


AVIS

Diminuer l’empreinte carbone des agents anesthésiques inhalés au bloc opératoire lors d’une anesthésie générale : stratégies et enjeux à considérer

Une production de l’Institut national
d’excellence en santé
et en services sociaux (INESSS)

Direction de l’évaluation et de la pertinence
des modes d’intervention en santé



Diminuer l'empreinte carbone des agents anesthésiques inhalés au bloc opératoire lors d'une anesthésie générale : stratégies et enjeux à considérer

Rédaction

Bertrand Neveu
Aurélie Corduan
Amélie Rousseau

Collaboration

Clémentine Brun
Véronique Gagné
Christian Kouakou
Émilie Viel

Coordination scientifique

Mélanie Tardif

Direction

Catherine Truchon
Ann Lévesque



Le présent produit de connaissance a été présenté au Comité délibératif permanent – Modes d'intervention en santé de l'Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (INESSS) lors de sa réunion du 15 mars 2024.

Notez que les informations caviardées sont des renseignements fournis par le fabricant, ou encore obtenus par l'INESSS, et jugés confidentiels. Conséquemment, nous ne pouvons les publier en raison des restrictions prévues par la Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels (RLRQ, chapitre A-2.1).

Le contenu de cette publication a été rédigé et édité par l'INESSS.

Membres de l'équipe de projet

Auteurs et auteur principaux

Bertrand Neveu, Ph. D.
Aurélie Corduan, Ph. D., M.B.A.
Amélie Rousseau, M. Sc.

Collaboratrices et collaborateur internes

Clémentine Brun, Ph. D.
Véronique Gagné, Ph. D.
Christian Kouakou, Ph. D.
Émilie Viel, Ph. D.

Coordonnatrice scientifique

Mélanie Tardif, Ph. D.

Directrice adjointe, volets scientifique et transversal

Ann Lévesque, Ph. D.

Directrice

Catherine Truchon, Ph. D., M. Sc. Adm.

Repérage de l'information scientifique

Karine Bélanger, M.S.I.
Bin Chen, techn. docum.

Bureau – Méthodologies et éthique

Monika Wagner, Ph. D.
Olivier Demers-Payette, Ph. D.
Catherine Olivier, Ph. D.

Soutien administratif

Jean Talbot

Équipe de l'édition

Jean Talbot
Nathalie Vanier

Sous la coordination de

Catherine Olivier, Ph. D.

Avec la collaboration de

Gilles Bordage, révision linguistique
Traductions Alain Gélinas inc., traduction

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2024
ISBN 978-2-550-97945-6 (PDF)

Tous droits réservés

© Gouvernement du Québec, 2024

Ce document peut être utilisé, reproduit, imprimé, partagé et communiqué, en tout ou en partie, à des fins non commerciales, éducatives ou de recherche uniquement, à condition que l'INESSS soit dûment mentionné comme source. Les photos, images, figures ou citations peuvent être associées à des droits d'auteur spécifiques et nécessitent une autorisation de la part de l'INESSS avant utilisation. Tout autre usage de cette publication, y compris sa modification en tout ou en partie ou visant des fins commerciales, doit faire l'objet d'une autorisation préalable de l'INESSS. Une autorisation peut être obtenue en formulant une demande à droitdauteur@inesss.qc.ca.

Pour citer ce document : Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (INESSS). Diminuer l'empreinte carbone des agents anesthésiques inhalés au bloc opératoire lors d'une anesthésie générale : stratégies et enjeux à considérer. Avis rédigé par Bertrand Neveu, Aurélie Corduan et Amélie Rousseau. Québec, Qc : INESSS; 2024. 142 p.

L'Institut remercie les membres de son personnel qui ont contribué à l'élaboration du présent document.

Comité consultatif

Pour ce rapport, les membres du comité consultatif sont :

M^{me} Marie-Claude Bernier, inhalothérapeute, CHU de Montréal

D^r David Bracco, anesthésiologiste, Hôpital général de Montréal

D^{re} Geneviève Lalonde, anesthésiologiste, Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec (IUCPQ)

D^r Gabriel Paquin-Lanthier, anesthésiologiste, CHU de Montréal

D^{re} Jennifer Plante, anesthésiologiste, CHU de Québec

M^{me} Catherine Provencher-Martineau, inhalothérapeute, CIUSSS de l'Estrie – CHU de Sherbrooke

D^{re} Guylaine Séguin, anesthésiologiste, CIUSSS de l'Estrie – CHU de Sherbrooke

D^r Martin Vaillancourt, anesthésiologiste, CIUSSS du Saguenay–Lac-Saint-Jean

Lectrices et lecteurs externes

Pour ce rapport, les lecteurs externes sont :

D^r Igal Amir, anesthésiologiste, Hôpital Général Juif, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Centre-Ouest-de-l'Île-de-Montréal

M^{me} Annie Bourgault, directrice adjointe périopératoire et unité de retraitement des dispositifs médicaux, Centre hospitalier universitaire de Québec

D^r Mario Ricard, anesthésiologiste, Hôpital de Rouyn-Noranda, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue

M^{me} Vanessa Savard, inhalothérapeute, Centre hospitalier universitaire de Québec – Hôpital de l'Enfant-Jésus, et coordonnatrice clinique en inhalothérapie, mandat des pratiques professionnelles pour l'anesthésie, CHU de Québec

Comité délibératif permanent – Modes d'intervention en santé

Présidence

M. Daniel La Roche, gestionnaire en santé et services sociaux, CHU de Québec – Université Laval

Membres

M^{me} Danielle Boucher, infirmière praticienne spécialisée en soins adultes, volet néphrologie, CHU de Québec – Université Laval

D^{re} Maryse Cayouette, microbiologiste-infectiologue, médecin-conseil en maladies infectieuses en santé publique, Direction de santé publique du CISSS de Lanaudière

M^{me} Ghislaine Cleret de Langavant, experte-conseil éthique et gouvernance, École de santé publique, Université de Montréal

M. Benoit Cossette, professeur adjoint, Faculté de médecine et des sciences de la santé, Université de Sherbrooke

M^{me} Sylvie Desgagné, pharmacienne, CIUSSS de la Capitale-Nationale

D^{re} Lucie Deshaies, médecin de famille, CIUSSS de la Capitale-Nationale

M. Pierre-Luc Désilets, directeur, gestion de la main-d'œuvre, Commission de la construction du Québec

M. Serge Dumont, professeur émérite, Faculté des sciences sociales, Université Laval

M^{me} Aude Motulsky, professeure agrégée, Département de gestion, d'évaluation et de politique de santé, École de santé publique de l'Université de Montréal, CRCHUM

D^r Félix Pageau, professeur de clinique, Division de gériatrie du Département de médecine, Université Laval; chercheur, Centre d'excellence en vieillissement de Québec; chercheur régulier, VITAM – Centre de recherche en santé durable, CIUSSS de la Capitale-Nationale, Université Laval

M. Thomas Poder, professeur sous octroi agrégé, Département de gestion, d'évaluation et de politique de santé de l'École de santé publique de l'Université de Montréal; Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Montréal

D^{re} Nadia Roumeliotis, pédiatre intensiviste, MDCM Ph. D., Clinicienne-chercheure, CHU Sainte-Justine; professeure adjointe de clinique, Faculté de médecine, Université de Montréal

D^{re} Elise Sirois-Giguère, médecin spécialiste en chirurgie générale, professeure adjointe d'enseignement clinique, Faculté de médecine et des sciences de la santé, Université de Sherbrooke

Autres contributions

L'Institut tient aussi à remercier les personnes suivantes qui ont contribué à la préparation de ce rapport en fournissant soutien, information, données contextuelles et conseils clés :

M. Gino Beaudoin, directeur de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré de santé et de services sociaux du Bas-Saint-Laurent

M^{me} Caroline Beauchamp, pharmacienne, Centre universitaire de santé McGill

M^{me} Isabelle Bernard, directrice, Direction des acquisitions pharmaceutiques, Centre d'acquisitions gouvernementales

M. André Bonnici, pharmacien, chef du Département de pharmacie, Centre universitaire de santé McGill

M^{me} Geneviève Bélanger Jasmin, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de Laval

M^{me} Chantal Breton, pharmacienne, cheffe du Département de pharmacie, Centre intégré de santé et de services sociaux de Chaudière-Appalaches

M^{me} Anie Brisebois, directrice des soins infirmiers, Institut de cardiologie de Montréal

M^{me} Emmanuelle Carrière, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal

M. Tony Charré, directeur adjoint de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Outaouais

M^{me} Erin Cook, directrice de la qualité, transformation, évaluation, valorisation, éthique et soins virtuels, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Centre-Ouest-de-l'Île-de-Montréal

M. Christian Coursol, pharmacien, chef du Département de pharmacie, Centre intégré de santé et de services sociaux des Laurentides

M. Martin D'Amour, directeur de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Mauricie-et-du-Centre-du-Québec

M. Martin Darveau, pharmacien, chef du Département de pharmacie, Centre hospitalier universitaire de Québec – Université Laval

M. Carl Desparois, pharmacien, chef du Département de pharmacie, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Outaouais

M^{me} Geneviève Deschênes, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré de santé et de services sociaux de la Côte-Nord

M^{me} Pascale Fournier, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance organisationnelle et de l'éthique, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal

M^{me} Karine Girard, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Est-de-l'Île-de-Montréal

M. Julien Girard, directeur de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré de santé et de services sociaux de la Montérégie-Est

M^{me} Claudine Jacques, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre régional de santé et de services sociaux de la Baie-James

D^r Nikola Joly, anesthésiologiste, président de l'Association des anesthésiologistes du Québec

M. Patrick Lamarre, pharmacien, chef du Département de pharmacie, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Estrie – CHUS

M^{me} Mélanie Lampron, directrice, Direction des acquisitions de dispositifs médicaux et d'imagerie médicale, Centre d'acquisitions gouvernementales

M. Mathieu Lapointe, pharmacien, chef du Département de pharmacie, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Mauricie-et-du-Centre-du-Québec

M^{me} Valérie Lapointe, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré de santé et de services sociaux de Chaudière-Appalaches

M^{me} Caroline Lavoie, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré de santé et de services sociaux de la Montérégie-Ouest

M^{me} Bénédicte Leclerc-Jacques, conseillère en développement durable, Direction de la planification stratégique et de la reddition de comptes, ministère de la Santé et des Services sociaux

M. Pierre Lemay, directeur adjoint de la performance et de la valorisation des données, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Ouest-de-l'Île-de-Montréal

M^{me} Manon Léonard, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré de santé et de services sociaux des Laurentides

