	-	400	7 332
Sous-total¹		703	840	445	-	-	1 988	41 998
Électrocautère cautère télescopique	23	-	260	-	240		500	11 500
Électrocautère cautère non télescopique	18		484				484	8 712
Électrocautère pour chirurgie du sein	30,72					2057	2 057	63 191
Sous-total électrocautères		703	1584	445	240	2057	5029	125 401
Autres fournitures utilisées en chirurgies ouvertes								
Filtre tout-en-un¹	150		16	8	-	-	24	3 600
Piège à liquide¹	5	100	150	560	-	-	810	4 050
Filtre ULPA	10	-	-	36	36	27	99	990
Filtre charbon	50					6	6	300
Tubulure avec filtre	20			1 060			1 060	21 200
Tubulure aspiration	12,10					100		1 210
Sous-total autres fournitures		100		1 096	36	133	1 165	31 350
Fournitures utilisés en laparoscopie								
Filtre pour laparoscopie	36,05				50		50	1 802
Tubulure scopie	20	-	240				240	4 800
Tubulure scopie	14	192	132	168	-		684	9 576
Sous-total		192	374	168	50		754	16 178
Total								172 929

¹ compatible avec l'unité mobile VisiClear®

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

6. DISCUSSION

Le présent rapport visait à déterminer si les mesures en place au CHU de Québec pour la gestion du risque d'exposition aux fumées chirurgicales au bloc opératoire et en clinique externe devraient être modifiées. Dans ce contexte, les données relatives aux atteintes à la santé, aux normes et recommandations, à l'efficacité des dispositifs d'aspiration et aux pratiques de prévention au bloc opératoire et en clinique externe ont été révisées. L'analyse et l'appréciation des données issues de la recherche documentaire, des enquêtes réalisées au CHU de Québec et auprès d'autres établissements universitaires de même que les échanges avec les membres du groupe de travail ont mené aux constats suivants.

6.1 Les effets de l'exposition aux fumées chirurgicales sur la santé : une relation de causalité qui demeure incertaine

Il est maintenant bien établi que l'utilisation d'instruments électrochirurgicaux, de lasers ou d'ultrasons est une source d'émission de particules aériennes, de constituants biologiques et de composés chimiques et organiques dont certains sont reconnus pour leurs propriétés irritantes ou cancérogènes [1, 3, 4, 37]. L'analyse approfondie de l'exposition du personnel soignant aux fumées chirurgicales n'a pas été réalisée dans le cadre du présent rapport d'évaluation puisque l'objectif était d'évaluer plus spécifiquement le lien entre l'exposition à ce type de fumées et la survenue de différents symptômes et maladies. Rappelons toutefois que de nombreux facteurs peuvent influencer la quantité et la composition des fumées émises lors de procédures chirurgicales complexifiant la caractérisation de l'exposition et l'évaluation des risques associés, tels que le type et l'intensité de l'instrument, la durée d'utilisation, le site opératoire et les tissus cautérisés, la ventilation de la salle, l'aspiration à la source des fumées et les moyens de protection individuelle. Selon les données relevées lors de la précédente publication de l'UETMIS [3] et les résultats d'études récentes sur le sujet [3, 80, 81], le niveau d'exposition aux composés chimiques identifiés dans les fumées chirurgicales serait variable selon le contexte de soins, mais généralement faible et inférieur aux seuils admissibles ou réglementaires établis pour les milieux de travail. Néanmoins, selon le Règlement sur la santé et la sécurité du travail québécois, l'exposition aux substances ayant un effet cancérogène démontré ou soupçonné chez l'humain doit être réduite au minimum, même lorsqu'elle demeure à l'intérieur des normes prévues (annexe 1).

Dans le cadre du présent rapport, dix publications incluant une large étude de cohorte prospective [47], deux études sur l'infection au VPH [48, 49], six études transversales [51-56] et une étude de cas [50] traitant des effets sur la santé de l'exposition aux fumées chirurgicales ont été retenues pour l'analyse. Dans l'étude de cohorte, aucune association n'a été observée entre l'exposition aux fumées chirurgicales et le risque de cancer du poumon. En effet, selon les résultats provenant de l'étude *The Nurses' Health Study* menée chez plus de 85 000 infirmières suivies pendant 16 ans, les infirmières travaillant au bloc opératoire n'avaient pas un risque de cancer du poumon accru comparativement à celles qui travaillaient dans d'autres secteurs hospitaliers [47]. Un effet protecteur a même été rapporté chez les infirmières ayant travaillé plus de 15 ans au bloc opératoire, probablement en lien avec un effet du travailleur en bonne santé. Dans les études sur le VPH menées auprès de gynécologues, aucun cas de maladie ou cancer n'a été observé malgré la mise en évidence d'une infection transitoire des cellules épithéliales nasales chez des gynécologues réalisant des procédures d'électrochirurgie [48, 49]. Mentionnons que dans une de ces études, la présence d'ADN du VPH a été observée uniquement chez des gynécologues qui ne portaient pas de masque N95 [48]. De plus, peu d'entre eux utilisaient un dispositif dédié pour l'aspiration des fumées chirurgicales. Une publication rapportant deux cas de cancer oropharyngé chez des gynécologues ayant été exposés de nombreuses années à de la fumée chirurgicale dans le contexte du traitement de lésions du col de l'utérus par laser ou diathermie a été à l'origine d'une prise de conscience quant à la possibilité de transmission du VPH [50]. Un lien de causalité direct ne peut toutefois être formellement établi, l'identification d'une transmission professionnelle par une exposition à la fumée chirurgicale étant également dépendante des autres facteurs de risque connus du VPH [82]. Bien qu'une association ait été documentée sur des modèles animaux, le risque d'infection par le VPH via l'exposition aux fumées chirurgicales demeure controversé chez l'humain [25, 82]. Ainsi, les données épidémiologiques relatives aux effets cancérogènes des fumées chirurgicales sont peu nombreuses et plusieurs limites sont à considérer, notamment les méthodes de mesures de l'exposition, la durée du suivi et la prise en compte des facteurs de confusion. Les cancers prennent plusieurs années à se développer et il est souvent difficile de conclure à une relation de cause à effet entre une exposition professionnelle à plusieurs substances et la survenue d'un cancer.

Les six études transversales portaient plus particulièrement sur l'identification de symptômes rapportés par le personnel des blocs opératoires exposé aux fumées chirurgicales [51-56]. Les résultats de ces études suggèrent entre autres la présence de céphalées, de toux, d'irritation oculaire ou de rhinite chez des membres du personnel soignant des blocs opératoires.

Cependant, le lien de causalité avec l'exposition aux fumées chirurgicales demeure incertain principalement en raison de la faible qualité des données disponibles (devis transversal généralement sans groupe de comparaison, petite taille des échantillons, absence fréquente de mesures d'exposition individuelle et manque de données sur les facteurs de confusion potentiels). À noter que dans les enquêtes de pratique menées dans le cadre de ce rapport d'évaluation, la présence de symptômes (toux, irritation de la gorge, céphalées et fatigue) et de gêne reliée à l'odeur a également été rapportée. Plusieurs répondants ont également fait part des préoccupations du personnel quant aux effets sur la santé d'une exposition prolongée aux fumées chirurgicales. Bien que non évalué dans le cadre de ce rapport, la fumée chirurgicale pourrait aussi avoir un impact sur l'expérience patient lors d'une intervention chirurgicale sans anesthésie générale, comme cela a été décrit lors de chirurgies de Mohs [83].

En somme, les données disponibles suggèrent que l'exposition à la fumée chirurgicale représente un risque potentiel, probablement faible en raison des concentrations peu élevées des contaminants identifiés, mais non avéré d'effets sur la santé pour le personnel hospitalier exposé. Des études avec une plus longue durée de suivi, une meilleure caractérisation de l'exposition et un contrôle adéquat des facteurs de confusion seraient nécessaires pour porter un jugement plus formel sur le lien de causalité entre les fumées chirurgicales et les différents problèmes de santé observés. En raison de l'incertitude qui persiste et de la faible qualité des données, il est prudent de s'en remettre au principe de précaution dans l'application des mesures de contrôle de l'exposition aux fumées chirurgicales. L'exposition à des composés cancérigènes étant particulièrement un enjeu de santé au travail, il est souhaitable de réduire l'exposition à des niveaux de concentration les plus bas possibles (selon le principe ALARA (« *as low as reasonably achievable* » ou « aussi bas que raisonnablement possible »)).

6.2 L'aspiration des fumées chirurgicales : une méthode efficace et sécuritaire pour réduire la concentration des contaminants dans l'air

Selon la norme CSA en vigueur, un système de captation, de filtration et d'évacuation de la fumée chirurgicale au point d'utilisation devrait être installé dans les emplacements où une importante contamination pourrait provenir d'une seule source [42]. À cela s'ajoute des normes de ventilation à respecter (nombre de changements d'air à l'heure, apport d'air frais de l'extérieur) dans les salles d'opération, de chirurgies mineures, d'endoscopie ou d'examen (voir section 2.3.2). Différents dispositifs dédiés à l'aspiration des fumées chirurgicales ont été développés au cours des dernières années incluant des unités stationnaires, des unités mobiles avec ou sans système intégré à l'électrocautère ou l'utilisation de la succion murale avec ajout d'un filtre à particules ultrafines. L'évaluation de l'efficacité de ces différents moyens d'aspirer les fumées chirurgicales repose sur les résultats de cinq études réalisées en contexte réel de soins au bloc opératoire pour des chirurgies ouvertes ou par laparoscopie [57, 63-66] et de quatre études de laboratoire avec un usage soutenu de l'électrocautère [67-70]. Dans l'ensemble de ces études, l'efficacité d'un dispositif mobile avec ou sans intégration au cautère a été évaluée dans sept études [57, 63-65, 67, 68, 70] et celle de la succion murale dans quatre [65-68]. Dans la majorité des cas, quel que soit le système d'aspiration utilisé, une diminution de la concentration de particules en suspension dans l'air a été observée [57, 65, 68]. Les résultats des études dans lesquelles la composition chimique des fumées chirurgicales a été évaluée suggèrent également que l'aspiration des fumées permet de réduire la concentration des COV [68], notamment celle du toluène, du xylène, du chlorure de méthylène [65], du formaldéhyde [63, 65] et du benzène [67]. Pour d'autres COV, les résultats s'avèrent plus complexes à interpréter, d'une part parce que certaines substances étaient indétectables dans plusieurs échantillons et, d'autre part en raison des concentrations mesurées qui étaient de beaucoup inférieures à VEMP recommandée en milieu de travail [65, 68]. À noter que les niveaux de deux COV mesurés à la sortie du dispositif d'aspiration mobile, soit le benzène et le butadiène, étaient supérieurs aux seuils réglementaires dans une étude menée en laboratoire avec une ventilation sans flux laminaire sur des spécimens de foies et des muscles porcins [67]. Il s'agit toutefois de la seule étude suggérant de tels résultats d'exposition au-dessus des VEMP.

Bien que les résultats suggèrent que l'aspiration des fumées chirurgicales est associée à une réduction des concentrations de particules et autres contaminants générés par l'utilisation des instruments électrochirurgicaux, l'analyse de l'ensemble des études disponibles ne permet pas de déterminer la méthode d'aspiration à privilégier entre la succion murale et un dispositif mobile. Une comparaison directe de ces méthodes d'aspiration des fumées chirurgicales a été réalisée dans deux études, mais avec des résultats peu concluants [65, 66]. Dans l'ensemble, peu d'effets indésirables ont été rapportés avec l'utilisation des dispositifs mobiles pour l'aspiration des fumées chirurgicales. Il s'agissait essentiellement de dysfonctionnements liés au cautère et sans conséquence grave. Le niveau sonore élevé a été rapporté par plusieurs répondants des enquêtes comme une nuisance et un frein à l'utilisation de ces dispositifs. Sans être directement un problème de sécurité, le bruit peut nuire à la concentration ou interférer avec la communication entre les membres de l'équipe

chirurgicale [69]. Le manque de maniabilité des cautères munis d'une aspiration intégrée lors de certaines situations chirurgicales a également été rapporté par certains auteurs [73, 78] et répondants aux enquêtes de pratique.