M. Éric Lepage, pharmacien, chef du Département de pharmacie, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

M. Jean Morin, pharmacien, chef du Département de pharmacie, Centre hospitalier universitaire de Montréal

M^{me} Sophie Ouellet, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré de santé et de services sociaux de Lanaudière

M^{me} Annie Ouellette, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Nord-de-l'Île-de-Montréal

M^{me} Caroline Paquin, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec

M. François Paradis, pharmacien, chef du Département de pharmacie, Centre intégré de santé et de services sociaux du Bas-Saint-Laurent

M^{me} Isabelle Paradis, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré de santé et de services sociaux de la Montérégie-Centre

M^{me} Geneviève Parisien, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre hospitalier universitaire Sainte-Justine, Montréal

M^{me} Chantal Provost, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré de santé et de services sociaux des Îles

M^{me} Anikke Rioux, coordonnatrice professionnelle et ingénieure biomédicale, Direction des services techniques, CISSS de la Montérégie-Centre

M^{me} Johanne Roberts, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de l'Estrie – Centre hospitalier de l'Université de Sherbrooke

M^{me} Annie Savage, pharmacienne, Centre régional de santé et de services sociaux de la Baie-James

M^{me} Yamama Tamim, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré de santé et de services sociaux de la Gaspésie

M. Richard Thiboutot, directeur de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

M^{me} Marie-Ève Tremblay, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Saguenay–Lac-Saint-Jean

M. Visal Uon, pharmacien, chef du Département de pharmacie, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal

M^{me} Maggy Vallières, directrice de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue

M^{me} Karla Velázquez Pérez, cheffe de service par intérim – Volet gestion de projets, Service de physique et génie biomédical, CHUM

M^{me} Diem Vio, pharmacienne, cheffe du Département de pharmacie, Centre intégré de santé et de services sociaux de la Montérégie-Est

M. Noé Djawn White, directeur de la qualité, de l'évaluation, de la performance et de l'éthique, Centre hospitalier universitaire de Montréal

D^r Stephan Williams, anesthésiologiste, Centre hospitalier universitaire de Montréal

Déclaration d'intérêts

La D^{re} Geneviève Lalonde a déclaré être membre du conseil de l'Association canadienne de protection médicale.

La D^{re} Guylaine Séguin a déclaré être la représentante du Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke (CHUS) au comité Carboneutralité de l'Association des anesthésiologistes du Québec. Elle participe également à l'éco-CMDP du CIUSSS de l'Estrie – CHUS pour les installations de Fleurimont et de l'Hôtel-Dieu.

La D^{re} Jennifer Plante et le D^r David Bracco sont tous deux engagés au sein du comité Carboneutralité de l'Association des anesthésiologistes du Québec et auprès de leurs installations respectives pour la valorisation des soins anesthésiques plus respectueux de l'environnement.

La D^{re} Maryse Cayouette a déclaré être membre de l'Association canadienne des médecins pour l'environnement.

Responsabilité

L'Institut assume l'entière responsabilité de la forme et du contenu définitifs de ce document. Les conclusions et les recommandations ne reflètent pas forcément les opinions des lecteurs externes ou des autres personnes consultées aux fins de son élaboration.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|------|
| RÉSUMÉ | I |
| SUMMARY..... | XI |
| SIGLES ET ACRONYMES | XX |
| GLOSSAIRE | XXII |
| INTRODUCTION..... | 1 |
| APPRÉCIATION GLOBALE DE LA VALEUR, CADRE D'ÉVALUATION ET MÉTHODOLOGIE | 4 |
| 1 CARACTÉRISTIQUES PHARMACOLOGIQUES ET ENVIRONNEMENTALES DES AGENTS INHALÉS..... | 9 |
| 1.1 Gaz anesthésiques..... | 9 |
| 1.1.1 Principes de l'anesthésie générale | 9 |
| 1.1.2 Développement des gaz anesthésiques | 10 |
| 1.1.3 Agents halogénés | 10 |
| 1.1.4 Protoxyde d'azote utilisé à des fins médicales | 11 |
| 1.2 Impact environnemental des gaz anesthésiques..... | 11 |
| 2 PERSPECTIVE SOCIÉTALE..... | 16 |
| 2.1 Priorités en matière de lutte contre les gaz à effet de serre dans le secteur de la santé..... | 16 |
| 2.1.1 Accords internationaux relatifs à la lutte contre les changements climatiques | 16 |
| 2.2 Appels à l'action et positionnements sur les agents anesthésiques inhalés utilisés au bloc opératoire..... | 18 |
| 2.2.1 Revue rapide de la littérature..... | 18 |
| 2.2.2 Positionnement de parties prenantes sur la volonté de réduire l'impact environnemental des gaz anesthésiants au bloc opératoire | 20 |
| 2.2.3 Arguments contre le retrait du desflurane | 21 |
| 2.2.4 Arguments contre le retrait du protoxyde d'azote au bloc opératoire | 22 |
| 2.3 Actions et initiatives québécoises en matière de développement durable | 22 |
| 2.3.1 Plans d'action de développement durable en santé | 22 |
| 2.3.2 Approvisionnement responsable dans le secteur de la santé..... | 24 |
| 2.3.3 Initiatives de développement durable dans les départements d'anesthésiologie..... | 24 |
| 2.3.4 Portrait québécois sommaire de la consommation des agents anesthésiques inhalés au bloc opératoire | 25 |
| 3 CONSIDÉRATIONS CLINIQUES..... | 30 |
| 3.1 Revue rapide de la littérature | 30 |
| 3.2 Anesthésie générale par inhalation | 31 |
| 3.2.1 Agents halogénés | 32 |
| 3.2.2 Protoxyde d'azote | 36 |
| 3.3 Approches pour une anesthésie générale par inhalation plus respectueuses de l'environnement..... | 38 |
| 3.3.1 Utilisation du faible débit de gaz frais..... | 38 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.3.2 | Mesure de la profondeur de l'anesthésie | 39 |
| 3.3.3 | Solutions de rechange à l'anesthésie générale par inhalation | 41 |
| 4 | CONSIDÉRATIONS ORGANISATIONNELLES..... | 44 |
| 4.1 | Considérations sur la prestation des soins | 44 |
| 4.1.1 | Organisation des soins anesthésiques | 44 |
| 4.1.2 | Impact du choix de l'agent anesthésique sur le déroulement de l'anesthésie | 45 |
| 4.2 | Considérations sur l'équipement..... | 46 |
| 4.2.1 | Accessibilité à des dispositifs et appareils d'anesthésie qui contribuent à réduire les émissions de GES..... | 46 |
| 4.2.2 | Considérations sur les systèmes de distribution de protoxyde d'azote | 49 |
| 4.3 | Considérations sur les approvisionnements | 52 |
| 4.3.1 | Acquisitions gouvernementales | 52 |
| 4.3.2 | Gestion des stocks des agents halogénés en pharmacie..... | 54 |
| 4.3.3 | Gestion des bouteilles et bonbonnes périmées..... | 55 |
| 4.3.4 | Rupture d'approvisionnement et pénurie | 55 |
| 4.4 | Barrières aux changements de pratique en anesthésie générale..... | 55 |
| 4.4.1 | Le portrait des barrières identifiées dans les établissements étrangers..... | 55 |
| 4.4.2 | Le portrait des enjeux et barrières identifiés dans les établissements canadiens..... | 57 |
| 4.4.3 | Le portrait des enjeux et barrières identifiés en contexte québécois..... | 58 |
| 4.5 | Facteurs clés de succès et stratégies organisationnelles à préconiser | 59 |
| 4.5.1 | L'obtention et l'analyse de données..... | 59 |
| 4.5.2 | Le transfert des connaissances | 60 |
| 4.5.3 | Le contrôle de l'accessibilité | 62 |
| 4.5.4 | Le soutien organisationnel..... | 63 |
| 4.5.5 | Les stratégies alternatives au protoxyde d'azote pendant l'induction..... | 66 |
| 4.5.6 | La tarification du carbone | 66 |
| 4.6 | Faisabilité organisationnelle..... | 66 |
| 5 | PERSPECTIVE ÉCONOMIQUE | 70 |
| 5.1 | Effizienz des agents anesthésiques inhalés au bloc opératoire..... | 70 |
| 5.1.1 | Revue rapide de la littérature économique..... | 70 |
| 5.1.2 | Analyse d'effizienz de l'INESSS | 71 |
| 5.2 | Impact budgétaire..... | 75 |
| 5.2.1 | Intrants..... | 76 |
| 5.2.2 | Résultats..... | 77 |
| 5.3 | Limites des analyses économiques..... | 79 |
| 5.4 | Préoccupations et enjeux économiques | 80 |
| | FORCES ET LIMITES | 83 |
| | DÉLIBÉRATIONS DU COMITÉ PERMANENT – MODES D'INTERVENTION EN SANTÉ | 85 |
| | RECOMMANDATIONS | 88 |

| | |
|--|-----|
| RETOMBÉES POTENTIELLES DES TRAVAUX | 91 |
| MISE À JOUR | 92 |
| RÉFÉRENCES..... | 93 |
| ANNEXE I | 101 |
| Methodologie détaillée..... | 101 |
| ANNEXE II | 118 |
| Portrait québécois sommaire concernant le volume d'agents halogénés fournis au bloc opératoire | 118 |
| ANNEXE III | 122 |
| Analyse d'impact budgétaire..... | 122 |
| ANNEXE IV..... | 123 |
| Grille délibérative multidimensionnelle soumise au Comité délibératif permanent – Modes d'intervention en santé | 123 |

LISTE DES TABLEAUX

| | | |
|---------------|---|-----|
| Tableau 1 | Résumé des particularités propres à chacun des agents anesthésiques volatils et de leur impact environnemental..... | 13 |
| Tableau 2 | Caractéristiques pharmacodynamiques et cliniques des agents halogénés selon les monographies officielles des agents halogénés homologués par Santé Canada | 34 |
| Tableau 3 | Caractéristiques cliniques du protoxyde d'azote [Forman et Ishizawa, 2024]..... | 37 |
| Tableau 4 | Quantité estimée des besoins annuels pour chaque agent halogéné qui ont servi aux appels d'offres en cours..... | 53 |
| Tableau 5 | Intrants cliniques et économiques de l'analyse coûts-bénéfices | 72 |
| Tableau 6 | Résultats de l'analyse coûts-bénéfices des agents halogénés pour une durée d'intervention de 60 minutes à MAC constante de 1..... | 73 |
| Tableau 7 | Résultats de l'analyse principale concernant l'impact budgétaire de l'utilisation optimale des agents halogénés au bloc opératoire..... | 78 |
| Tableau I-1 | Sources d'information pour chacune des questions d'évaluation et type de revue de la littérature à réaliser par dimension (lorsqu'applicable) | 101 |
| Tableau I-2 | Critères d'inclusion et d'exclusion des documents aux fins de revues rapides et narratives – Considérations pharmacologiques et environnementales, dimensions clinique, socioculturelle et organisationnelle..... | 105 |
| Tableau I-3 | Critères d'inclusion et d'exclusion des documents aux fins de la revue rapide de la littérature économique | 107 |
| Tableau I-4 | Formulation des recommandations..... | 115 |
| Tableau II-1 | Volume de bouteilles fournies par les pharmacies d'établissements entre 2019 et 2023, par agent halogéné ¹ | 118 |
| Tableau II-2 | Équivalent des volumes de bouteilles fournies en nombre d'heures d'anesthésie entre 2019 et 2023, par agent halogéné ¹ | 119 |
| Tableau II-3 | Équivalent CO ₂ (tonnes) engendré entre 2019 et 2023 ¹ , par agent halogéné | 119 |
| Tableau III-1 | Principaux intrants de l'analyse d'impact budgétaire | 122 |
| Tableau III-2 | Répartitions du nombre de bouteilles actuel et attendu sur trois ans | 122 |

LISTE DES FIGURES

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figure 1 | Portrait québécois d'utilisation des agents halogénés entre 2019 et 2023 en termes d'équivalent CO ₂ et d'heures d'anesthésie..... | 27 |
| Figure II-1 | Nombre d'heures d'anesthésie et d'équivalent CO ₂ , par agent et par année | 120 |
| Figure II-2 | Comparaison des proportions d'heures anesthésiques et d'équivalents CO ₂ selon l'agent halogéné, par année | 121 |

RÉSUMÉ

Introduction

Depuis quelques années, le recours à certains agents anesthésiques inhalés au bloc opératoire lors d'une anesthésie générale, particulièrement le desflurane et le protoxyde d'azote, est de plus en plus critiqué en raison de leur empreinte carbone élevée.

À la suite d'une demande de l'Association des anesthésiologistes du Québec, la Direction des affaires pharmaceutiques et du médicament du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) a confié à l'Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (INESSS) le mandat de formuler des recommandations sur les pratiques cliniques à favoriser pour diminuer, au bloc opératoire, l'empreinte carbone des agents anesthésiques inhalés, sans compromettre la prestation et la sécurité des soins. Le mandat prévoyait également d'anticiper les enjeux associés à ces changements et les actions d'atténuation à prévoir le cas échéant. Ces travaux de pertinence clinique s'inscrivent en cohérence avec l'action *Verdir les pratiques au bloc opératoire* du Plan d'action de développement durable 2023-2028 du MSSS.

Méthodologie

Pour ces travaux, les questions d'évaluation ont été formulées de façon à répondre aux objectifs du mandat, et ce, de manière à couvrir les dimensions socioculturelle, clinique, organisationnelle et économique découlant de [l'Énoncé de principes et fondements éthiques](#) de l'INESSS, auxquelles s'ajoutent les considérations pharmacologiques et environnementales centrales aux questions décisionnelles. En collaboration avec une conseillère en information scientifique (bibliothécaire), une recherche systématique de la littérature scientifique a été effectuée dans les bases de données MEDLINE, Embase et EBM Reviews (Cochrane Database of Systematic Reviews). Une recherche manuelle de la littérature grise a également été réalisée en consultant, entre autres, les sites Web de sociétés savantes spécialisées dans le domaine, de même que des agences réglementaires, de santé ou d'évaluation des technologies de la santé. Les références des publications retenues ont aussi été consultées afin de répertorier d'autres documents pertinents, y compris des revues systématiques en appui aux recommandations publiées dans les guides de pratique clinique, lignes directrices ou énoncés de position retenus. Pour les revues rapides, la sélection des documents et l'évaluation de la qualité méthodologique ou de la crédibilité scientifique ont été effectuées de façon indépendante par deux professionnels scientifiques. L'extraction, l'analyse et la synthèse de l'information colligée pour répondre à certains aspects des dimensions clinique, socioculturelle et économique ont été réalisées par un professionnel, puis validées par un second. Les monographies d'agents anesthésiques inhalés, disponibles commercialement au Canada, ont été consultées, de même que le registre MedEffect de Santé Canada. Les sites Web des gouvernements fédéral, territoriaux et provinciaux, de regroupements, de communautés de pratique ou de sociétés savantes spécialisées dans le domaine, ou encore ceux d'associations, de fédérations et d'ordres professionnels du

Québec concernés par ces travaux ont aussi été consultés. Des données québécoises sur les acquisitions et la consommation de bouteilles d'agents anesthésiques ont été recherchées notamment par le biais de banques de données clinico-administratives et par l'intermédiaire de collaborateurs responsables des approvisionnements dans les établissements de santé et au niveau gouvernemental. Des analyses d'efficacité et d'impact budgétaire ont été réalisées à partir des données scientifiques et contextuelles.

La perspective des parties prenantes a été recueillie par le biais d'un comité consultatif formé de professionnels de la santé de différentes spécialités et expertises en anesthésiologie, pratiquant dans des installations localisées dans des régions métropolitaines ou urbaines et offrant plusieurs types de services chirurgicaux, chez les adultes et les enfants. Des consultations ponctuelles avec des pharmaciens-chefs, des directeurs et professionnels de directions de la qualité, évaluation, performance et éthique des établissements, des ingénieurs biomédicaux et enfin des directeurs du Centre d'acquisitions gouvernementales ont aussi permis de recueillir différentes données relatives à la volumétrie, à la gestion des stocks, aux équipements anesthésiques et aux particularités des contrats en cours, de même qu'aux enjeux organisationnels propres à leur milieu de travail.

La délibération relative aux recommandations, basées sur l'appréciation de l'ensemble de la preuve au regard des quatre dimensions pertinentes dans le cadre des travaux, a été réalisée avec les membres du Comité délibératif permanent – Modes d'intervention en santé. Enfin, la qualité globale des travaux, leur acceptabilité et leur applicabilité ont été appréciées par des lecteurs externes spécialistes ou concernés par le domaine d'intérêt.

Principaux constats

Les gaz anesthésiques : une cible pour réduire l'empreinte carbone de l'anesthésie générale

- Au Québec, le secteur de la santé génère 3,6 % des émissions de gaz à effet de serre (GES). Les gaz anesthésiants, comprenant les agents halogénés (desflurane, isoflurane, sévoflurane), le protoxyde d'azote et les aérosols-doseurs, représenteraient 3 % du secteur de la santé, soit 0,1 % des GES du Québec.
- Les agents anesthésiques inhalés ont tous une empreinte carbone, mais de grandeurs différentes. Selon l'état actuel des données scientifiques :
 - l'empreinte carbone de l'anesthésie avec le desflurane est environ 40 fois plus importante que celle avec le sévoflurane;
 - l'empreinte carbone de l'anesthésie avec l'isoflurane est environ 1,8 fois plus grande que celle avec le sévoflurane.

- L'utilisation du desflurane, même minoritaire, peut engendrer une empreinte carbone plus élevée que celle du sévoflurane et de l'isoflurane combinés.
 - Au Québec, entre 2019 et 2023, la majorité de l'équivalent CO₂ engendré, chaque année, par les agents halogénés était attribuable au desflurane, et ce, même si son taux d'utilisation était peu élevé.
 - En 2023, même si le nombre d'heures d'anesthésie générale associées au desflurane ne représentait que 3 % du nombre total d'heures d'anesthésie associées aux agents halogénés, celui-ci a engendré 51 % des tonnes d'équivalent CO₂ associées à ces agents.
- L'isoflurane est peu utilisé au bloc opératoire dans les établissements de santé au Québec. En effet, la proportion d'heures d'anesthésie associées à cet agent est demeurée stable depuis 5 ans (environ 2 % annuellement). En revanche, l'isoflurane demeure l'agent privilégié pour l'anesthésie générale d'animaux lors d'activités de recherche réalisées au sein d'animaleries de centres hospitaliers universitaires.
- En plus de générer des GES, le protoxyde d'azote, utilisé comme gaz porteur, ainsi que l'isoflurane contribuent aussi à l'appauvrissement de la couche d'ozone.
- La durée de vie des gaz halogénés dans l'atmosphère est de 14,1 ans pour le desflurane, 3,5 ans pour l'isoflurane et 1,9 an pour le sévoflurane. Celle du protoxyde d'azote est de 109 ans.
- Les procédés chimiques de synthèse des différents agents ne sont pas pris en compte dans les calculs de l'empreinte carbone. De même, l'impact environnemental des déchets générés notamment par leur fabrication, ou l'élimination des produits résiduels ou périmés, demeure méconnu.

Des anesthésiologistes actifs face au défi du réchauffement climatique

- Les consensus d'experts et les guides de pratique clinique en anesthésiologie, au Canada et à travers le monde, intègrent des lignes directrices en faveur de la pérennité environnementale.
- Dans le but de réduire l'empreinte carbone des anesthésies, ces documents et positions préconisent la réduction de l'empreinte carbone des gaz anesthésiques, notamment par le retrait du desflurane et la réduction de l'utilisation du protoxyde d'azote.
- De nombreux établissements du Québec, soutenus par des anesthésiologistes engagés, ont entrepris des démarches afin de réduire ou d'éliminer l'utilisation du desflurane et du protoxyde d'azote pour l'anesthésie générale par inhalation.
- Le virage pour réduire l'usage du desflurane est déjà entamé dans toutes les régions du Québec, et ce, depuis au moins 5 ans. Parmi les pharmacies ayant partagé leurs données, 27 % d'entre elles n'ont fourni aucune bouteille de desflurane au bloc opératoire en 2023.

Une législation qui se développe pour encadrer le retrait du desflurane

- Depuis 2023, l'Écosse a retiré le desflurane de ses hôpitaux publics.
- En avril 2024, le National Health Service (NHS) d'Angleterre a retiré le desflurane de ses hôpitaux, à l'exception de ceux où se pratiquent les neurochirurgies de longue durée (p. ex. les longues procédures neurochirurgicales crâniennes de plus de 10 heures qui exigent que le patient soit réveillé dès la fin de la chirurgie), pour lesquelles des raisons cliniques exceptionnelles pourraient être évoquées pour justifier l'usage de cet agent.
- À compter de 2026, l'Union européenne interdira l'utilisation du desflurane sauf si, pour des raisons médicales exceptionnelles, aucun autre anesthésique ne peut être utilisé.
- Aucune position en faveur du retrait de l'isoflurane ou du sévoflurane n'a été relevée au cours des présents travaux.