L'analyse des études observationnelles réalisées en milieu réel de soins ou en laboratoire soulève également l'effet de différents facteurs sur l'aspiration des fumées chirurgicales qui peuvent influencer la mesure de l'efficacité des dispositifs mobiles. Selon les résultats d'une étude, un angle de coupe de 45° plutôt que de 90° permettrait de réduire plus efficacement la concentration des particules [69]. Le débit d'aspiration des unités mobiles, qui dépend du diamètre de l'orifice de la buse de captation et de la tubulure des dispositifs [5, 84], serait également un facteur à considérer dans l'aspiration des fumées pour diminuer la concentration des particules. Une tubulure avec un plus grand diamètre interne, par exemple de 3 cm (diamètre habituel de 1 cm pour les cautères avec aspiration intégrée), serait associée à une augmentation du débit d'aspiration de 5 % à 10 %, selon les résultats d'une étude comparant la performance technique de certains dispositifs [85]. La distance entre la buse de captation et la source d'émission de la fumée peut également contribuer à la capacité d'aspiration des dispositifs. Par exemple, il a été observé qu'une unité mobile permettait d'aspirer 99 % de la fumée lorsque la buse était à moins de 3 cm de la source d'émission alors que placée à 8 cm seulement 55 % de la fumée était captée [85]. Le type de ventilation de la salle, incluant le taux de changements d'air et l'apport d'air frais, où sont utilisés les dispositifs pour l'aspiration des fumées chirurgicales a aussi été documenté dans plusieurs études en raison de son influence sur les concentrations en particules et autres contaminants en circulation [57, 63-65, 69].

En somme, les résultats suggèrent que l'aspiration à la source permet de réduire l'intensité de l'exposition aux différentes substances produites par les instruments qui génèrent de la fumée. Toutefois, l'hétérogénéité des études disponibles, au regard du type de dispositifs évalués, des interventions chirurgicales réalisées ou simulées, des contaminants recherchés et des méthodes d'échantillonnage utilisées, ne permet pas de se prononcer sur un système d'aspiration à privilégier. De plus, aucune donnée sur l'efficacité des dispositifs d'aspiration à réduire l'exposition aux contaminants biologiques n'est disponible. Par ailleurs, le choix des mesures à mettre en place pour optimiser la qualité de l'air dans les salles d'opération et dans les salles de cliniques externes repose également sur l'analyse de plusieurs paramètres reliés au contexte chirurgical, aux caractéristiques de la ventilation générale, aux méthodes d'utilisation des systèmes d'aspiration ainsi qu'aux ressources matérielles et humaines disponibles. Différents éléments d'ordre plus technique (p. ex. : maniabilité, bruit, accessibilité) ou financier (p. ex. : coût du matériel à usage unique) pourraient également avoir une influence sur la prise de décision.

6.3 Prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales dans les blocs opératoires et les cliniques externes au CHU de Québec : un environnement favorable à l'amélioration des pratiques avec différents enjeux à considérer

Selon les informations recueillies dans le cadre du présent rapport d'évaluation, différentes mesures de contrôle sont actuellement en place au CHU de Québec afin de prévenir l'exposition du personnel des blocs opératoires et des cliniques externes aux fumées chirurgicales. Dans les blocs opératoires, les fumées chirurgicales, lorsque jugées en quantité significative, sont aspirées à l'aide d'un dispositif mobile avec cautère intégré ou plus fréquemment en utilisant la succion murale. Les pratiques liées à l'aspiration des fumées sont cependant variables selon la spécialité chirurgicale, le type d'intervention, les instruments de dissection, de résection ou de cautérisation utilisés ou le contexte clinique. Par exemple, en chirurgie plastique, en gynéco-obstétrique ou en orthopédie, des dispositifs avec aspiration intégrée sont plus fréquemment utilisés qu'en chirurgie vasculaire, en ORL ou en urologie. De façon générale, il n'existe pas de lignes directrices ou de directives précises pour déterminer les situations pour lesquelles un dispositif mobile d'aspiration devrait être utilisé. Il s'agit plutôt d'un processus informel de décision qui est parfois partagé avec l'équipe chirurgicale, mais s'appuie principalement sur l'avis du chirurgien en se référant à la fréquence et la durée d'utilisation anticipées de l'électrocautérisation. Une liste des interventions qui seraient les plus à risque d'exposer le personnel aux fumées chirurgicales a été recueillie dans le cadre de l'enquête réalisée (section 5.4.1), mais cette estimation demeure préliminaire en raison des limites reliées à la méthode utilisée, soit un questionnaire complété par une seule personne par spécialité chirurgicale et qui ne permet pas de hiérarchiser les interventions selon leur niveau de risque. Les besoins reliés à l'aspiration des fumées semblent rarement prévus à l'avance dans la planification chirurgicale selon les données recueillies dans l'enquête. De plus, l'indisponibilité des dispositifs mobiles au bloc opératoire a été rapportée comme un frein à leur utilisation dans certaines spécialités chirurgicales (urologie, chirurgie générale, obstétrique, ORL). À noter que dans le contexte de la pandémie de COVID-19, un élargissement de l'inventaire des évacuateurs de fumées et de cautères avec aspiration intégrée a été réalisé récemment dans les blocs opératoires de l'HEJ, de l'HSFA et de L'HDQ. En 2020-2021, plus de 60 dispositifs

mobiles étaient disponibles pour l'ensemble des cinq blocs opératoires du CHU de Québec. Le nombre de dispositifs semble être en adéquation avec le nombre de salles opératoires, à l'exception de l'HSS où le nombre de dispositifs serait inférieur. Selon les données de consommation recueillies au CHU de Québec, plus de 5 000 cautères avec aspiration intégrée auraient été utilisés au cours de la dernière année et plusieurs modèles seraient disponibles avec notamment des options télescopiques ou pivotantes. Avec un volume d'environ 50 000 chirurgies réalisées, on peut estimer qu'un dispositif d'aspiration intégré serait actuellement utilisé dans approximativement 10 % des interventions chirurgicales. La succion murale est également utilisée dans les autres chirurgies mais les données disponibles ne permettent pas d'en mesurer la fréquence. Sur le plan des infrastructures, les systèmes de ventilation des blocs opératoires respecteraient généralement les normes mais avec certaines fluctuations d'un site à l'autre en fonction des années de construction des bâtiments. Au bloc opératoire de L'HDQ par exemple, il semble difficile d'atteindre des taux élevés de changements d'air, les salles n'ayant pas l'espace requis par les nouveaux systèmes de ventilation. À noter que ce bloc opératoire sera transféré au cours des prochaines années au nouveau centre hospitalier (NCH) dans lequel il est prévu d'installer un dispositif stationnaire central dédié à l'aspiration des fumées chirurgicales pour l'ensemble des salles d'opération. En termes de protection individuelle, notons qu'un masque N95 est généralement porté par l'équipe chirurgicale en cas de risque infectieux lié au VPH ou au virus syncytial par exemple.

Pour l'ensemble des cliniques externes, une quinzaine de dispositifs mobiles sont disponibles principalement pour les interventions endoscopiques en gynécologie, aux grands brûlés, en oncologie chirurgicale et pour les chirurgies de Mohs. Selon les résultats de l'enquête, l'émission de fumées chirurgicales ne serait pas répandue dans toutes les cliniques externes et varierait selon les spécialités. Bien qu'il soit difficile à partir des résultats obtenus dans le cadre de ce rapport de bien identifier les secteurs et interventions qui seraient les plus à risque d'exposer le personnel aux fumées chirurgicales, il est possible de cibler plusieurs salles où se déroulent des interventions et des procédures qui impliquent le contrôle de saignements ou l'exérèse de lésions (section 5.4.2). Dans certaines spécialités, des répondants ont soulevé des enjeux quant à l'aspiration des fumées chirurgicales notamment en dermatologie où l'électrochirurgie ou les lasers seraient fréquemment utilisés pour le traitement de lésions cutanées ou de condylomes. Par ailleurs, la ventilation des salles des cliniques externes dans lesquelles des fumées chirurgicales sont susceptibles d'être émises est généralement assurée par des systèmes sans pression régulée, mais les données plus précises quant aux différents systèmes en place n'ont pu être recueillies. À noter que dans le contexte de la pandémie de COVID-19, l'utilisation d'unités portatives à filtration HEPA a été proposée comme mesure de remplacement pour filtrer l'air recyclé d'une pièce sans avoir à augmenter l'apport d'air frais de l'extérieur. Un masque de procédure standard est porté dans la majorité des secteurs des cliniques externes où se réalisent des interventions à l'aide d'outils électrochirurgicaux. Le port d'un masque N95 remplace parfois le masque de procédure (p. ex. : traitement de condylomes) dans certaines situations cliniques, mais les pratiques semblent variables d'un site à l'autre et d'une équipe à l'autre.

L'analyse des enquêtes de pratique publiées et de celles menées dans les autres établissements hospitaliers universitaires québécois révèle également que la fréquence d'utilisation d'un dispositif mobile pour l'aspiration des fumées chirurgicales varie selon le contexte clinique (bloc opératoire et clinique externe) [78], le type d'instrument utilisé (laser ou électrochirurgie) [74] et le type de professionnels impliqués (chirurgiens ou infirmières) [51]. L'aspiration des fumées chirurgicales semble néanmoins plus généralisée dans certaines situations cliniques comme lors de traitements de condylomes, en raison de la présence du VPH [73]. D'ailleurs, dans une enquête menée auprès de plus d'une douzaine d'établissements de santé québécois, l'utilisation d'un dispositif dédié à l'aspiration des fumées pour le traitement de condylomes était rapportée par tous les établissements à l'exception d'un [61]. Le port du masque N95 était également exigé ou recommandé dans l'ensemble de ces établissements. En dehors du contexte propre au traitement des condylomes, les résultats de plusieurs études suggèrent que la succion murale serait utilisée plus souvent que les dispositifs mobiles en pratique courante pour aspirer les fumées chirurgicales dans les blocs opératoires [73, 79]. D'ailleurs, bien que l'usage d'un dispositif mobile pour l'évacuation de grandes quantités de fumées est recommandé par les associations d'infirmières de blocs opératoires [59, 60] et des organismes réglementaires américains et canadiens [43, 58], la succion murale pourrait être suffisante pour capter de petites quantités si un filtre est placé dans le circuit d'aspiration. Les dispositifs mobiles semblent être plus souvent privilégiés pour l'aspiration des fumées en cliniques externes, notamment lors de l'usage de lasers, mais peu de données relatives à cette pratique sont disponibles [48, 73].