Avantage clinique du desflurane sur le sévoflurane : des données scientifiques non concluantes

- Selon l'information recensée, le profil d'innocuité des différents agents halogénés est similaire. Cependant, le desflurane est contre-indiqué pour une utilisation avec un masque lors de la phase d'induction à cause de son âcreté.
- Selon la littérature scientifique consultée et les différentes consultations menées auprès d'anesthésiologistes et d'inhalothérapeutes pratiquant au Québec :
 - l'utilisation du desflurane permet un réveil plus rapide d'une à deux minutes comparativement au sévoflurane, chez les personnes souffrant d'obésité notamment, mais cette différence n'est pas significative sur le plan clinique et n'a aucun impact organisationnel;
 - il ne semble pas y avoir de situation ou condition médicale pour lesquelles le desflurane ne peut être remplacé par un autre agent halogéné ou une autre méthode d'anesthésie. Un rapport récent, basé sur des opinions exprimées par des experts en neuro-anesthésie du Royaume-Uni, mentionne toutefois que certaines longues procédures de neurochirurgies crâniennes pourraient constituer des exceptions en faveur de l'utilisation du desflurane.

L'élimination du desflurane : une initiative économiquement avantageuse

- Selon les documents recensés et les consultations réalisées, la prestation et l'organisation des soins ne seraient pas significativement affectées par le retrait du desflurane.
- L'analyse économique effectuée sur la base de données québécoises démontre que le recours au desflurane n'est pas efficient par rapport à l'isoflurane et au sévoflurane, puisqu'il engendre des coûts d'acquisition supplémentaires ainsi que des coûts sociaux associés à l'empreinte carbone plus importants.

- Le remplacement progressif du desflurane par le sévoflurane pourrait permettre des économies de 204 400 \$ sur 3 ans, l'ampleur des économies attendues étant influencée par la vitesse d'élimination du desflurane.
- Toutefois, selon les modalités organisationnelles en place (contrats pour la location des évaporateurs et l'achat des agents), des pertes et/ou des pénalités pourraient réduire les économies attendues.

Protoxyde d'azote : des installations et des pratiques à optimiser

- Des initiatives ont déjà été entreprises par les départements d'anesthésiologie de plusieurs hôpitaux du Québec dans le but de réduire l'utilisation du protoxyde d'azote. Selon les consultations effectuées, l'utilisation du protoxyde d'azote comme gaz porteur est pratiquement abandonnée. Toutefois, un accès à ce gaz est conservé pour les césariennes qui nécessitent une anesthésie générale en situation d'urgence ou pour des situations particulières.
- Selon les consultations réalisées, et à l'instar de ce qui est observé dans plusieurs juridictions à travers le monde, des fuites de N₂O des systèmes centralisés ont été observées dans certains hôpitaux du Québec. À titre indicatif, en Écosse, le National Health Service de Lothian qui regroupe 21 hôpitaux a déclaré qu'environ 80 % du protoxyde d'azote qui était distribué par des canalisations ne se rend pas aux patients à cause des fuites, de la date d'expiration des gaz ou de vols à des fins d'utilisation récréative.
- Les données obtenues n'ont pas permis de brosser un portrait de la consommation de protoxyde d'azote comme gaz porteur au bloc opératoire. Néanmoins, selon les consultations effectuées, plusieurs établissements québécois ont cessé l'utilisation du système centralisé de distribution de protoxyde d'azote et l'ont remplacé par des bonbonnes portables de type E, sans que cela ait affecté significativement la prestation et l'organisation des soins.
- Bien que les données disponibles ne permettent pas d'estimer l'impact budgétaire net, une diminution du recours au protoxyde d'azote devrait réduire les coûts liés à l'acquisition de cet agent.
- L'utilisation de protoxyde d'azote par le biais d'une bonbonne E plutôt que par le système centralisé de distribution pourrait nécessiter certains investissements afin d'adapter les appareils d'anesthésie pour qu'ils puissent recevoir ces bonbonnes portables, en fonction de l'équipement disponible dans l'établissement.

Soutenir le développement durable par des stratégies organisationnelles ciblées

- Différentes stratégies organisationnelles permettant de soutenir l'implantation des changements proposés sont mentionnées dans la littérature. Parmi celles-ci, soulignons la collecte et le partage de données sur la consommation de gaz inhalés, l'estimation de l'empreinte carbone associée, l'évaluation du niveau d'acceptation des anesthésiologistes, ainsi que différentes activités de transfert de connaissance (p. ex. communication, enseignement).
- La restriction de l'accessibilité aux gaz et aux équipements, notamment par le contrôle des commandes, l'arrêt des contrats de location des évaporateurs ainsi que le retrait de cette option dans les formulaires d'établissement sont également des stratégies suggérées par les différentes parties prenantes consultées.
- L'empreinte carbone des gaz anesthésiques inhalés peut aussi être diminuée par l'utilisation d'équipements d'anesthésie plus modernes permettant de réduire la consommation de ces gaz (faible débit de gaz frais, anesthésie inhalée à objectif de concentration).

Délibération

À l'issue du processus d'évaluation et de consultation réalisé, une série de constats et des propositions de recommandations ont été formulés en considérant les différentes dimensions de l'énoncé de principes de l'INESSS ainsi que les incertitudes et limites associées aux données disponibles. Dans un premier temps, ces constats et propositions de recommandations ont été discutés avec les membres du comité consultatif, puis ils ont été présentés aux membres du Comité délibératif permanent – Modes d'intervention en santé.

Au terme des échanges et de la délibération, les membres du Comité délibératif permanent ont formulé les orientations générales visant à encadrer les différentes recommandations. Ils ont notamment souligné que les indicateurs environnementaux, socioculturels, cliniques, organisationnels et économiques pointent tous vers le retrait du desflurane au profit du sévoflurane. Selon eux, aucun bénéfice clinique justifiant l'utilisation exclusive du desflurane pour une anesthésie par inhalation n'a pu être identifié dans le cadre des travaux. De plus, le desflurane coûte plus cher à l'utilisation que le sévoflurane, et ce, sans même tenir compte du coût de l'impact sur l'environnement. Les membres du Comité délibératif permanent ont rappelé que le retrait du desflurane a déjà été établi dans les hôpitaux d'Écosse et dans près d'un tiers des hôpitaux du Québec, montrant la faisabilité du retrait de cet agent halogéné. Alors qu'une minorité des membres était favorable à un retrait complet du desflurane, et ce de façon imminente, une majorité était davantage favorable à une recommandation globale préconisant son retrait progressif en fonction des contrats en vigueur. Leurs arguments reposaient sur le fait que la modification des contrats d'achat du desflurane et de location des évaporateurs et cassettes, venant à échéance en 2026 ou 2027, pourrait entraîner des pénalités, et que la disposition des produits non utilisés conduirait aussi à des coûts et à des impacts potentiels sur l'environnement. Par ailleurs, la majorité des membres

était favorable à une orientation semblable à celle prise par le Royaume-Uni et l'Union européenne, soit de laisser une infime ouverture pour des utilisations de desflurane lors de circonstances exceptionnelles. Ils ont toutefois évoqué que les anesthésiologistes qui souhaiteraient néanmoins utiliser le desflurane lors de situations particulières devraient documenter les raisons et justifier l'absence d'option de remplacement.

À propos du protoxyde d'azote, les membres du Comité délibératif permanent sont d'avis que le remplacement des canalisations par des bonbonnes E de protoxyde d'azote diminuerait les risques d'exposition accidentelle des usagers et des professionnels de la santé en cas de fuite. Ils sont en faveur d'une recommandation appuyant la fermeture du système centralisé de distribution.

Enfin, les membres du comité rappellent que le retrait du desflurane et la réduction de l'utilisation du protoxyde d'azote, et des fuites par les canalisations, contribueraient à l'engagement du Québec à atteindre la carboneutralité en 2050.

Recommandations

À la lumière de l'appréciation globale de la valeur et des délibérations tenues avec le Comité délibératif permanent – Modes d'intervention en santé (CDP-MIS), **l'INESSS recommande** que des directives et des mesures soient mises en place, par le MSSS et les établissements de santé, pour parvenir, et ce dans un avenir rapproché et selon un plan et des échéanciers qui tiennent compte des particularités organisationnelles locales, à :

- l'élimination de l'usage du desflurane (sauf en cas de situations très exceptionnelles – voir la recommandation complémentaire plus bas);
- la fermeture des systèmes centralisés de distribution de protoxyde d'azote (en cessant l'alimentation des canalisations) et l'omission de ce type de système dans les plans de construction des futures infrastructures hospitalières.

Pour atteindre cet objectif global, l'INESSS recommande sur le plan clinique que, lorsqu'une procédure au bloc opératoire requiert l'utilisation d'une anesthésie générale par inhalation :

- le desflurane ne soit plus utilisé, sauf en cas de situations exceptionnelles. Dans un tel cas, les raisons médicales justifiant l'absence d'une solution de rechange au desflurane devraient être documentées (p. ex. dans le dossier patient ou le formulaire d'anesthésie);
- l'agent anesthésique avec la plus faible empreinte carbone soit privilégié, lequel correspond présentement au sévoflurane;
- l'utilisation de mesures d'atténuation de l'empreinte carbone des gaz halogénés, comme le faible débit de gaz frais ou l'anesthésie inhalée à objectif de concentration (AINOC, FetCible), soit privilégiée, lorsque cela est possible;

- le protoxyde d'azote ne soit pas utilisé comme gaz porteur, à moins d'une raison médicale justifiant son utilisation;
- le recours au protoxyde d'azote à des fins de sédation se limite à des circonstances particulières.

Afin d'encadrer et de soutenir cette transition, l'INESSS formule les recommandations complémentaires suivantes :

Du point de vue organisationnel, les établissements, en collaboration avec leur comité de développement durable, devraient se doter d'un plan d'action pour tendre vers une réduction globale de l'empreinte carbone des gaz anesthésiques en fonction de leurs contraintes contractuelles et particularités locales, et inclure des moyens pour notamment :

- suivre la consommation des agents anesthésiques inhalés, y compris celle du protoxyde d'azote, dans les différentes installations;
- mesurer l'empreinte carbone des gaz anesthésiques consommés et les coûts associés;
- compiler les raisons médicales justifiant le recours exceptionnel au desflurane.

Dans le processus de transition vers le retrait progressif du desflurane,

- le MSSS devrait retirer ce gaz de la Liste de médicaments – Établissements (provinciale);
- les établissements et les installations devraient, selon leurs particularités locales :
 - retourner progressivement les évaporateurs et cassettes compatibles avec le desflurane d'ici la fin des contrats de location en vigueur, et ce, de façon à ce que les frais économisés surpassent les pénalités associées aux retours anticipés,
 - retirer le desflurane de leur formulaire de médicaments,
 - prévoir la mise à jour des logiciels des appareils anesthésiques, ou renouveler les appareils lors des prochains appels d'offres, afin de permettre l'utilisation de la fonction FetCible et ainsi de diminuer la quantité de sévoflurane utilisée, et par le fait même les émissions de gaz à effet de serre.

Dans le processus de transition vers la mise hors service des systèmes centralisés de distribution de protoxyde d'azote et la diminution de la consommation du protoxyde d'azote,

- les établissements et les installations devraient rendre disponibles des bonbonnes de protoxyde d'azote de type E pour un usage sélectif, par exemple au bloc opératoire ou en salle de césarienne, et adapter les appareils d'anesthésie pour permettre leur utilisation avec des bonbonnes de N₂O si

nécessaire. Le cas échéant, des mesures de suivi et de contrôle contre les vols devraient être mises en place.

Pour assurer une gestion optimale des inventaires et limiter les pénalités financières liées aux contrats en vigueur,

- les chefs de département en anesthésiologie et les gestionnaires de bloc opératoire devraient tenir les responsables des acquisitions (p. ex. pharmacies, magasins, génie biomédical, CAG) informés des changements de pratique préconisés concernant les agents anesthésiques inhalés. En parallèle, les responsables des acquisitions devraient tenir compte des besoins anticipés avant de conclure une entente sur les agents anesthésiques inhalés et les appareils et dispositifs associés.

Sur le plan des connaissances générales et de la sensibilisation aux enjeux environnementaux liés aux gaz anesthésiques, l'INESSS recommande

- que les milieux d'enseignement rehaussent la formation de base des futurs professionnels de la santé appelés à prescrire ou à administrer des agents anesthésiques inhalés, pour y introduire les considérations environnementales en lien avec l'anesthésie;
- que les ordres, fédérations et associations professionnels dont les membres sont amenés à utiliser les agents anesthésiques inhalés dans leur pratique, y compris la médecine dentaire et vétérinaire,
 - diffusent les recommandations de l'INESSS,
 - sensibilisent leurs membres au regard des impacts environnementaux des agents anesthésiques inhalés (p. ex. émissions de gaz à effet de serre, effet sur la couche d'ozone),
 - encouragent leurs membres à adopter des pratiques cliniques minimisant leur empreinte carbone,
 - qu'une formation continue, facilement accessible et donnant accès à des crédits de formation, soit élaborée pour sensibiliser les professionnels de la santé concernés et perfectionner leur connaissances aux enjeux environnementaux des agents anesthésiques inhalés et aux pratiques permettant de diminuer les émissions de GES lors de leur utilisation.

À terme, pour apprécier les retombées de la mise en œuvre des recommandations sur les plans clinique, organisationnel, économique et environnemental, l'INESSS recommande

- que le MSSS demande aux établissements de santé un suivi des mesures déployées et des résultats atteints en vue du prochain plan d'action de développement durable 2029-2033.

Conclusion

Avec cet avis, l'INESSS formule pour la première fois des recommandations visant directement la modification de pratiques cliniques en vigueur dans le réseau de la santé dans le but de réduire l'empreinte carbone dans ce secteur. Avec le retrait progressif du desflurane, la réduction de l'utilisation du protoxyde d'azote et l'optimisation de l'utilisation du sévoflurane, la mise en œuvre des recommandations contribuera à l'objectif du Québec d'atteindre la carboneutralité en 2050. Bien que modestes par rapport à l'émission globale des gaz à effet de serre, les changements proposés auront néanmoins un effet bénéfique sur l'empreinte carbone des anesthésies générales et donc du système de santé. En appui aux initiatives locales, cet avis sera un levier pour faciliter la communication et la mise en place d'actions, à différents niveaux, dans l'optique de diminuer collectivement cette empreinte. Au-delà des gaz anesthésiques, d'autres gestes et pratiques cliniques peuvent aussi contribuer à réduire l'empreinte carbone, et ce, sans compromettre la qualité et la sécurité des soins. Par le biais de sa [veille sur les impacts environnementaux en santé](#), l'INESSS poursuit ses réflexions quant à la considération environnementale dans ses évaluations et demeure à l'affût des avancées scientifiques dans ce domaine, y compris en ce qui concerne les impacts environnementaux globaux des soins prodigués au bloc opératoire.

SUMMARY

Reducing the carbon footprint of anesthetic agents inhaled in the operating room during general anesthesia: strategies and challenges to consider

Introduction

In recent years, the use of certain anesthetic agents inhaled in the operating room during general anesthesia, particularly desflurane and nitrous oxide, has come under increasing criticism for their high carbon footprint.

Following a request from the Association des anesthésiologistes du Québec, the Direction des affaires pharmaceutiques et du médicament of the Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) commissioned the Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (INESSS) to formulate recommendations on clinical practices to reduce the carbon footprint of inhaled anesthetic agents in the operating room, without compromising the delivery and safety of care. The mandate also included anticipating the issues associated with these changes, and the mitigating actions to be planned where appropriate. This clinically relevant work is consistent with the *Greening Operating Room Practices* of the MSSS 2023-2028 Sustainable Development Action Plan.

Methodology

The evaluation questions for this work were formulated to meet the objectives of the mandate, covering the socio-cultural, clinical, organizational, and economic dimensions of the INESSS [Statement of Principles and Ethical Foundations as well as the pharmacological and environmental considerations](#) inherent in the decision-making questions. In collaboration with a scientific information consultant (librarian), a systematic search of the scientific literature was conducted in the MEDLINE, Embase and EBM Reviews (Cochrane Database of Systematic Reviews) databases. A manual search of grey literature was also conducted, consulting, among others, the websites of learned societies specializing in the field, as well as regulatory, health, or health technology evaluation agencies. The references of the selected publications were also consulted to identify other relevant documents, including systematic reviews in support of the recommendations published in the selected clinical practice guides, guidelines, or position statements. For rapid reviews, document selection and evaluation of methodological quality or scientific credibility were conducted independently by two scientific professionals. The extraction, analysis, and synthesis of the information gathered to respond to certain aspects of the clinical, sociocultural, and economic dimensions were conducted by one professional, then validated by a second. Product monographs for inhaled anesthetic agents commercially available in Canada were consulted, as was Health Canada's MedEffect registry. The websites of federal, territorial, and provincial governments, groupings, communities of practice, or learned societies specializing in the field, and of Quebec associations, federations, and professional orders

involved in this work were also consulted. Quebec data on the acquisition and consumption of anesthetic agent cylinders were obtained from clinical-administrative databases and from collaborators in charge of procurement in healthcare institutions and at the government level. Efficiency and budget impact analyses were conducted on the basis of scientific and contextual data.

Stakeholder perspectives were gathered through an Advisory Committee made up of healthcare professionals with various specialties and expertise in anesthesiology, practicing in facilities located in metropolitan or urban areas and offering several types of surgical services, for both adults and children. Ad hoc consultations with head pharmacists, directors, and professionals from the facilities' quality, evaluation, performance and ethics departments, biomedical engineers, and finally directors of the Government Procurement Centre also enabled us to gather various data relating to volume, inventory management, anesthetic equipment and the specifics of current contracts, as well as organizational issues specific to their work environment.

Deliberations on the recommendations, based on an overall assessment of the evidence regarding the four dimensions relevant to the work, were conducted with the members of the Standing Deliberative Committee - Healthcare Intervention Methods. Finally, the overall quality of the work, its acceptability, and applicability were assessed by external readers specialized or involved in the field of interest.

Main Findings

Anesthetic Gases: A Target for Reducing the Carbon Footprint of General Anesthesia

- In Quebec, the healthcare sector generates 3.6 % of greenhouse gas (GHG) emissions. Anesthetic gases, including halogenated agents (desflurane, isoflurane, sevoflurane), nitrous oxide and metered-dose inhalers, account for 3 % of the healthcare sector, or 0.1 % of Quebec's GHGs.
- Inhaled anesthetic agents all have a carbon footprint, albeit of various sizes. According to current scientific data:
 - the carbon footprint of desflurane anesthesia is around 40 times greater than that of sevoflurane;
 - the carbon footprint of isoflurane anesthesia is around 1.8 times greater than that of sevoflurane.
- The use of desflurane, even in the minority, can result in a higher carbon footprint than that of sevoflurane and isoflurane combined.
 - In Quebec, between 2019 and 2023, the majority of the CO₂ equivalent generated each year by halogenated agents was attributable to desflurane, even though its use rate was low.

- In 2023, although the number of general anaesthetic hours associated with desflurane represented only 3 % of the total number of anaesthetic hours associated with halogenated agents, it generated 51 % of the tonnes of equivalent CO₂ associated with these agents.
- Isoflurane is rarely used in operating theatres in Quebec healthcare institutions. In fact, the proportion of anesthesia hours associated with this agent has remained stable over the past 5 years (around 2 % annually). On the other hand, isoflurane remains the preferred agent for general anesthesia of animals used in research activities conducted in university hospital animal facilities.
- In addition to generating GHGs, nitrous oxide, used as a carrier gas, and isoflurane also contribute to the depletion of the ozone layer.
- The atmospheric lifetime of halogenated gases is 14.1 years for desflurane, 3.5 years for isoflurane, and 1.9 years for sevoflurane. The atmospheric lifetime of nitrous oxide is 109 years.
- The chemical processes involved in synthesizing the various agents are not included in the carbon footprint calculations. Similarly, little is known about the environmental impact of the waste generated by their manufacture, or the disposal of residual or out-of-date products.

Active Anesthesiologists Face the Challenge of Global Warming

- Expert consensus and clinical practice guidelines in anesthesiology, in Canada and around the world, incorporate guidelines for environmental sustainability.
- With the aim of reducing the carbon footprint of anesthesia, these documents and positions advocate reducing the carbon footprint of anesthetic gases, notably by withdrawing desflurane and reducing the use of nitrous oxide.
- Many Quebec institutions, supported by committed Anesthesiologists, have taken steps to reduce or eliminate the use of desflurane and nitrous oxide for general inhalation anesthesia.
- The move to reduce the use of desflurane is already underway in all regions of Quebec and has been for at least 5 years. Of the pharmacies that shared their data, 27 % supplied no desflurane bottles to the operating room in 2023.