Plusieurs facteurs pourraient avoir une influence sur le choix des mesures de prévention ou d'atténuation à déployer pour limiter l'exposition professionnelle aux fumées chirurgicales dont la quantité de fumée produite, les besoins de visibilité du champ opératoire ou le risque de diffusion de l'odeur dans l'environnement occasionnant une gêne pour le personnel et les patients. De plus, comparativement au cautère avec aspiration intégrée qui est manipulé uniquement par le chirurgien, l'usage de la succion murale ou d'une tubulure indépendante du cautère (mode « open tubing » de l'unité mobile) nécessite

l'implication d'une autre personne pour maintenir dans le champ opératoire le dispositif, tel que souligné par le groupe de travail. La disponibilité d'une unité mobile et des cautères, les inconvénients reliés à leur usage (p. ex. : bruit, ergonomie ou diminution du champ visuel) ainsi que le degré de ventilation générale de la salle sont également à considérer. Le coût du matériel à usage unique relié à l'utilisation des unités d'aspiration mobile avec cautère intégré est aussi un facteur important pour guider la prise de décision dans le choix de la méthode d'aspiration à privilégier. Selon une estimation réalisée par l'*Emergency Care Research Institute* (ECRI) en 2019, le coût moyen annuel des consommables (filtres et cautères avec aspiration intégrée) utilisés pour l'aspiration des fumées chirurgicales avec un dispositif mobile serait de 22 000 \$US pour la réalisation de 750 interventions chirurgicales, soit 29,30 \$US par intervention. Au CHU de Québec, en 2020-2021, la consommation des cautères avec aspiration intégrée, filtres et tubulures pour l'aspiration des fumées chirurgicales aux blocs opératoires totalisait environ 170 000 \$CA, soit un coût moyen unitaire estimé à environ 20 \$CA par chirurgie relié aux consommables pour l'aspiration des fumées. Si un dispositif mobile était utilisé pour 50 000 interventions réalisées annuellement aux blocs opératoires, le coût total pourrait atteindre 1 000 000 \$CA. Les coûts associés à l'aspiration des fumées chirurgicales dans les cliniques externes sont quant à eux difficiles à estimer en raison du portait incomplet de l'utilisation des instruments électrochirurgicaux dans ce secteur d'activités.

Selon sa *Politique de gestion intégrée de la prévention, de la présence et de la qualité de vie au travail* (no 425-51), le CHU de Québec privilégie l'élimination à la source des risques et, à défaut, le port d'un équipement de protection individuelle pour assurer la protection des personnes effectuant des tâches reconnues à risque pour la santé. Toutefois, l'usage d'un système d'aspiration à la source des fumées chirurgicales ne semble pas pouvoir être systématiquement généralisé à l'ensemble des chirurgies alors que plusieurs facteurs sont à prendre en considération dans le processus de prise de décision. Des efforts ont dernièrement été réalisés au CHU de Québec pour améliorer la gestion des risques reliés aux fumées chirurgicales mais plusieurs enjeux demeurent dans les blocs opératoires et dans les cliniques externes. La réduction des variations de pratiques ne repose pas uniquement sur un accès facilité au matériel nécessaire à l'aspiration des fumées mais aussi sur la mise en place de mesures organisationnelles visant un usage pertinent des différents systèmes d'aspiration des fumées et des équipements de protection respiratoire. Tel que recommandé par plusieurs organismes [42, 58-60] et implanté dans d'autres centres, le recours à des procédures ou des lignes directrices relatives à la prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales apparaît être une avenue à explorer pour améliorer la formation et la pratique des équipes de soins des blocs opératoires et des cliniques externes dans ce domaine.

7. RECOMMANDATION

Considérant que :

- Un grand nombre de chirurgies requière l'usage d'électrocautères, de lasers ou d'ultrasons qui génèrent l'émission de fumées chirurgicales en quantité variable selon le tissu traité, la durée et l'intensité de l'appareil utilisé;
- La présence de particules et de constituants biologiques (cellules, bactéries, virus) et chimiques a été documentée dans les fumées chirurgicales;
- Les concentrations des composés organiques volatils, incluant des substances cancérigènes, rapportées dans les études recensées sur l'exposition aux fumées chirurgicales sont généralement inférieures aux seuils admissibles ou réglementaires en milieu de travail;
- Au Québec, selon le Règlement sur la santé et la sécurité du travail, l'exposition aux substances cancérigènes en milieu de travail devrait être réduite au minimum même lorsqu'elle demeure à l'intérieur des normes prévues;
- Les résultats d'une large étude de cohorte prospective chez des infirmières ne suggèrent pas que l'exposition aux fumées chirurgicales est associée à un risque accru de cancer du poumon chez celles travaillant au bloc opératoire;
- Deux cas de cancer oropharyngé positif au VPH chez des gynécologues avec de nombreuses années d'utilisation de la diathermie ou de lasers pour le traitement de lésions du col de l'utérus ont été rapportés;
- La présence d'ADN du VPH a été observée dans des échantillons nasals chez des gynécologues réalisant l'exérèse de condylomes par laser ou diathermie mais n'était plus détectable à 24 mois;
- La présence de symptômes (céphalée, toux, irritation oculaire, rhinite) chez des membres du personnel soignant des blocs opératoires exposés à la fumée chirurgicale est rapportée dans des études transversales;
- Dans l'ensemble des études qui ont porté sur l'exposition aux fumées chirurgicales et les atteintes à la santé, le lien de causalité demeure incertain en raison notamment d'une caractérisation de l'exposition généralement limitée au nombre d'années travaillées et un contrôle incomplet des facteurs de confusion;
- Les organismes et sociétés savantes recommandent divers moyens de contrôle de l'exposition aux fumées chirurgicales incluant l'aspiration des fumées, le port d'EPI et l'implantation de politiques et procédures;
- Les organismes et sociétés savantes recommandent l'utilisation d'un dispositif dédié à l'aspiration des fumées chirurgicales mais la succion murale peut être utilisée pour des procédures fermées (p. ex. laparoscopies, endoscopies) ou pour de petites quantités de fumées;
- Selon les résultats des études menées en milieu réel de soins et en laboratoire, l'aspiration à la source des fumées chirurgicales à l'aide de dispositifs dédiés ou de la succion murale munie d'un filtre est efficace et sécuritaire pour réduire les concentrations de particules et de COV dans l'air intérieur;
- Dans l'ensemble, peu d'effets indésirables ont été rapportés avec l'utilisation des dispositifs mobiles pour l'aspiration des fumées chirurgicales incluant des dysfonctionnements, des contraintes ergonomiques reliés aux cautères intégrés et une nuisance sonore;
- Selon les enquêtes publiées et celles menées au CHU de Québec et dans les autres établissements universitaires québécois, l'utilisation d'un dispositif mobile d'aspiration des fumées chirurgicales n'est pas généralisée mais varie

selon le contexte clinique (p.ex. : procédure générant de grande quantité de fumées, traitement de condylomes), le type d'instrument utilisé et le type de professionnels impliqués;

- Au CHU de Québec :
 - Plus de 50 000 chirurgies dans plus de 50 salles d'opération sont réalisées annuellement et de nombreuses chirurgies mineures sont réalisées dans les cliniques externes des cinq hôpitaux;
 - Les chirurgies réalisées dans les blocs opératoires et plusieurs cliniques externes sont une source d'émission de fumées chirurgicales mais les caractéristiques de cette exposition et les facteurs pouvant l'influencer sont peu documentés;
 - Dans les blocs opératoires, les fumées chirurgicales, lorsque jugées en quantité significative, sont aspirées à l'aide d'un cautère avec aspiration intégrée ou en utilisant la succion murale sans l'ajout de filtre;
 - En clinique externe, des préoccupations quant à l'aspiration des fumées chirurgicales ont été soulevées dans les secteurs où l'électrochirurgie ou les lasers sont fréquemment utilisés pour le traitement de lésions cutanées ou de condylomes;
 - Une standardisation des pratiques pour la prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales a été suggérée par plusieurs répondants de l'enquête;
 - La mise en place de mesures organisationnelles pour la prévention de l'exposition aux fumées chirurgicales a été rapportée (par ex. formation, rotation du personnel, temps d'attente entre les cas) dans quelques secteurs;
 - La prévention et le contrôle de l'exposition aux fumées chirurgicales incluant les méthodes d'aspiration à la source, ne sont pas encadrées par des lignes directrices formelles;
 - Le coût moyen associé à l'aspiration des fumées chirurgicales au bloc opératoire à l'aide d'un cautère avec aspiration intégrée est estimé à 20 \$ par intervention, soit un coût total annuel de 173 000 \$ qui pourrait atteindre 1 000 000 \$ en cas d'une utilisation généralisée à l'ensemble des chirurgies.

L'UETMIS recommande à la Direction chirurgie et périopératoire et à la Direction ophtalmologie et services ambulatoires spécialisés d'encadrer et de standardiser les pratiques de prévention et de contrôle de l'exposition aux fumées chirurgicales aux blocs opératoires et en cliniques externes.

L'UETMIS suggère la mise sur pied par la Direction chirurgie et périopératoire et la Direction ophtalmologie et services ambulatoires spécialisés d'un comité conjoint ayant pour mandat de développer des lignes directrices visant à décrire les mesures pertinentes de prévention et de contrôle de l'exposition aux fumées chirurgicales, incluant l'utilisation des méthodes d'aspiration. La collaboration des directions et instances suivantes est suggérée pour réaliser la démarche :

- Direction des soins infirmiers (DSI)
- Direction des services multidisciplinaires (DSM)
- Direction des services professionnels et affaires médicales (DSPAM)
- Service de prévention et mieux-être au travail (SPMT)
- Département de chirurgie, département d'anesthésiologie, département d'obstétrique et de gynécologie et service de dermatologie
- Programme de prévention et contrôle des infections

L'UETMIS suggère au comité de s'appuyer sur une analyse de la fréquence, la durée et l'intensité de l'utilisation des instruments chirurgicaux générant de la fumée aux blocs opératoires et dans les cliniques externes, dans le cadre de ces travaux qui devraient porter notamment sur les éléments suivants :

- L'identification, selon le contexte et la situation clinique, des interventions générant des fumées chirurgicales :
 - o pour lesquelles une aspiration devrait être réalisée;
 - o pour lesquelles l'usage de la succion murale est approprié incluant les modalités d'utilisation (p.ex. : filtres);
 - o nécessitant l'utilisation d'un dispositif d'aspiration dédié.
- Les modalités d'entretien et de maintenance des dispositifs mobiles d'aspiration des fumées chirurgicales;
- Les situations cliniques nécessitant un rehaussement des mesures de protection individuelle, par exemple en présence de VPH;
- L'ajout de mesures de contrôle ou d'atténuation complémentaires lors d'interventions dans des locaux avec une ventilation insuffisante, notamment en clinique externe (p. ex. temps d'attente entre deux interventions, rotation du personnel);
- La répartition des dispositifs mobiles en fonction des besoins par secteur d'activités;
- Les modalités de formation du personnel et de diffusion des lignes directrices.

Note : Des références à différents documents développés par divers établissements ou organismes afin d'encadrer les mesures de contrôle pour la prévention et le contrôle de l'exposition aux fumées chirurgicales qui pourraient fournir des pistes pour l'élaboration de ces lignes directrices sont rapportés à l'annexe 6.