Increasing Legislation to Regulate the Withdrawal of Desflurane

- Since 2023, Scotland has withdrawn desflurane from its public hospitals.
- In April 2024, England's National Health Service (NHS) withdrew desflurane from its hospitals, with the exception of those performing long-duration neurosurgeries (e.g., long cranial neurosurgical procedures lasting more than 10 hours and requiring the patient to be awake immediately after surgery), for which exceptional clinical reasons could be cited to justify the use of this agent.

- As of 2026, the European Union will ban the use of desflurane unless, for exceptional medical reasons, no other anesthetic can be used.
- No position supporting the withdrawal of isoflurane or sevoflurane was identified during the course of this work.

Clinical Advantage of Desflurane over Sevoflurane: Inconclusive Scientific Data

- According to the information available, the safety profile of various halogenated agents is similar. However, desflurane is contraindicated for use with a mask during the induction phase, due to its pungency.
- According to the scientific literature consulted and various consultations with Anesthesiologists and Respiratory Therapists practicing in Quebec:
 - the use of desflurane results in a one- to two-minute faster awakening than sevoflurane, particularly in obese patients, but this difference is not clinically significant and has no organizational impact;
 - there does not appear to be any situation or medical condition for which desflurane cannot be replaced by another halogenated agent or another method of anesthesia. A recent report, however, based on opinions expressed by UK Neuroanesthesia experts, mentions that certain long cranial neurosurgery procedures may constitute grounds for clinical exceptions.
 - some specific clinical exceptions that might justify the use of desflurane, notably for people undergoing lengthy cranial neurosurgery procedures.

Eliminating Desflurane: A Cost-Effective Initiative

- According to the documents reviewed and the consultations held, the provision and organization of care would not be significantly affected by the withdrawal of desflurane.
- Economic analysis based on Quebec data shows that the use of desflurane is inefficient compared with isoflurane and sevoflurane, since it generates additional acquisition costs and higher social costs associated with the carbon footprint.
- Gradual replacement of desflurane by sevoflurane could result in savings of \$204,400 over 3 years, the magnitude of the expected savings being influenced by the speed of desflurane elimination.
- However, depending on the organizational arrangements in place (contracts for the rental of evaporators and the purchase of agents), losses and/or penalties could reduce the expected savings.

Nitrous Oxide: Facilities and Practices to be Optimized

- Initiatives have already been undertaken by the Anesthesiology Departments of several Quebec hospitals to reduce the use of nitrous oxide. According to the consultations held, the use of nitrous oxide as a carrier gas has been largely abandoned. However, access to this gas is maintained for caesarean sections requiring general anaesthesia in emergency or special situations.
- According to the consultations held and as observed in several jurisdictions around the world, N₂O leaks from centralized systems have been observed in some Quebec hospitals. For example, in Scotland, the National Health Service in Lothian, which includes 21 hospitals, reported that around 80 % of nitrous oxide distributed through pipelines does not reach patients because of leaks, gas expiry dates, or theft for recreational use.
- The data obtained did not provide a picture of nitrous oxide consumption as a carrier gas in the operating theatre. Nevertheless, according to the consultations held, several Quebec institutions have stopped using the centralized nitrous oxide distribution system and replaced it with portable type E cylinders, without this having significantly affected the delivery and organization of care.
- Although the available data do not allow us to estimate the net budgetary impact, a reduction in the use of nitrous oxide should reduce the costs associated with the acquisition of this agent.
- The use of nitrous oxide through an E-cylinder rather than the centralized distribution system may require some investment to adapt anesthesia machines to accommodate these portable cylinders, depending on the equipment available in the institution.

Supporting Sustainable Development through Targeted Organizational Strategies

- Various organizational strategies to support the implementation of the proposed changes are mentioned in the literature. These include collecting and sharing data on inhalation gas consumption, estimating the associated carbon footprint, evaluating Anesthesiologists' level of acceptance, and various knowledge transfer activities (e.g. communication, teaching).
- Restricting access to gases and equipment, notably by controlling orders, discontinuing vaporizer rental contracts and removing this option from institutional forms are also strategies suggested by the various stakeholders consulted.
- The carbon footprint of inhaled anaesthetic gases can also be reduced through the use of more modern anaesthesia equipment (low fresh gas flows, target-controlled inhalational anaesthesia).

Deliberation

At the end of the evaluation and consultation process, a series of findings and proposed recommendations were formulated, taking into account the various dimensions of the INESSS statement of principles, as well as the uncertainties and limitations associated with the available data. These findings and proposed recommendations were first discussed with members of the Advisory Committee, then presented to members of the Standing Deliberative Committee - Health Intervention Methods.

At the end of the discussions and deliberations, members of the Standing Deliberative Committee formulated the general guidelines for the various recommendations. In particular, they stressed that environmental, socio-cultural, clinical, organizational, and economic indicators all support the withdrawal of desflurane in favour of sevoflurane. In their view, no clinical benefit justifying the exclusive use of desflurane for inhalation anesthesia could be identified in the course of the work. Furthermore, desflurane is more expensive to use than sevoflurane, without even factoring in the cost of environmental impact. Members of the Standing Deliberative Committee noted that withdrawal of desflurane has already been established in hospitals in Scotland and in almost a third of Quebec hospitals, demonstrating the feasibility of removing this halogenated agent. While a minority of members favoured a complete and imminent withdrawal of desflurane, a majority were more in favour of an overall recommendation advocating its gradual withdrawal in line with existing contracts. Their arguments were based on the fact that modifying contracts for the purchase of desflurane and the rental of evaporators and cassettes, due to expire in 2026 or 2027, could entail penalties, and that the disposal of unused products would also lead to costs and potential environmental impacts. On the other hand, the majority of members favoured a direction similar to that taken by the UK and the European Union, i.e. to leave a tiny opening for uses of desflurane in exceptional circumstances. They did, however, mention that Anesthesiologists who nevertheless wished to use desflurane in special situations would have to document the reasons and justify the absence of an alternative option.

On the subject of nitrous oxide, members of the Standing Deliberative Committee felt that replacing pipelines with nitrous oxide E cylinders would reduce the risk of accidental exposure of users and healthcare professionals in the event of a leak. They were in favour of a recommendation supporting the closure of the centralized distribution system.

Finally, committee members noted that withdrawing desflurane and reducing the use of nitrous oxide, and leakage through pipes, would contribute to Quebec's commitment to achieving carbon neutrality by 2050.

Recommendations

In light of the overall assessment of value and the deliberations held with the Standing Deliberative Committee - Health Intervention Methods (CDP-MIS), **the INESSS recommends** that guidelines and measures be implemented by the MSSS and healthcare institutions, to achieve, in the near future, and according to a plan and schedule that take into account local organizational specificities:

- eliminating the use of desflurane (except in very exceptional situations - see additional recommendation below);
- closure of centralized nitrous oxide distribution systems (by ceasing to supply pipelines) and the omission of this type of system from construction plans for future hospital infrastructures.
- To achieve this overall objective, the INESSS recommends that, from a clinical standpoint when an operating room procedure requires the use of general anesthesia by inhalation:
- desflurane should no longer be used, and only in exceptional situations. In such cases, the medical reasons justifying the absence of an alternative to desflurane should be documented (e.g. in the patient record or anesthesia form);
- the anesthetic agent with the lowest carbon footprint is favoured, which currently corresponds to sevoflurane;
- the use of measures to reduce the carbon footprint of halogenated gases, such as low flow of fresh gas or target concentration inhalation anesthesia (AINOC, FetCible), is favoured wherever possible;
- nitrous oxide should not be used as a carrier gas, unless there is a medical reason for its use;
- nitrous oxide is only used for sedation in special circumstances.

In order to Guide and Support This Transition, the INESSS Makes the Following Additional Recommendations:

From an Organizational Perspective, institutions, in collaboration with their Sustainable Development Committee, should develop an action plan to move towards an overall reduction in the carbon footprint of anesthetic gases, based on their contractual constraints and local specificities, and include means to, in particular:

- monitor the consumption of inhaled anesthetic agents, including nitrous oxide, in the various facilities;
- measure the carbon footprint of anesthetic gases consumed and associated costs;
- compile medical reasons justifying the exceptional use of desflurane.

As Part of the Transition to the Gradual Phase-out of Desflurane,

- the MSSS should remove this gas from the provincial List of medications-Institutions;
- institutions and facilities should, according to their local circumstances:
 - gradually return desflurane-compatible vaporizers and cassettes by the end of current leases, so that the costs saved outweigh the penalties associated with early returns,
 - remove desflurane from their drug list,
 - plan to update anesthesia machine software, or renew machines in future calls for tender, to enable use of the FetCible feature and thus reduce the amount of sevoflurane used, and hence greenhouse gas emissions.

As Part of the Transition to the Decommissioning of Centralized Nitrous Oxide Distribution Systems and the Reduction of Nitrous Oxide Consumption,

- institutions and facilities should make type E nitrous oxide cylinders available for selective use, e.g. in the operating theatre or caesarean section, and adapt anaesthesia equipment to allow use with N₂O cylinders if necessary. Where necessary, monitoring and control measures against theft should be implemented.

To Ensure Optimal Inventory Management and Limit Financial Penalties Related to Existing Contracts,

- anesthesiology Department Heads and Managers should keep those in charge of procurement (e.g. pharmacy, stores, biomedical engineering, CAG) informed of recommended changes in practice concerning inhaled anesthetic agents. At the same time, those in charge of procurement should take anticipated needs into account before concluding an agreement on inhaled anesthetic agents and associated devices.

Regarding General Knowledge and Awareness of Environmental Issues Related to Anesthetic Gases, the INESSS Recommends That

- educational institutions enhance the basic training of future healthcare professionals called upon to prescribe or administer inhaled anesthetic agents, to include environmental considerations related to anesthesia;
- professional orders, federations, and associations whose members use inhalational anesthetics in their practice, including dentistry and veterinary medicine,
 - disseminate the INESSS recommendations,
 - make their members aware of the environmental impact of inhaled anesthetic agents (e.g. greenhouse gas emissions, effect on the ozone layer),

- encourage their members to adopt clinical practices that minimize their carbon footprint,
- ongoing training, easily accessible and giving access to training credits, be developed to raise the awareness and knowledge of the healthcare professionals involved in the environmental issues surrounding inhalation anesthetics, and in practices that reduce GHG emissions during their use.