8. CONCLUSION

L'objectif du présent rapport était de déterminer si le CHU de Québec devrait modifier ses pratiques pour la gestion de l'exposition aux fumées chirurgicales aux blocs opératoires et en cliniques externes. Bien que la présence de particules et de constituants biologiques et chimiques ait été documentée dans les fumées chirurgicales, les données disponibles portant sur l'évaluation des effets sur la santé associés à l'exposition aux fumées chirurgicales sont limitées. Les résultats ne suggèrent pas un risque accru de cancer du poumon associé à l'exposition aux fumées chirurgicales. La présence de différents symptômes irritatifs chez des membres du personnel soignant exposés à la fumée chirurgicale ainsi qu'un risque de contamination par de l'ADN du VPH ont été rapportés mais aucun lien de causalité ne peut être formellement établi. En raison de l'incertitude sur les associations à l'exposition aux fumées chirurgicales et de la faible qualité des données, il est prudent de s'en remettre au principe de précaution dans l'application des mesures de prévention et contrôle de l'exposition aux fumées. En plus des efforts pour limiter la production de fumées, il est important de prévoir dans ces mesures l'aspiration des fumées chirurgicales et le port d'équipement de protection individuelle, tels que recommandés par les organismes et sociétés savantes. Les résultats des études sur l'efficacité de l'aspiration à la source des fumées chirurgicales suggèrent que l'usage de dispositifs dédiés ou de la succion murale munie d'un filtre permet de réduire l'intensité de l'exposition aux particules et aux composés organiques volatils. Toutefois, l'hétérogénéité des études disponibles ne permet pas de se prononcer sur une méthode d'aspiration à privilégier. Selon les données issues de la littérature et des enquêtes de pratique, plusieurs paramètres reliés au contexte chirurgical, aux caractéristiques de la ventilation générale, aux avantages et inconvénients de chaque méthode d'aspiration ainsi qu'aux ressources financières, matérielles et humaines disponibles pourraient avoir une influence sur le choix des mesures de prévention à déployer pour limiter l'exposition professionnelle aux fumées chirurgicales. Au CHU de Québec, les pratiques liées à l'aspiration des fumées dans les blocs opératoires et les cliniques externes sont variables selon la spécialité chirurgicale, le type d'intervention ou le contexte clinique. Au cours de la dernière année, un élargissement de l'inventaire des évacuateurs de fumées et de cautères avec aspiration intégrée a été réalisé dans plusieurs blocs opératoires et des précautions additionnelles ont été mises en place. Néanmoins, des préoccupations quant à l'aspiration des fumées chirurgicales ont été soulevées dans les secteurs où l'électrochirurgie ou les lasers sont fréquemment utilisés notamment pour le traitement de lésions cutanées ou de condylomes. Les coûts des électrocautères à usage unique et des autres consommables reliés à l'usage de dispositifs d'aspiration des fumées ne sont pas négligeables et pourrait devenir considérables en cas d'utilisation généralisée à l'ensemble des chirurgies.

À la lumière des données probantes analysées, il apparaît justifier de poursuivre les efforts visant à réduire l'exposition du personnel soignant aux fumées chirurgicales et à promouvoir une utilisation judicieuse des dispositifs mobiles d'aspiration. Le développement de lignes directrices avec l'implication de l'ensemble des parties prenantes devrait permettre de mieux encadrer et standardiser les pratiques de prévention et de contrôle de l'exposition aux fumées chirurgicales dans les blocs opératoires et les cliniques externes dans une perspective de pertinence clinique, financière et organisationnelle.

ANNEXE 1. VALEURS ADMISSIBLES DES CONTAMINANTS DE L'AIR POTENTIELLEMENT PRÉSENTS DANS LES FUMÉES CHIRURGICALES SELON LA RÉGLEMENTATION NORD-AMÉRICAINE

Valeurs recommandées en ppm (mg/m ³)			
	RSST	NIOSH	OSHA
Acétonitrile			
VEMP	20	20 (34)	40 (70)
Benzène			
VEMP	1 (3)	0,1 (0,3)	1 (3)
VECD	5 (15,5)	1 (3)	5 (16)
	C1,RP, EM		
Butadiène			
VEMP	2 (4,4)	--	1 (2)
VECD	--	--	5 (10)
	C2, EM		
Éthylbenzène			
VEMP	20	100 (435)	100 (435)
VECD	--	125 (545)	--
	C3		
Formaldéhyde			
VEMP		0,016 (0,02)	0,75 (1)
VECD	C2, EM, RP	--	2 (3)
Furfural			
VEMP	C3	--	5 (20)
Toluène			
VEMP	50 (188)	100 (375)	200 (750)
VECD	--	150 (560)	--
Styrène			
VEMP	50 (213)	50 (215)	100 (430)
VECD	100 (426)	100 (425)	600 (2 580)
	C3		
Xylène			
VEMP	100 (434)	100 (435)	100 (435)
VECD	150 (651)	150 (655)	--

NIOSH : *National Institute for Occupational Safety and Health*

OSHA : *Occupational Safety and Health Administration*

RSST : Règlement sur la santé et la sécurité du travail

VEMP : valeur d'exposition moyenne pondérée

VECD : valeur d'exposition de courte durée

C1 : un effet cancérigène démontré chez l'humain.

C2 : un effet cancérigène soupçonné chez l'humain.

C3 : un effet cancérigène démontré chez l'animal. Pour ces substances, les résultats ne sont pas nécessairement transposables à l'humain.

EM : une substance dont l'exposition doit être réduite au minimum conformément à l'article 42.

RP : une substance dont la recirculation est prohibée conformément à l'article 108.

ANNEXE 2. SITES INTERNET CONSULTÉS POUR LA RECHERCHE DE LA LITTÉRATURE GRISE

Acronyme	Nom	Pays (province)	Site Internet	Résultats
Mots-clés : surgical smoke, electrocautery, laser				
Sites Internet généraux visités				
ACMTS	Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé	Canada	http://www.cadth.ca/fr	2
AHRQ	<i>Agency for Healthcare Research and Quality</i>	États-Unis	http://www.ahrq.gov/	0
AMC	Association médicale canadienne	Canada	https://www.cma.ca/	0
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>	États-Unis	https://www.cdc.gov/	1
CEBM	<i>Centre for Evidence-based Medicine</i>	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	<i>Medical Services Advisory Committee</i>	Australie	http://www.msac.gov.au/	0
NICE	<i>National Institute for Health and Care Excellence</i>	Royaume-Uni	http://www.nice.org.uk/	0
OHTAC	<i>Ontario Health Technology Advisory Committee</i>	Canada (Ontario)	http://www.hqontario.ca/evidence	0
PHAC	<i>Public Health Agency of Canada</i>	Canada	https://www.canada.ca/en/public-health.html	0
SIGN	<i>Scottish Intercollegiate Guidelines Network</i>	Écosse	https://www.guidelinesinpractice.co.uk/	0
TAU-MUHC	<i>Technology Assessment Unit-McGill University Health Centre</i>	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 hospitalier universitaire de Sherbrooke	Canada (Québec)	https://www.santeestrie.qc.ca/professionnels/ressources-pour-les-professionnels/uetmisss/	0
VORTAL	<i>HTAi vortal</i>	États-Unis	http://vortal.htai.org/?q=search_websites	4

Organismes réglementaires ou professionnels en santé et sécurité au travail				
ACGIH	<i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>	États-Unis	https://www.acgih.org/home	0
ACN	Association canadienne de normalisation	Canada	https://www.csagroup.org/	0
ASSTAS	Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail du secteur affaires sociales	Canada (Québec)	http://asstsas.qc.ca/	1
IRSST	Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail	Canada (Québec)	https://www.irsst.qc.ca/	0
NIOSH	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>	États-Unis	https://www.cdc.gov/niosh/index.htm	1
OMS	Organisation mondiale de la Santé	International	http://www.who.int/fr/	0
Sites Internet d'organismes réglementaires et d'associations professionnelles spécifiques au sujet				
Chirurgie générale				
ACS	<i>American College of Surgeons</i>	États-Unis	https://www.facs.org/	0
ASLMS	<i>American Society for Laser Medicine and Surgery</i>	États-Unis	https://www.aslms.org/	1
AORN	<i>Association of periOperative Registered Nurses</i>	États-Unis	https://www.aorn.org/	1
AISOC	<i>Association des Infirmières et Infirmiers du Canada</i>	Canada	https://www.cna-aiic.ca/fr	1
ASGBI	<i>Association of Surgeons of Great Britain and Ireland</i>	Royaume-Uni	https://www.asgbi.org.uk/	0
ESA	<i>European Surgical Association</i>	Europe	https://www.europeansurgicalassociation.org/	0
ESS	<i>European Society of Surgery</i>	Europe	https://www.essurg.org/	0
FMSQ	Fédération des médecins spécialistes du Québec	Canada (Québec)	https://www.fmsq.org/fr/web/medecins/ac_cueil	0
RACS	<i>Royal Australian College of Surgeons</i>	Australie	https://www.surgeons.org	0
RCPSG	<i>Royal College of Physicians and Surgeons of Glasgow</i>	Irlande	https://rcpsg.ac.uk/	0
RCSE	<i>Royal College of Surgeons of England</i>	Angleterre	https://www.rcseng.ac.uk/	0
RCSI	<i>Royal College of Surgeons in Ireland</i>	Irlande	https://www.rcsi.com/dublin	0
Gynécologie				
ACOG	<i>American College of Obstetricians and Gynecologists</i>	États-Unis	https://www.acog.org/	0
SFOG	Société française d'oncologie gynécologique	France	http://sfog.fr/	0
SOGC	<i>Society of Obstetricians and Gynaecologists of Canada</i>	Canada	https://www.sogc.org/	0
SGO	<i>Society of Gynecologic Oncology</i>	États-Unis	https://www.sgo.org/	0
SGS	<i>Society of Gynecologic Surgeons</i>	États-Unis	https://sgs.memberclicks.net/home	0
Chirurgie vasculaire et cardiaque				
AATS	<i>American Association for Thoracic Surgery</i>	États-Unis	http://www.aats.org/	0
ANZSVS	<i>Australia and New Zealand Society of Vascular Surgeons</i>	Australie / Nouvelle-Zélande	http://www.anzsvs.org.au/	0
	Association des chirurgiens cardio-vasculaires et thoraciques du Québec	Canada (Québec)	https://www.fmsq.org/fr/web/medecins/ac_cueil	0
CCS	<i>Canadian Cardiovascular Society</i>	Canada	http://www.ccs.ca/en/	0
CSCS	<i>Canadian Society of Cardiac Surgeons</i>	Canada	http://www.ccs.ca/cscs/	0

CSVs	Canadian Society for Vascular Surgery	Canada	http://canadianvascular.ca/	0
CTSNet	Cardiothoracic Surgery Network	États-Unis	http://www.ctsnet.org/	0
EACTS	European Association for Cardio-Thoracic Surgery	International	http://www.eacts.org/	0
ESC	European Society of Cardiology	International	http://www.escardio.org/	0
ESTS	European Society of Thoracic Surgeons	International	http://www.ests.org/	0
ESVS	European Society for Vascular Surgery	Europe	http://www.esvs.org/	0
SCA	Society of Cardiovascular Anesthesiologists	International	http://www.scahq.org/	0
SCTS	Society for Cardiothoracic Surgery in Great Britain & Ireland	Grande-Bretagne	http://www.scts.org/	0
SCVS	Society for Clinical Vascular Surgery	États-Unis	www.scvs.org/	0
STS	Society of Thoracic Surgeons	International	http://www.sts.org/	0
STSA	Southern Thoracic Surgical Association	États-Unis	http://stsa.org/	0
SVS	International Society for Vascular Surgery	International	https://vascular.org/	0
VESS	Vascular and Endovascular Surgery Society	États-Unis	http://vesurgery.org/	0
VSGBI	Vascular Society for Great Britain and Ireland	Royaume-Uni	https://www.vascularsociety.org.uk/	0
WTSA	Western Thoracic Surgical Association	États-Unis	http://www.westernthoracic.org/	0
Orthopédie				
AAOM	American Association of Orthopaedic Medicine	États-Unis	http://www.aaomed.org/	0
AAOS	American Association of Orthopaedic Surgeons	États-Unis	http://www.aaos.org/	0
AOA	Australian Orthopaedic Association	Australie	https://www.aoa.org.au/	0
AOA	American Orthopaedic Association	États-Unis	https://www.aoassn.org/	0
AOQ	Association d'orthopédie du Québec	Canada (Québec)	http://www.orthoquebec.ca/	0
BOA	British Orthopaedic Association	Royaume-Uni	http://www.boa.ac.uk/	0
CAOM	Canadian Association of Orthopaedic Medicine	Canada	http://caom.ca/	0
COA	Canadian Orthopaedic Association	Canada	www.coa-aco.org/	0
EORS	European Orthopedic Research Society	Europe	http://www.eors.eu/	0
IAOS	International Association of Orthopedic Surgeons	International	https://iaorthopedics.com	0
OOA	Ontario Orthopaedic Association	Canada (Ontario)	http://www.oa.ca/	0
SICOT	Société Internationale de Chirurgie Orthopédique et de Traumatologie	International	http://www.sicot.org/about-sicot	0
Chirurgie oncologique				
BASO	British Association of Surgical Oncology	Royaume-Uni	https://baso.org.uk/	0
CSSO	Canadian Society of Surgical Oncology	Canada	https://www.csso.surgery/	0
ESSO	European Society of Surgical Oncology	Europe	https://www.essoweb.org/	0
SFCO	Société Française de Chirurgie Oncologique	France	https://sfco.fr/	0
SSO	Society of Surgical Oncology	États-Unis	https://www.surgonc.org/	0
Dermatologie				
AAD	American Dermatology Association	États-Unis	https://www.aad.org/	0

ACD	Association canadienne de dermatologie	Canada	https://dermatology.ca/	0
BSDS	<i>British Society for Dermatological Surgery</i>	Angleterre	https://www.bsds.org.uk/	0
EADV	<i>European Academy of Dermatology and Venereology</i>	Europe	https://eadv.org/	1
ISDS	<i>International Society for Dermatologic and Aesthetic Surgery</i>	International	https://www.isdsworld.com/	0
SFD	Société française de dermatologie	France	https://www.sfdermato.org/	0
Gastroentérologie				
ACG	<i>American College of Gastroenterology</i>	États-Unis	www.gi.org	0
AGA	<i>American Gastroenterological Association</i>	États-Unis	www.gastro.org	0
AUGIS	<i>Association of Upper Gastrointestinal Surgeons</i>	Royaume-Uni	https://www.augis.org/	0
BSG	<i>British Society of Gastroenterology</i>	Royaume-Uni	www.bsg.org.uk	0
CAG	<i>Canadian Association of Gastroenterology</i>	Canada	www.cag-acg.org	0
EAGEN	<i>European Association for Gastroenterology, Endoscopy and Nutrition</i>	Europe	www.eagen.org/	0
ESGE	<i>European Society of Gastrointestinal Endoscopy</i>	Europe	https://www.esge.com/	0
GESA	<i>Gastroenterological Society of Australia</i>	Australie	http://www.gesa.org.au/	0
OAG	<i>Ontario Association of Gastroenterology</i>	Canada (Ontario)	www.gastro.on.ca	0
SNFGE	Société nationale française de gastroentérologie	France	www.snfge.asso.fr	0
UEG	<i>United European Gastroenterology</i>	Europe	www.ueg.eu/	0
NOMBRE DE DOCUMENTS RÉPERTORIÉS (après élimination des doublons)				10

Dernière recherche effectuée le 13 août 2021

ANNEXE 3. STRATÉGIES DE RECHERCHE DOCUMENTAIRE DANS LES BASES DE DONNÉES INDEXÉES

Question 1 : effets sur la santé (dernière recherche 10 août 2021)

PubMed

1. "Operating Rooms"[Mesh] OR "operating room"[Title/Abstract] OR theatre*[Title/Abstract] OR nurse*[Title/Abstract] OR surgeon*[Title/Abstract] OR gynecologist[Title/Abstract] OR urologist*[Title/Abstract] OR dermatologist*[Title/Abstract] OR staff[Title/Abstract] OR clinician*[Title/Abstract]
2. "Particulate Matter"[Mesh] OR "Air Pollutants, Occupational"[Mesh] OR "Particulate Matter"[Title/Abstract] OR vapour[Title/Abstract] OR vapours[Title/Abstract] OR fume[Title/Abstract] OR fumes[Title/Abstract] OR plume[Title/Abstract] OR plumes[Title/Abstract] OR "noxious airborne"[Title/Abstract] OR smoke[Title/Abstract] OR smokes[Title/Abstract] OR "aerosol vapour"[Title/Abstract] OR "air contaminant"[Title/Abstract] OR "air contaminants"[Title/Abstract] OR bioaerosol[Title/Abstract]
3. "Electrosurgery"[Mesh] OR "Electrocoagulation"[Mesh] OR "Laser Therapy"[Mesh] OR "Ultrasonic Therapy"[Mesh] OR "Ablation Techniques"[Mesh] OR Electrosurgery OR Electrocoagulation OR "Laser Therapy" OR "Ultrasonic Therapy" OR "Ablation Techniques" OR electrocautery OR "electrosurgical" OR laser OR lasers OR "ultrasonic device" OR "ultrasonic devices" OR "power tools" OR diathermy OR "Aerosol generating medical procedures" OR "Aerosol-generating medical procedures" OR "AGMP" OR cauter*
4. Irritation OR cancer OR neoplasm OR "Signs and Symptoms, Respiratory"[Mesh] OR respiratory OR symptom* OR infect* OR "Infections"[Mesh] OR headache OR "Headache"[Mesh] OR emphysema OR "Emphysema"[Mesh] OR "Asthma, Occupational"[Mesh] OR asthma OR dyspnea OR "Dyspnea"[Mesh] OR cough OR "health risk" OR "health risks" OR "health effect" OR "health effects" OR dermatitis OR "Dermatitis, Irritant"[Mesh] OR nausea OR "Nausea"[Mesh] OR vomiting OR "Vomiting"[Mesh] OR dizziness
5. (1 AND 2 AND 3) OR (1 AND 3 AND 4), English French, Humans, from 2000/1/1 (n = 1131)

Embase (Ovid)

1. exp operating room/ OR (theatre* OR nurse* OR surgeon* OR gynecologist* OR urologist* OR dermatologist* OR staff OR clinician*).ti OR (theatre* OR nurse* OR surgeon* OR gynecologist* OR urologist* OR dermatologist* OR staff OR clinician*).ab
2. exp particulate matter/ OR exp air pollutant OR (vapour OR vapours OR fume OR fumes OR plume OR plumes OR "noxious airborne" OR smoke OR smokes OR "aerosol vapour" OR "air contaminant" OR "air contaminants" OR bioaerosol).ti. OR (vapour OR vapours OR fume OR fumes OR plume OR plumes OR "noxious airborne" OR smoke OR smokes OR "aerosol vapour" OR "air contaminant" OR "air contaminants" OR bioaerosol).ab.
3. exp diathermy device/ OR exp laser/ OR exp ultrasonic surgical system accessory/ OR (Electrosurgery OR Electrocoagulation OR "Laser Therapy" OR "Ultrasonic Therapy" OR "Ablation Techniques" OR electrocautery OR "electrosurgical" OR "ultrasonic device" OR "ultrasonic devices" OR "power tools" OR diathermy OR "Aerosol generating medical procedures" OR "Aerosol-generating medical procedures" OR "AGMP" OR cauter*).ti OR (Electrosurgery OR Electrocoagulation OR "Laser Therapy" OR "Ultrasonic Therapy" OR "Ablation Techniques" OR electrocautery OR "electrosurgical" OR "ultrasonic device" OR "ultrasonic devices" OR "power tools" OR diathermy OR "Aerosol generating medical procedures" OR "Aerosol-generating medical procedures" OR "AGMP" OR cauter*).ab
4. exp neoplasm/ OR exp nausea/ OR exp dermatitis/ OR exp infection/ OR exp asthma/ OR exp emphysema/ OR exp dyspnea/ OR ("health risk" OR "health risks" OR "health effect" OR "health effects" OR dizziness).ti OR ("health risk" OR "health risks" OR "health effect" OR "health effects" OR dizziness).ab
5. (1 AND 2 AND 3) OR (3 AND 4), (embase and (article-in-process status or embase status or in-process status) and (english or french)) (human and yr="2000 -Current") (n = 585)

Bibliothèque Cochrane

1. MeSH descriptor: [Operating Rooms] explode all trees
2. theatre* OR nurse* OR surgeon* OR gynecologist* OR urologist* OR dermatologist* OR staff OR clinician*
3. MeSH descriptor: [Particule Matter] explode all trees
4. vapour OR vapours OR fume OR fumes OR plume OR plumes OR smoke OR smokes
5. MeSH descriptor: [Electrocoagulation] explode all trees OR MeSH descriptor: [Laser] explode all trees
6. electrocautery OR electrosurgical OR laser OR lasers OR ultrason* OR diathermy OR cauter* OR cauters
7. #1 OR #2
8. #3 OR #4
9. #5 OR #6
10. #7 AND #8 AND #9 in Cochrane Reviews (Word variations have been searched) (n = 14)

CRD

1. (surgical smoke) OR (vapour OR vapours) OR (plume OR plumes) OR MeSH DESCRIPTOR Particulate Matter EXPLODE ALL TREES
2. (theatre* OR nurse* OR surgeon* OR gynecologist* OR urologist* OR dermatologist* OR staff OR clinician*) OR MeSH DESCRIPTOR Operating Rooms EXPLODE ALL TREES
3. 1 AND 2 (n = 6)

Question 3 et 4 : efficacité et innocuité des dispositifs d'aspiration des fumées chirurgicales (dernière recherche 10 août 2021)

PubMed

1. "Operating Rooms"[Mesh] OR "operating room*" [Title/Abstract] OR theatre* [Title/Abstract] OR nurse* [Title/Abstract] OR surgeon* [Title/Abstract] OR gynecologist [Title/Abstract] OR urologist* [Title/Abstract] OR dermatologist* [Title/Abstract] OR staff [Title/Abstract] OR clinician* [Title/Abstract]
2. "Particulate Matter"[Mesh] OR "Air Pollutants, Occupational"[Mesh] OR "Particulate Matter" [Title/Abstract] OR vapour [Title/Abstract] OR vapours [Title/Abstract] OR fume [Title/Abstract] OR fumes [Title/Abstract] OR plume [Title/Abstract] OR plumes [Title/Abstract] OR "noxious airborne" [Title/Abstract] OR smoke [Title/Abstract] OR smokes [Title/Abstract] OR "aerosol vapour" [Title/Abstract] OR "air contaminant" [Title/Abstract] OR "air contaminants" [Title/Abstract] OR bioaerosol [Title/Abstract]
3. "Occupational Exposure/prevention and control" [Mesh] OR "Occupational Exposure/standards" [Mesh] OR "Occupational Diseases/prevention and control" [Mesh] OR "Ventilation/instrumentation" [Mesh] OR "Ventilation/methods" [Mesh] OR "Ventilation/standards" [Mesh] OR suction* [Title/Abstract] OR evacuat* [Title/Abstract] OR filtrat* [Title/Abstract] OR aspirat* [Title/Abstract] OR vacuum [Title/Abstract]
4. 1 AND 2 AND 3, Filters: English, French (n = 284)

Embase (Ovid)

1. exp operating room/ OR (theatre* OR nurse* OR surgeon* OR gynecologist* OR urologist* OR dermatologist* OR staff OR clinician*).ti OR (theatre* OR nurse* OR surgeon* OR gynecologist* OR urologist* OR dermatologist* OR staff OR clinician*).ab
2. exp particulate matter/ OR exp air pollutant OR (vapour OR vapours OR fume OR fumes OR plume OR plumes OR "noxious airborne" OR smoke OR smokes OR "aerosol vapour" OR "air contaminant" OR "air contaminants" OR bioaerosol).ti. OR (vapour OR vapours OR fume OR fumes OR plume OR plumes OR "noxious airborne" OR smoke OR smokes OR "aerosol vapour" OR "air contaminant" OR "air contaminants" OR bioaerosol).ab
3. exp occupational exposure/ OR ventilation.mp. OR exp air conditioning/ OR (suction* or evacuat* or filtrat* or aspirat*OR vacuum).ti. or (suction* or evacuat* or filtrat* or aspirat*OR vacuum).ab.
4. 1 AND 2 AND 3 (embase and (article-in-process status or embase status or in-process status) and (english or french) and yr="2000 -Current") (n = 164)