Ultimately, to Evaluate the Clinical, Organizational, Economic, and Environmental Impact of Implementing the Recommendations, the INESSS Recommends That

- the MSSS ask healthcare institutions to follow up on the measures deployed and the results achieved, in preparation for the next sustainable development action plan 2029-2033.

Conclusion

For the first time, the INESSS has made recommendations aimed directly at modifying current clinical practices in the healthcare network, in order to reduce the sector's carbon footprint. By phasing out desflurane, reducing the use of nitrous oxide, and optimizing the use of sevoflurane, the implementation of these recommendations will contribute to Quebec's goal of becoming carbon neutral by 2050. Although modest in relation to overall greenhouse gas emissions, the proposed changes will nonetheless have a beneficial effect on the carbon footprint of general anesthesia and therefore of the healthcare system. In support of local initiatives, this opinion will serve as a lever to facilitate communication and the implementation of actions, at various levels, to collectively reduce this footprint. In addition to anaesthetic gases, other clinical procedures and practices can also contribute to reducing the carbon footprint, without compromising the quality and safety of care. Through its [monitoring of environmental impacts in healthcare, the INESSS continues to reflect on environmental considerations in its evaluations, and keeps abreast of scientific advances](#) in this field, including the overall environmental impact of care provided in the operating theatre.

SIGLES ET ACRONYMES

| | |
|------------------|--|
| AACCODS | <i>Authority, accuracy, coverage, objectivity, date and significance</i> |
| AAQ | Association des anesthésiologistes du Québec |
| ACMTS | Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé (CADTH en anglais) |
| AGREE | Appraisal of Guidelines for Research and Evaluation |
| AINOC | Anesthésie inhalée à objectif de concentration (FetCible en anglais) |
| ANFH | Association nationale pour la formation permanente du personnel hospitalier |
| BIS | Indice bispectral |
| CAG | Centre d'acquisitions gouvernementales |
| CDP-MIS | Comité délibératif permanent – Modes d'intervention en santé |
| CMS | Centres médicaux spécialisés |
| CMDP | Conseil des médecins, dentistes et pharmaciens |
| CO ₂ | Dioxyde de carbone |
| COP | Conférence des Parties |
| DQEPE | Directions de la qualité, évaluation, performance et éthique |
| e-CPS | electronic Compendium of Pharmaceuticals and Specialties |
| Eco-CMDP | Comité de développement durable du CMDP |
| ECRA | Essai comparatif avec répartition aléatoire |
| EEG | Électroencéphalographie |
| ETMISSS | Évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé et services sociaux |
| ETS | Évaluation des technologies en santé |
| FDA | Food and Drug Administration |
| GAR | Gaz anesthésiques résiduels |
| GES | Gaz à effet de serre |
| GIEC | Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat |
| GPC | Guide de pratique clinique |
| INESSS | Institut national d'excellence en santé et en services sociaux |
| INSPQ | Institut national de santé publique du Québec |
| IPAM | Institut de la pertinence des actes médicaux |
| MAC | Concentration alvéolaire minimale (acronyme anglais de <i>minimum alveolar concentration</i>) |
| MSSS | Ministère de la Santé et des Services sociaux |
| N ₂ O | Protoxyde d'azote |

| | |
|----------------|--|
| NCH | Nouveau complexe hospitalier |
| NHS | National Health Service |
| NICE | National Institute for Health and Care Excellence |
| O ₂ | Oxygène |
| PADD | Plan d'action de développement durable |
| PGTM | Programme de gestion thérapeutique des médicaments |
| PRG | Potentiel de réchauffement global |
| RAMQ | Régie de l'assurance maladie du Québec |
| RSSS | Réseau de la santé et des services sociaux |
| SCA | Société canadienne des anesthésiologistes |
| SFAR | Société française d'anesthésie et de réanimation |
| TCI | <i>Target controlled infusion</i> |
| TIVA | <i>Total intravenous anesthesia</i> |
| UETMIS | Unités d'évaluation des technologies en santé |
| WFSA | World federation of societies of anaesthesiologist |

GLOSSAIRE

Carboneutralité

Situation dans laquelle les émissions anthropiques de gaz à effet de serre dans l'atmosphère sont entièrement compensées par l'absorption anthropique de ces gaz au cours d'une période donnée¹.

Centre médical spécialisé

Lieu aménagé hors d'une installation maintenue par un établissement aux fins de permettre à un ou plusieurs médecins de dispenser à leur clientèle les services médicaux nécessaires pour effectuer une arthroplastie-prothèse de la hanche ou du genou, une extraction de la cataracte avec implantation d'une lentille intraoculaire ou tout autre traitement médical spécialisé déterminé par règlement du gouvernement^{2,3}.

Curare

Médicament utilisé en anesthésie pour paralyser les muscles⁴.

Cycle de vie

D'un point de vue environnemental, c'est l'ensemble des étapes de la vie du produit étudié (l'extraction des ressources naturelles, la fabrication, l'emballage, le transport, l'utilisation et le recyclage ou l'élimination)⁵.

Durée de vie dans l'atmosphère

La durée de vie atmosphérique est le temps moyen pendant lequel une molécule réside dans l'atmosphère avant d'être éliminée par réaction chimique ou par dépôt. En général, si une quantité d'un composé est émise dans l'atmosphère à un moment donné, environ 35 % de cette quantité restera dans l'atmosphère à la fin de la durée de vie atmosphérique du composé. Cette fraction continuera à diminuer de manière exponentielle, de sorte qu'il restera environ 15 % de la quantité à la fin de deux fois la durée de vie atmosphérique, etc. (Certains composés, notamment le dioxyde de carbone, ont des cycles de vie plus complexes et leur durée de vie dans l'atmosphère n'est pas définie par une simple équation exponentielle).⁶

¹ Loi canadienne sur la responsabilité en matière de carboneutralité : <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/c-19.3/TexteComplet.html>.

² Loi sur les services de santé et les services sociaux : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/S-4.2#se:333_1.

³ Règlement sur les traitements médicaux spécialisés dispensés dans un centre médical spécialisé : <https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/S-4.2,%20r.%2025/>.

⁴ Office québécois de la langue française : [curare | GDT \(gouv.qc.ca\)](https://www.qlf.gouv.qc.ca/curare).

⁵ Office québécois de la langue française : [cycle de vie | GDT \(gouv.qc.ca\)](https://www.qlf.gouv.qc.ca/cycle-de-vie).

⁶ Agence de la protection environnementale des États-unis : [System of Registries | US EPA](https://www.epa.gov/system-of-registries)

Émission de gaz à effet de serre.

Rejet dans l'atmosphère de gaz d'origine naturelle ou anthropique, qui absorbent et renvoient les rayons infrarouges en provenance de la surface terrestre⁷.

Empreinte carbone

Somme des émissions de gaz à effet de serre découlant des activités humaines⁸.

Impact environnemental

Effet sur la santé, la qualité des écosystèmes, l'épuisement des ressources, le changement climatique par des activités anthropiques⁹.

Potentiel de réchauffement global

Indice pour simplifier, comparer et interpréter les répercussions des gaz à effet de serre sur le réchauffement climatique¹⁰.

⁷ Office québécois de la langue française : [émissions de gaz à effet de serre | GDT \(gouv.qc.ca\)](#).

⁸ Office québécois de la langue française : [empreinte de carbone | GDT \(gouv.qc.ca\)](#).

⁹ Le centre international de référence sur l'analyse du cycle de vie et la transition durable (CIRAIG) et le ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation : <https://vimeo.com/40419331>.

¹⁰ Groupe d'experts intergouvernemental sur les changements climatiques : [Les publications — IPCC](#).

INTRODUCTION

Problématique

Les activités menées au bloc opératoire représentent une source significative de pollution au sein des hôpitaux, résultant de la nature des interventions pratiquées, de la consommation d'énergie et de ressources nécessaires, ainsi que de l'utilisation d'équipements, de matériel, de médicaments et de produits chimiques. Parmi les différents types de pollution engendrés, les émissions de gaz à effet de serre dues aux gaz anesthésiants occupent une place importante et, de plus, certains gaz participent à la destruction de la couche d'ozone. Ces émissions ont un impact direct et notable sur l'environnement.

Fréquemment utilisés au bloc opératoire pour induire et entretenir l'anesthésie générale lors d'une chirurgie, les agents anesthésiques inhalés sont des sources de GES. Deux types d'agents sont disponibles au Québec¹¹ [INESSS, 2020] :

- les agents halogénés, tels que l'isoflurane, le desflurane et le sévoflurane, qui se présentent sous forme de liquide clair ou volatil et sont associés à un gaz porteur (protoxyde d'azote ou combinaison d'air et d'oxygène);
- le protoxyde d'azote (N₂O), un gaz rarement utilisé seul lors d'une anesthésie générale, mais en combinaison avec un agent halogéné ou lors d'une anesthésie par intraveineuse totale (en anglais *total intravenous anaesthesia* [TIVA]), avec généralement du propofol (2,6 di-isopropylphénol) combiné à un opioïde de courte durée d'action comme adjuvant (p. ex. rémifentanyl) [Knuf et Maani, 2022].

Depuis quelques années, le recours à certains de ces agents (particulièrement le desflurane et le protoxyde d'azote) est de plus en plus critiqué, et ce, en raison de leur empreinte carbone plus élevée. Les débats entourant leur utilisation s'inscrivent dans un effort global de lutte contre les changements climatiques.

Contexte de l'amorce des travaux

À la suite d'une demande de l'Association des anesthésiologistes du Québec (AAQ), et plus particulièrement de son comité sur la carboneutralité, la Direction des affaires pharmaceutiques et du médicament du MSSS a confié à l'INESSS le mandat de formuler des recommandations sur les meilleures pratiques cliniques à mettre en place pour diminuer l'empreinte carbone des agents anesthésiques inhalés utilisés au bloc opératoire, sans compromettre la prestation et la sécurité des soins, puis d'anticiper les enjeux associés à ces changements et les actions de mitigation à prévoir le cas échéant.

Ces travaux de pertinence clinique s'inscrivent en cohérence avec l'action *Verdir les pratiques au bloc opératoire* du [Plan d'action de développement durable 2023-2028](#) du MSSS.

¹¹ [Liste des médicaments fournis en établissement](#), Régie de l'assurance maladie (consulté le 2 avril 2024).