Cochrane

1. MeSH descriptor: [Occupational Exposure] explode all trees
2. MeSH descriptor: [Ventilation] explode all trees
3. suction* OR evacuat* OR filtrat* OR aspirat* OR vacuum
4. 1 AND 2 AND 3 in Cochrane Reviews (Word variations have been searched) n = 127

CRD

1. (surgical smoke) OR (vapour OR vapours) OR (plume OR plumes) OR MeSH DESCRIPTOR Particulate Matter EXPLODE ALL TREES
2. (theatre* OR nurse* OR surgeon* OR gynecologist* OR urologist* OR dermatologist* OR staff OR clinician*) OR MeSH DESCRIPTOR Operating Rooms EXPLODE ALL TREES
3. suction* OR evacuat* OR filtrat* OR aspirat* OR vacuum
4. 1 AND 2 AND 3 (n = 1)

ANNEXE 4. SITES INTERNET CONSULTÉS POUR LA RECHERCHE DE PROTOCOLES PUBLIÉS

Nom	Organisation	Site Internet	Résultat de la recherche (n)
Études de synthèse			
Mots-clés : surgical smoke			
PROSPERO	Centre for Reviews and Dissemination	http://www.crd.york.ac.uk/prospéro/	0
Cochrane	The Cochrane Library	www.thecochranelibrary.com	0
ECR			
Mots-clés : surgical smoke			
	U.S. National Institute for Health Research	http://www.Clinicaltrials.gov	1
	Current Controlled Trials Ltd.	http://www.controlled-trials.com	0
NOMBRE DE DOCUMENTS RÉPERTORIÉS			1

Dernière recherche effectuée 12 août 2021

ANNEXE 5. DOCUMENTS EXCLUS ET RAISONS D'EXCLUSION

Effets sur la santé

Documents ne répondant pas aux critères de sélection (n = 36)

Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health (CADTH). Surgical Smoke Exposure : Safety, Prevention, and Guidelines. Rapid Response Report : Summary of Abstracts. 10 November 2011.

Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health (CADTH). Loop Electrosurgical Excision Procedure : Safety and Guidelines. Rapid Response Report : Summary of Abstracts. 23 June 2016.

Addley S, Quinn D. Surgical smoke - what are the risks? *Obstetrician and Gynaecologist*. 2019; 21(2): 102-6.

Al Sahaf OS, Vega-Carrascal I, Cunningham FO, McGrath JP, Bloomfield FJ. Chemical composition of smoke produced by high-frequency electrosurgery. *Ir J Med Sci*. 2007; 176(3): 229-32.

Barrett WL, Garber SM. Surgical smoke: a review of the literature. Is this just a lot of hot air? *Surg Endosc*. 2003; 17(6): 979-87.

Cheng NY, Chuang HC, Shie RH, Liao WH, Hwang YH. Pilot Studies of VOC Exposure Profiles during Surgical Operations. *Ann Work Expo Health*. 2019; 63(2): 173-83.

Choi SH, Kwon TG, Chung SK, Kim TH. Surgical smoke may be a biohazard to surgeons performing laparoscopic surgery. *Surgical Endoscopy*. 2014; 28(8): 2374-80.

Choi SH, Choi DH, Kang DH, Ha YS, Lee JN, Kim BS, et al. Activated carbon fiber filters could reduce the risk of surgical smoke exposure during laparoscopic surgery: application of volatile organic compounds. *Surg Endosc*. 2018; 32(10): 4290-8.

Dalal AJ, McLennan AS. Surgical smoke evacuation: a modification to improve efficiency and minimise potential health risk. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2017; 55(1): 90-1.

de Vincentiis M, Fusconi M, Benfari G, Pagliuca G, Pulice G, Gallo A. The use of forced ventilation during microlaryngoscopy with laser CO₂. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2008; 265(8): 943-5.

Dobrogowski M, Wesolowski W, Kucharska M, Paduszyńska K, Dworzyńska A, Szymczak W, et al. Health risk to medical personnel of surgical smoke produced during laparoscopic surgery. *Int J Occup Med Environ Health*. 2015; 28(5): 831-40.

Edwards BE, Reiman RE. Results of a survey on current surgical smoke control practices. *Aorn j*. 2008; 87(4): 739-49.

Garbey M, Joerger G, Furr S. A Systems Approach to Assess Transport and Diffusion of Hazardous Airborne Particles in a Large Surgical Suite: Potential Impacts on Viral Airborne Transmission. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17(15).

Georgesén C, Lipner SR. Surgical smoke: Risk assessment and mitigation strategies. *J Am Acad Dermatol*. 2018; 79(4): 746-55.

González-Bayón L, González-Moreno S, Ortega-Pérez G. Safety considerations for operating room personnel during hyperthermic intraoperative intraperitoneal chemotherapy perfusion. *Eur J Surg Oncol*. 2006; 32(6): 619-24.

Ha HI, Choi MC, Jung SG, Joo WD, Lee C, Song SH, et al. Chemicals in Surgical Smoke and the Efficiency of Built-in-Filter Ports. *Jsls*. 2019; 23(4).

Hanna BC, Thompson P, Smyth C, Gallagher G. Blood splash from different diathermy instruments during tonsillectomy. *Journal of Laryngology and Otology*. 2006; 120(11): 927-31.

Hou MF, Lin GT, Tang CS, Chu YL, Liu HC, Huang TJ, et al. Reducing dust using the electrocautery pencil with suction combined with the infusion catheter in mastectomy. *Am Surg*. 2002; 68(9): 808-11.

Karsai S, Däschlein G. "Smoking guns": hazards generated by laser and electrocautery smoke. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2012; 10(9): 633-6.

Karuppal R, Surendran S, Patinharayil G, Muhammed Fazil VV, Marthya A. It is time for a more cautious approach to surgical diathermy, especially in COVID-19 outbreak: A schematic review. *Journal of Orthopaedics*. 2020; 20: 297-300.

- Katoch S, Mysore V. Surgical smoke in Dermatology: Its hazards and management. *Journal of Cutaneous and Aesthetic Surgery*. 2019; 12(1): 1-7.
- Kocher GJ, Sesia SB, Lopez-Hilfiker F, Schmid RA. Surgical smoke: still an underestimated health hazard in the operating theatre. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2019; 55(4): 626-31.
- Lee T, Soo JC, LeBouf RF, Burns D, Schwegler-Berry D, Kashon M, et al. Surgical smoke control with local exhaust ventilation: Experimental study. *J Occup Environ Hyg*. 2018; 15(4): 341-50.
- Lewin JM, Brauer JA, Ostad A. Surgical smoke and the dermatologist. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2011; 65(3): 636-41.
- Limchantra IV, Fong Y, Melstrom KA. Surgical Smoke Exposure in Operating Room Personnel: A Review. *JAMA Surg*. 2019; 154(10): 960-7.
- Liu Y, Song Y, Hu X, Yan L, Zhu X. Awareness of surgical smoke hazards and enhancement of surgical smoke prevention among the gynecologists. *Journal of Cancer*. 2019; 10(12): 2788-99.
- Mowbray N, Ansell J, Warren N, Wall P, Torkington J. Is surgical smoke harmful to theater staff? a systematic review. *Surg Endosc*. 2013; 27(9): 3100-7.
- Neumann K, Cavalari M, Rody A, Friemert L, Beyer DA. Is surgical plume developing during routine LEEPs contaminated with high-risk HPV? A pilot series of experiments. *Arch Gynecol Obstet*. 2018; 297(2): 421-4.
- O'Brien DC, Lee EG, Soo JC, Friend S, Callahan S, Carr MM. Surgical Team Exposure to Cautery Smoke and Its Mitigation during Tonsillectomy. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery (United States)*. 2020; 163(3): 508-16.
- Okoshi K, Kobayashi K, Kinoshita K, Tomizawa Y, Hasegawa S, Sakai Y. Health risks associated with exposure to surgical smoke for surgeons and operation room personnel. *Surgery Today*. 2015; 45(8): 957-65.
- Porter J, Blau E, Gharagozloo F, Martino M, Cerfolio R, Duvvuri U, et al. Society of Robotic Surgery review: recommendations regarding the risk of COVID-19 transmission during minimally invasive surgery. *BJU Int*. 2020; 126(2): 225-34.
- Ragde SF, Jørgensen RB, Førelund S. Characterisation of Exposure to Ultrafine Particles from Surgical Smoke by Use of a Fast Mobility Particle Sizer. *Ann Occup Hyg*. 2016; 60(7): 860-74.
- Stanley K. Diathermy smoke shown to be hazardous, so why are we not protecting ourselves? *J Perioper Pract*. 2019; 29(10): 321-7.
- Steege AL, Boiano JM, Sweeney MH. Secondhand smoke in the operating room? Precautionary practices lacking for surgical smoke. *Am J Ind Med*. 2016; 59(11): 1020-31.
- Tan W, Zhu H, Zhang N, Dong D, Wang S, Ren F, et al. Characterization of the PM2.5 concentration in surgical smoke in different tissues during hemihepatectomy and protective measures. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2019; 72: 103248.
- Tseng HS, Liu SP, Uang SN, Yang LR, Lee SC, Liu YJ, et al. Cancer risk of incremental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in electrocautery smoke for mastectomy personnel. *World J Surg Oncol*. 2014; 12: 31.
- Wang HK, Mo F, Ma CG, Dai B, Shi GH, Zhu Y, et al. Evaluation of fine particles in surgical smoke from an urologist's operating room by time and by distance. *Int Urol Nephrol*. 2015; 47(10): 1671-8.

Normes, recommandations, efficacité et innocuité des dispositifs

Documents ne répondant pas aux critères de sélection (n = 27)

- Adamic M, Pavlovic MD, Troilius Rubin A, Palmetun-Ekback M, Boixeda P. Guidelines of care for vascular lasers and intense pulse light sources from the European Society for Laser Dermatology. *JEADV* 2015. 29 : 1661-78.
- Addley S, Quinn D. Surgical smoke - what are the risks? *Obstetrician and Gynaecologist*. 2019; 21(2): 102-6.

American Society for Laser Medicine and Surgery, Inc. April 6, 2017 ASLMS Laser and Energy Device Plume Position Statement, April 6, 2017, disponible à : <https://www.aslms.org/for-professionals/professional-resources/safety-and-complications/aslms-laser-and-energy-device-plume-position-statement>. Consulté le 12 août 2021.

Anderson M, Goldman RH. Occupational Reproductive Hazards for Female Surgeons in the Operating Room: A Review. *JAMA Surg.* 2020; 155(3): 243-9.

Andrade WP, Goncalves GG, Medeiros LC, Araujo DCM, Pereira GTG, Moraes DMP, et al. Low-cost, safe, and effective smoke evacuation device for surgical procedures in the COVID-19 age. *Journal of Surgical Oncology.* 2020; 122(5): 844-7.

Ball K. Surgical smoke evacuation guidelines: Compliance among perioperative nurses. *AORN Journal.* 2010; 92(2): e1-e23.

Ball K. Compliance with surgical smoke evacuation guidelines: Implications for practice. *AORN Journal.* 2010; 92(2): 142-9.

Bigony L. Risks Associated with Exposure to Surgical Smoke Plume: A Review of the Literature. *AORN Journal.* 2007; 86(6): 1013-24.

Campanile FC, Campanile LF. Smoke Evacuation Filters After the COVID-19 Pandemic: Technical Awareness for Safety. *Annals of surgery.* 2020; 272(4): e266-e8.

Carmichael H, Samuels JM, Wikiel KJ, Robinson TN, Barnett CC, Jones TS, et al. Surgical Smoke Evacuators Reduce the Risk of Fires from Alcohol-Based Skin Preparations. *Surgical Laparoscopy, Endoscopy and Percutaneous Techniques.* 2019; 29(6): e94-e7.

Choi SH, Choi DH, Kang DH, Ha YS, Lee JN, Kim BS, et al. Activated carbon fiber filters could reduce the risk of surgical smoke exposure during laparoscopic surgery: application of volatile organic compounds. *Surg Endosc.* 2018; 32(10): 4290-8.

Chow M, Brian Jiang SI. Lack of knowledge about surgical smoke, masks, and respirators among US dermatology residents and fellows in the era of COVID-19. *Cutis.* 2020; 106(4): 190;212.

Dalal AJ, McLennan AS. Surgical smoke evacuation: a modification to improve efficiency and minimise potential health risk. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2017; 55(1): 90-1.

Ha HI, Choi MC, Jung SG, Joo WD, Lee C, Song SH, et al. Chemicals in Surgical Smoke and the Efficiency of Built-in-Filter Ports. *JSLs : Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons.* 2019; 23(4).

Hahn KY, Kang DW, Azman ZAM, Kim SY, Kim SH. Removal of Hazardous Surgical Smoke Using a Built-in-Filter Trocar: A Study in Laparoscopic Rectal Resection. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.* 2017; 27(5): 341-5.

Hou MF, Lin GT, Tang CS, Chu YL, Liu HC, Huang TJ, et al. Reducing dust using the electrocautery pencil with suction combined with the infusion catheter in mastectomy. *The American surgeon.* 2002; 68(9): 808-11.

Karuppal R, Surendran S, Patinharayil G, Muhammed Fazil VV, Marthya A. It is time for a more cautious approach to surgical diathermy, especially in COVID-19 outbreak: A schematic review. *Journal of Orthopaedics.* 2020; 20: 297-300.

Mintz Y, Arezzo A, Boni L, Chand M, Brodie R, Fingerhut A. A Low-cost, Safe, and Effective Method for Smoke Evacuation in Laparoscopic Surgery for Suspected Coronavirus Patients. *Annals of surgery.* 2020; 272(1): e7-e8.

Ngaserin S, Tan BKT. Smoke evacuation in endoscopic breast surgery can enhance operative visualization and respect surgical safety. *Breast Journal.* 2020; 26(10): 2106-7.

Ouzzane A, Colin P. Cost-Effective Filtrating Suction to Evacuate Surgical Smoke in Laparoscopic and Robotic Surgery during the COVID-19 Pandemic. *Surgical Laparoscopy, Endoscopy and Percutaneous Techniques.* 2020; 30(5): e28-e9.

Pata F, Garcia-Granero A, Pellino G, Pascual-Miguelanez I, Alvarez-Gallego M, Losada Ruiz M, et al. How to manage smoke evacuation and filter pneumoperitoneum during laparoscopy to minimize potential viral spread: different methods from SoMe - a video vignette. *Colorectal Disease.* 2020; 22(6): 644-5.

Schultz L. Can Efficient Smoke Evacuation Limit Aerosolization of Bacteria? *AORN Journal.* 2015; 102(1): 7-14.

Swerdlow BN. Surgical smoke and the anesthesia provider. *Journal of Anesthesia.* 2020; 34(4): 575-84.

Thomas V, Maillard C, Barnard A, Snyman L, Chrysostomou A, Shimange-Matsose L, et al. International Society for Gynecologic Endoscopy (ISGE) guidelines and recommendations on gynecological endoscopy during the evolutionary phases of the SARS-CoV-2 pandemic. *European Journal of Obstetrics and Gynecology and Reproductive Biology*. 2020; 253: 133-40.

Wang HK, Mo F, Ma CG, Dai B, Shi GH, Zhu Y, et al. Evaluation of fine particles in surgical smoke from an urologist's operating room by time and by distance. *International Urology and Nephrology*. 2015; 47(10): 1671-8.

Zhou Q, Hu X, Zhou J, Zhao M, Zhu X. Human papillomavirus DNA in surgical smoke during cervical loop electrosurgical excision procedures and its impact on the surgeon. *Cancer Management and Research*. 2019; 11: 3643-54.

Qualité méthodologique insuffisante (n = 1)

Hill DS, O'Neill JK, Powell RJ, Oliver DW. Surgical smoke - a health hazard in the operating theatre: a study to quantify exposure and a survey of the use of smoke extractor systems in UK plastic surgery units. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2012; 65(7): 911-6.

ANNEXE 6. EXEMPLES DE DOCUMENTS PROPOSANT DES LIGNES DIRECTRICES POUR LE CONTRÔLE DE L'EXPOSITION AUX FUMÉES CHIRURGICALES DÉVELOPPÉES PAR DIFFÉRENTS HÔPITAUX OU ORGANISMES

- La politique de l'*Alberta Health Services* :
<https://extranet.ahsnet.ca/teams/policydocuments/1/clp-ahs-surgical-plume-mgmt-hcs228.pdf>
- La procédure proposée par le *BC Children's Hospital* :
https://www.utmb.edu/policies_and_procedures/Non-IHOP/Healthcare_Epidemiology/01.11%20-%20Evacuation%20of%20Electric%20Surgical%20Laser%20Plume.pdf
- Les politiques de différents établissements américains :
Mercy Hospital : <https://www.mercyhospital.org.nz/assets/Policies/ElectrosurgicalSmokeEvacuation.pdf>
University of Texas Medical Branch : <http://policyandorders.cw.bc.ca/resource-gallery/Documents/BC%20Children%27s%20Hospital/CC.23.01%20BCCH%20Procedural%20Suites%20Smoke%20Evacuation%20Policy.pdf>

RÉFÉRENCES

- [1] Limchantra IV, Fong Y, Melstrom KA. Surgical Smoke Exposure in Operating Room Personnel: A Review. *JAMA Surg.* 2019; 154(10): 960-7.
- [2] Bree K, Barnhill S, Rundell W. The Dangers of Electrosurgical Smoke to Operating Room Personnel: A Review. *Workplace Health Saf.* 2017; 65(11): 517-26.
- [3] Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du CHU de Québec. Évaluation des risques associés à l'exposition aux fumées chirurgicales. Note informative préparée par Mélanie Hamel, Martin Coulombe et Marc Rhainds. 2011.
- [4] Lindsey C, Hutchinson M, Mellor G. The nature and hazards of diathermy plumes: a review. *Aorn j.* 2015; 101(4): 428-42.
- [5] Eickmann U, Falcy M, Fokuhl I, Ruegger M, Bloch M. Fumées chirurgicales: Risques et mesures de prévention. Document de travail pour le médecin du travail. Institut national de recherche et de sécurité, Paris. 2011.
- [6] Doublet JD. Principes généraux de l'électrochirurgie. EM Consulte. 2013.
- [7] Centre cabadien d'hygiène et de sécurité au travail. Lasers - Soins de santé, disponible à (https://www.cchst.ca/oshanswers/phys_agents/lasers.html), consulté le 9 juin 2021.
- [8] Canadian Standard Association (CSA). Safe use of lasers in Health care. Norme Z386. 2014.
- [9] Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM). Ultrasons biomédicaux, une révolution médicale en cours, disponible à <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/ultrasons-biomedicaux>, consulté le 9 juin 2021.
- [10] Goudie E, Tahiri M, Liberman M. Present and Future Application of Energy Devices in Thoracic Surgery. *Thorac Surg Clin.* 2016; 26(2): 229-36.
- [11] Willging JP, Wiatrak BJ. Harmonic scalpel tonsillectomy in children: a randomized prospective study. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2003; 128(3): 318-25.
- [12] Amaral JF. Ultrasonic dissection. *Endosc Surg Allied Technol.* 1994; 2(3-4): 181-5.
- [13] Swerdlow BN. Surgical smoke and the anesthesia provider. *J Anesth.* 2020; 34(4): 575-84.
- [14] Weld KJ, Dryer S, Ames CD, Cho K, Hogan C, Lee M, et al. Analysis of surgical smoke produced by various energy-based instruments and effect on laparoscopic visibility. *J Endourol.* 2007; 21(3): 347-51.
- [15] Pierce JS, Lacey SE, Lippert JF, Lopez R, Franke JE. Laser-generated air contaminants from medical laser applications: a state-of-the-science review of exposure characterization, health effects, and control. *J Occup Environ Hyg.* 2011; 8(7): 447-66.
- [16] Bröske-Hohlfeld I, Preissler G, Jauch KW, Pitz M, Nowak D, Peters A, et al. Surgical smoke and ultrafine particles. *J Occup Med Toxicol.* 2008; 3: 31.
- [17] Andréasson SN, Anundi H, Sahlberg B, Ericsson CG, Wålinder R, Enlund G, et al. Peritonectomy with high voltage electrocautery generates higher levels of ultrafine smoke particles. *Eur J Surg Oncol.* 2009; 35(7): 780-4.
- [18] Okoshi K, Kobayashi K, Kinoshita K, Tomizawa Y, Hasegawa S, Sakai Y. Health risks associated with exposure to surgical smoke for surgeons and operation room personnel. *Surgery Today.* 2015; 45(8): 957-65.
- [19] Alp E, Bijl D, Bleichrodt RP, Hansson B, Voss A. Surgical smoke and infection control. *J Hosp Infect.* 2006; 62(1): 1-5.
- [20] Li CI, Pai JY, Chen CH. Characterization of smoke generated during the use of surgical knife in laparotomy surgeries. *J Air Waste Manag Assoc.* 2020; 70(3): 324-32.
- [21] Hill DS, O'Neill JK, Powell RJ, Oliver DW. Surgical smoke - a health hazard in the operating theatre: a study to quantify exposure and a survey of the use of smoke extractor systems in UK plastic surgery units. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2012; 65(7): 911-6.
- [22] Al Sahaf OS, Vega-Carrascal I, Cunningham FO, McGrath JP, Bloomfield FJ. Chemical composition of smoke produced by high-frequency electrosurgery. *Ir J Med Sci.* 2007; 176(3): 229-32.
- [23] Marr LC, Tang JW, Van Mullekom J, Lakdawala SS. Mechanistic insights into the effect of humidity on airborne influenza virus survival, transmission and incidence. *J R Soc Interface.* 2019; 16(150): 20180298.
- [24] Institut national de santé publique du Québec. Rapport rédigé par Geneviève Anctil, Stéphane Caron, Josiane Charest, Alejandra Irace-Cima et al. Transmission du SRAS-CoV-2 : constats et proposition de terminologie, 9 décembre 2020.

- [25] Robertson-More C, Wu T. A knowledge gap unmasked: viral transmission in surgical smoke: a systematic review. *Surg Endosc*. 2021; 1-12.
- [26] Garden JM, O'Banion MK, Bakus AD, Olson C. Viral disease transmitted by laser-generated plume (aerosol). *Arch Dermatol*. 2002; 138(10): 1303-7.
- [27] Gloster HM, Jr., Roenigk RK. Risk of acquiring human papillomavirus from the plume produced by the carbon dioxide laser in the treatment of warts. *J Am Acad Dermatol*. 1995; 32(3): 436-41.
- [28] Sawchuk WS, Weber PJ, Lowy DR, Dzubow LM. Infectious papillomavirus in the vapor of warts treated with carbon dioxide laser or electrocoagulation: detection and protection. *J Am Acad Dermatol*. 1989; 21(1): 41-9.
- [29] Baggish MS, Poiesz BJ, Joret D, Williamson P, Refai A. Presence of human immunodeficiency virus DNA in laser smoke. *Lasers Surg Med*. 1991; 11(3): 197-203.
- [30] Johnson GK, Robinson WS. Human immunodeficiency virus-1 (HIV-1) in the vapors of surgical power instruments. *J Med Virol*. 1991; 33(1): 47-50.
- [31] Taravella MJ, Weinberg A, Blackburn P, May M. Do intact viral particles survive excimer laser ablation? *Arch Ophthalmol*. 1997; 115(8): 1028-30.
- [32] Taravella MJ, Weinberg A, May M, Stepp P. Live virus survives excimer laser ablation. *Ophthalmology*. 1999; 106(8): 1498-9.
- [33] Kwak HD, Kim SH, Seo YS, Song KJ. Detecting hepatitis B virus in surgical smoke emitted during laparoscopic surgery. *Occup Environ Med*. 2016; 73(12): 857-63.
- [34] Englehardt RK, Nowak BM, Seger MV, Duperier FD. Contamination resulting from aerosolized fluid during laparoscopic surgery. *Jsls*. 2014; 18(3).
- [35] Yeh HC, Turner RS, Jones RK, Muggenburg BA, DL. L. Characterization of Aerosols Produced during Surgical Procedures in Hospital. *Aerosol Science and Technology*. 1995; 22(2): 151-61.
- [36] Pereira ML, Vilain R, Puga Leivas T, A. T. Measurement of the concentration and size of particles and identification of the sources in orthopedics surgeries. *HVAC & R Research*. 2102; 18(4): 588-601.
- [37] Liu Y, Song Y, Hu X, Yan L, Zhu X. Awareness of surgical smoke hazards and enhancement of surgical smoke prevention among the gynecologists. *Journal of Cancer*. 2019; 10(12): 2788-99.
- [38] Choi SH, Kwon TG, Chung SK, Kim TH. Surgical smoke may be a biohazard to surgeons performing laparoscopic surgery. *Surgical Endoscopy*. 2014; 28(8): 2374-80.
- [39] Choi D, Choi S, Kang D. Influence of Surgical Smoke on Indoor Air Quality in Hospital Operating Rooms. *Aerosol and Air Quality Research*. 2017; 17: 821-30.
- [40] Romano F, Milani S, Gustén J, Joppolo CM. Surgical Smoke and Airborne Microbial Contamination in Operating Theatres: Influence of Ventilation and Surgical Phases. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17(15).
- [41] Katoch S, Mysore V. Surgical smoke in Dermatology: Its hazards and management. *Journal of Cutaneous and Aesthetic Surgery*. 2019; 12(1): 1-7.
- [42] Canadian Standards Association (CSA). Plume scavenging in surgical, diagnostic, therapeutic, and aesthetic setting, Z305.13-09, January 2009.
- [43] Sehulster LM, Chinn RYW, Arduino MJ, Carpenter J, Donlan R, Ashford D, Besser R, Fields B, McNeil MM, Whitney C, Wong S, Juranek D, Cleveland J. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. Recommendations from CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Chicago IL; American Society for Healthcare Engineering/American Hospital Association; 2004. Updated July 2019.
- [44] 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, 30 p. 2019.
- [45] 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.
- [46] Harris PA, Taylor R, Minor BL, Elliott V, Fernandez M, O'Neal L, et al. The REDCap consortium: Building an international community of software platform partners. *J Biomed Inform*. 2019; 95: 103208.
- [47] Gates MA, Feskanich D, Speizer FE, Hankinson SE. Operating room nursing and lung cancer risk in a cohort of female registered nurses. *Scand J Work Environ Health*. 2007; 33(2): 140-7.
- [48] Hu X, Zhou Q, Yu J, Wang J, Tu Q, Zhu X. Prevalence of HPV infections in surgical smoke exposed gynecologists. *Int Arch Occup Environ Health*. 2021; 94(1): 107-15.
- [49] Zhou Q, Hu X, Zhou J, Zhao M, Zhu X. Human papillomavirus DNA in surgical smoke during cervical loop electrosurgical excision procedures and its impact on the surgeon. *Cancer Management and Research*. 2019; 11: 3643-54.

- [50] Rioux M, Garland A, Webster D, Reardon E. HPV positive tonsillar cancer in two laser surgeons: Case reports. *Journal of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*. 2013; 42 (NOV) (no pagination)(54).
- [51] Ilce A, Yuzden GE, Yavuz van Giersbergen M. The examination of problems experienced by nurses and doctors associated with exposure to surgical smoke and the necessary precautions. *J Clin Nurs*. 2017; 26(11-12): 1555-61.
- [52] Saito AC, Margatho AS, Bieniek AA, Stanganelli NC, Ribeiro RP. Signs and symptoms related to inhalation of surgical smoke in the nursing teams. *Esc Anna Nery*. 2019; 23(3): 1-6.
- [53] Stanganelli NC, Margatho AS, Galdino MJ, Barbosa KH, Rinero PP. Inhalation of surgical smoke : cohort of signs and symptoms in residents. *Acta Paul Enferm*. 2019; 32(4): 382-9.
- [54] King B, McCullough J. Hazard Evaluation and Technical Assistance Branch (HETAB) of the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Health Hazard Evaluation Report 2001-0030-3020 Carolinas Medical Center Charlotte, North Carolina, November 2006.
- [55] King B, McCullough J. Hazard Evaluation and Technical Assistance Branch (HETAB) of the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Health Hazard Evaluation Report 2000-0402-3021 Inova Fairfax Hospital Falls Church, Virginia, November 2006.
- [56] King B, McCullough J. Hazard Evaluation and Technical Assistance Branch (HETAB) of the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Health Hazard Evaluation Report 2001-0066-3019 Morton Plant Hospital Dunedin, Florida, October 2006.
- [57] Pillinger SH, Delbridge L, Lewis DR. Randomized clinical trial of suction versus standard clearance of the diathermy plume. *British Journal of Surgery*. 2003; 90(9): 1068-71.
- [58] Canadian Standard Association (CSA). Plume scavenging in surgical, diagnostic, therapeutic, and anesthetic settings. Norme Z305.13-13. 2013.
- [59] Association of periOperative Registered Nurses (AORN). Guideline for surgical smoke in 2017 Guidelines for Perioperative Practice 2017.
- [60] Association des infirmières et infirmiers de salles d'opération du Canada (AII SOC). Normes, lignes directrices et énoncés de position de l'AII SOC pour la pratique des soins infirmiers périopératoires. 13^e édition. 2017.
- [61] LeQuoc S. Les fumées chirurgicales : des précautions avec le VPH. Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail du secteur affaires sociales (ASSTSAS) 2019.
- [62] Canadian Standard Association (CSA). Systèmes de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air (CVCA) dans les établissements de santé : exigences particulières. Norme Z317.2-15. 2016.
- [63] Tokuda Y, Okamura T, Maruta M, Orita M, Noguchi M, Suzuki T, et al. Prospective randomized study evaluating the usefulness of a surgical smoke evacuation system in operating rooms for breast surgery. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2020; 15(1): 13.
- [64] Liu N, Filipp N, Wood KB. The utility of local smoke evacuation in reducing surgical smoke exposure in spine surgery: a prospective self-controlled study. *Spine J*. 2020; 20(2): 166-73.
- [65] O'Brien DC, Lee EG, Soo JC, Friend S, Callahan S, Carr MM. Surgical Team Exposure to Cautery Smoke and Its Mitigation during Tonsillectomy. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery (United States)*. 2020; 163(3): 508-16.
- [66] Wang HK, Mo F, Ma CG, Dai B, Shi GH, Zhu Y, et al. Evaluation of fine particles in surgical smoke from an urologist's operating room by time and by distance. *Int Urol Nephrol*. 2015; 47(10): 1671-8.
- [67] Kocher GJ, Sesia SB, Lopez-Hilfiker F, Schmid RA. Surgical smoke: still an underestimated health hazard in the operating theatre. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2019; 55(4): 626-31.
- [68] Lee T, Soo JC, LeBouf RF, Burns D, Schwegler-Berry D, Kashon M, et al. Surgical smoke control with local exhaust ventilation: Experimental study. *J Occup Environ Hyg*. 2018; 15(4): 341-50.
- [69] Seipp HM, Steffens T, Weigold J, Lahmer A, Maier-Hasselmann A, Herzog T, et al. Efficiencies and noise levels of portable surgical smoke evacuation systems. *J Occup Environ Hyg*. 2018; 15(11): 773-81.
- [70] Takahashi H, Yamasaki M, Hirota M, Miyazaki Y, Moon JH, Souma Y, et al. Automatic smoke evacuation in laparoscopic surgery: A simplified method for objective evaluation. *Surgical Endoscopy*. 2013; 27(8): 2980-7.
- [71] Ordre des audiologistes et des orthophonistes du Québec. Échelle des niveaux sonores et réactions humaines, disponible à https://www.oaaq.qc.ca/media/a04mprp0/signet-echelle-sonore_vw.pdf, consulté le 10 août 2021.
- [72] Chapman LW, Korta DZ, Lee PK, Linden KG. Awareness of Surgical Smoke Risks and Assessment of Safety Practices During Electrosurgery Among US Dermatology Residents. (2168-6084 (Electronic)).
- [73] Edwards BE, Reiman RE. Results of a survey on current surgical smoke control practices. *Aorn j*. 2008; 87(4): 739-49.
- [74] Steege AL, Boiano JM, Sweeney MH. Secondhand smoke in the operating room? Precautionary practices lacking for surgical smoke. *Am J Ind Med*. 2016; 59(11): 1020-31.

- [75] Golda N, Merrill B, Neill B. Intraoperative electrosurgical smoke during outpatient surgery: a survey of dermatologic surgeon and staff preferences. (2326-6929 (Electronic)).
- [76] Oganessian G, Eimpunth S Fau - Kim SS, Kim Ss Fau - Jiang SiB, Jiang Si. Surgical smoke in dermatologic surgery. (1524-4725 (Electronic)).
- [77] Ferron G, Simon L, Guyon F, Glehen O, Goere D, Elias D, et al. Professional risks when carrying out cytoreductive surgery for peritoneal malignancy with hyperthermic intraperitoneal chemotherapy (HIPEC): A French multicentric survey. *European Journal of Surgical Oncology*. 2015; 41(10): 1361-7.
- [78] Michaelis M, Hofmann FM, Nienhaus A, Eickmann U. Surgical smoke-hazard perceptions and protective measures in german operating rooms. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020; 17(2): 515.
- [79] Spearman J, Tsavellas G Fau - Nichols P, Nichols P. Current attitudes and practices towards diathermy smoke. (1478-7083 (Electronic)).
- [80] Van Gestel EAF, Linssen ES, Creta M, Poels K, Godderis L, Weyler JJ, et al. Assessment of the absorbed dose after exposure to surgical smoke in an operating room. *Toxicol Lett*. 2020; 328: 45-51.
- [81] Stewart CL, Raoof M, Lingeman R, Malkas L, Flores V, Caldwell K, et al. A Quantitative Analysis of Surgical Smoke Exposure as an Occupational Hazard. *Ann Surg*. 2021; 274(2): 306-11.
- [82] Palma S, Gnambis T, Crevenna R, Jordakieva G. Airborne human papillomavirus (HPV) transmission risk during ablation procedures: A systematic review and meta-analysis. *Environ Res*. 2021; 192: 110437.
- [83] Golda N, Huber A, Gole H. Determining the impact of intraoperative smoke evacuation on the patient experience during outpatient surgery: A randomized controlled trial. *J Am Acad Dermatol*. 2018; 78(5): 1007-9.
- [84] Georgesen C, Lipner SR. Surgical smoke: Risk assessment and mitigation strategies. *J Am Acad Dermatol*. 2018; 79(4): 746-55.
- [85] Schultz L. An analysis of surgical smoke plume components, capture, and evacuation. *Aorn j*. 2014; 99(2): 289-98.

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