Objectifs

Les objectifs de ces travaux sont les suivants :

- déterminer les pratiques cliniques à privilégier pour réduire l'émission de GES associés aux agents anesthésiques inhalés, et ce, sans compromettre la sécurité, la prestation des soins anesthésiques et le flux des patients au bloc opératoire;
- déterminer les stratégies à considérer et les actions de mitigation à prévoir pour faciliter l'acceptabilité et l'applicabilité des changements de pratique clinique préconisés pour diminuer l'empreinte carbone de l'anesthésie générale par inhalation;
- sensibiliser les professionnels de la santé, ainsi que les administrateurs et les gestionnaires, à l'impact des différents agents anesthésiques inhalés sur l'émission des GES pour ainsi tendre vers une acceptabilité des changements proposés et un engagement à adopter des pratiques cliniques et d'achat plus respectueuses de l'environnement.

Livrables

- Avis
- Outil(s) de transfert de connaissances

Aspects et livrables exclus

Les aspects et livrables suivants ont été exclus des travaux en raison de la portée du mandat initial, parce que d'autres directions au MSSS sont à réaliser des travaux complémentaires ou encore parce que des travaux ont été effectués antérieurement par l'INESSS ou pourraient l'être éventuellement :

- Revue systématique *de novo* d'études primaires ou revue de revues systématiques sur
 - l'efficacité et l'innocuité des différents agents anesthésiques utilisés au bloc opératoire.
- Portrait québécois complet
 - de la consommation de protoxyde d'azote au bloc opératoire,
 - des fuites de protoxyde d'azote par le biais des systèmes centralisés de distribution des hôpitaux.
- Mesure de l'impact environnemental global à l'égard de l'application des recommandations.

- Recommandations sur
 - le choix du type d’anesthésie (générale, locorégionale ou locale) en fonction de la population, de la condition de santé de la personne, de la procédure ou de la nature de la chirurgie;
 - l’utilisation de la TIVA plutôt que des agents halogénés lors d’une anesthésie générale au bloc opératoire.
- Recommandations sur les gaz anesthésiants résiduels et l’impact sur les travailleurs de la santé.
- Évaluation à des fins d’inscription, d’accès ou de couverture publique des dispositifs comme stratégies pour réduire l’impact des agents anesthésiques inhalés sur l’émission des GES (utilité clinique, performance, efficacité de ces technologies).

Bien que ces aspects soient exclus des travaux, certaines considérations ou certains enjeux en lien avec ces éléments ont été relevés lors de la recherche de la littérature ou lors de consultations avec les parties prenantes. Ceux-ci ont été pris en compte dans la formulation des pistes d’amélioration.

Les recommandations formulées dans les présents travaux portent exclusivement sur l’usage des anesthésiques inhalés au bloc opératoire d’un établissement de santé. Par contre, pour celles spécifiques au protoxyde d’azote, la portée pourrait être plus large (p. ex. salles d’accouchement, urgence, soins intensifs, cliniques médicales ou dentaires privées).

APPRÉCIATION GLOBALE DE LA VALEUR, CADRE D'ÉVALUATION ET MÉTHODOLOGIE

Appréciation globale de la valeur des agents anesthésiques inhalés

L'introduction, l'amélioration de l'usage ou le retrait d'interventions de même que la transformation des pratiques cliniques et organisationnelles sont toutes des approches qui peuvent contribuer à la création de valeur pour le réseau de la santé et des services sociaux.

Pour ces travaux, les questions décisionnelles suivantes ont été ciblées :

1. À partir du moment où la décision de recourir à une anesthésie générale par inhalation est prise, quelles pratiques cliniques seraient à privilégier pour réduire l'émission de GES associés aux agents anesthésiques inhalés, et ce, sans compromettre la sécurité, la prestation des soins anesthésiques et le flux des patients au bloc opératoire?
2. Quelles sont les stratégies organisationnelles de mitigation les plus optimales pour amener les changements de pratique clinique escomptés à l'égard des agents anesthésiques inhalés?

Pour évaluer si l'usage de certains agents anesthésiques inhalés nuit ou non au bien commun et apporte peu ou pas de valeur au système de santé et de services sociaux dans le contexte québécois, une approche générale d'appréciation globale de la valeur a été utilisée. Les considérations, perspectives et dimensions suivantes ont été incluses dans l'évaluation :

- Considérations pharmacologiques et environnementales de chacun des agents anesthésiques inhalés pour apprécier les caractéristiques distinctives sur les plans physicochimique, pharmacocinétique et pharmacodynamique, et comprendre les avantages et inconvénients de chacun sur le plan environnemental;
- Perspective sociétale, pour déterminer si l'utilisation des différents agents anesthésiques inhalés contribue ou non à une évolution socioculturelle axée sur le bien commun et visant la promotion des valeurs de la société québécoise;
- Dimension clinique, pour déterminer si l'utilisation des différents agents anesthésiques inhalés améliore ou compromet la santé et le bien-être des usagers, et de l'ensemble de la population, en termes d'efficacité, d'innocuité, de qualité de vie et d'expérience de soins, puis dans un souci d'équité;
- Dimension organisationnelle, pour déterminer si l'utilisation des différents agents anesthésiques inhalés et les stratégies de mitigation s'insèrent dans le contexte organisationnel des soins et services d'une façon qui renforce ou non la qualité de ces derniers, de même que l'organisation et la gouvernance du système;

- Dimension économique, pour déterminer si l'utilisation des différents agents anesthésiques inhalés contribue ou non à utiliser le plein potentiel des ressources du système en atténuant ou non les coûts, mais aussi l'empreinte carbone, dans des perspectives à court et à long terme.

Cadre d'évaluation

Le cadre d'évaluation a été élaboré en tenant compte notamment des éléments du modèle PIPOH (population, interventions d'intérêt [aspects à documenter], professionnels à qui s'adressent les travaux, objectif poursuivi par les interventions ciblées [*outcome* – dépistage, diagnostic, traitement, suivi] et le milieu/contexte clinique où s'appliquent les interventions [*health care setting*]).






| Éléments | Description |
|---|--|
| Populations d'intérêt | Populations adulte et pédiatrique assujetties à une anesthésie générale lors d'une chirurgie |
| Interventions ¹² à évaluer | <ol style="list-style-type: none"> 1. Desflurane 2. Protoxyde d'azote (N₂O) comme gaz porteur |
| Contexte/milieu d'utilisation des interventions | <p>Bloc opératoire</p> <p>(excluant l'utilisation de N₂O dans un autre contexte comme une salle d'accouchement, une urgence, les soins intensifs, ou encore l'usage d'agents halogénés dans des cliniques de soins dentaires)</p> |
| Comparateurs d'intérêt (Intervention(s) susceptible(s) de remplacer la ou les interventions à évaluer ou qui sont considérées comme des étalons d'or; standards de soin) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Sévoflurane (isoflurane) 2. Gaz frais OU utilisation de N₂O via des bonbonnes portables plutôt que les systèmes centralisés de canalisation des gaz médicaux |
| Porteurs de l'intervention | Anesthésiologistes et inhalothérapeutes |

¹² Comprend les tests, procédures, dispositifs, équipements, médicaments, thérapies cellulaires et géniques et les modes d'intervention, d'organisation et de gouvernance.

Méthodologie sommaire

Questions d'évaluation

Les questions ont été déterminées selon les aspects à documenter pour répondre au mandat et formuler des recommandations de pertinence et de mise en œuvre, et ce, de façon à couvrir les dimensions de [l'Énoncé de principes](#) en soutien au jugement de valeur (dimensions populationnelle, clinique, organisationnelle, économique et socioculturelle).

| DIMENSION | QUESTIONS D'ÉVALUATION |
|--|--|
|  <p data-bbox="285 762 464 789">Socioculturelle</p> | <p data-bbox="505 661 1455 716">Quels sont les éléments du contexte (historique, juridique, politique, social ou culturel) qui pourraient influencer le jugement porté sur les interventions?</p> <p data-bbox="505 732 1459 787">Quelles sont les positions publiques ou officielles des parties prenantes qui pourraient agir sur les interventions?</p> |
|  <p data-bbox="326 1026 423 1054">Clinique</p> | <p data-bbox="505 825 1455 909">Dans quelles circonstances cliniques ou pour quelles populations particulières (enfants, aînés, conditions de santé particulières) n'est-il pas possible, pour des raisons de sécurité ou d'un avantage clinique établi,</p> <ul data-bbox="553 930 1435 1089" style="list-style-type: none"> • de remplacer le desflurane par du sévoflurane (ou de l'isoflurane), lors de l'entretien de l'anesthésie générale d'une personne soumise à une intervention chirurgicale? • d'éliminer le protoxyde d'azote comme gaz porteur d'un agent anesthésique halogéné ou lors de la TIVA? <p data-bbox="505 1106 1484 1161">Le cas échéant, quelles sont la ou les pratiques cliniques pouvant contribuer à mitiger les impacts environnementaux des agents anesthésiques inhalés lors de l'anesthésie générale?</p> |
|  <p data-bbox="269 1388 480 1415">Organisationnelle</p> | <p data-bbox="505 1194 1455 1249">En fonction des stratégies proposées visant à réduire l'empreinte carbone de l'anesthésie générale par inhalation :</p> <ul data-bbox="553 1270 1484 1509" style="list-style-type: none"> • Quels sont les effets positifs et négatifs à anticiper sur la prestation des soins, l'accessibilité aux produits et à l'équipement anesthésique approprié, de même que le flux des patients au bloc opératoire? • Quels sont les enjeux et les barrières liés aux ressources humaines, matérielles et contractuelles? • Quels sont les facteurs clés de succès et les stratégies organisationnelles à préconiser afin de soutenir l'implantation de pratiques cliniques recommandées? |
|  <p data-bbox="298 1642 451 1669">Économique</p> | <p data-bbox="505 1581 1382 1635">Quels sont l'efficience et l'impact budgétaire des différents scénarios possibles des stratégies considérées?</p> |
|  <p data-bbox="282 1803 464 1831">Populationnelle</p> | <p data-bbox="505 1759 545 1787">s.o.</p> |

Les considérations pharmacologiques et environnementales propres à chaque agent ont aussi été documentées, et ce, en appui au processus délibératif.

Mobilisation des savoirs

La méthodologie complète pour la réalisation de ces travaux est décrite à l'[annexe I](#) du présent document. En raison du court délai pour mener à terme les travaux, selon l'échéancier du demandeur, les études primaires sur l'efficacité des différents agents anesthésiques par inhalation et leur innocuité n'ont pas été incluses dans la présente évaluation.

Types de revues de la littérature : Revues rapides, selon les normes de l'INESSS, de guides de pratique clinique, de lignes directrices et de positions d'autres organisations, revues rapides d'études d'efficience ou d'analyses de coûts, et revues narratives.

Base de données consultées : MEDLINE, Embase, EBM Reviews (Cochrane Database of Systematic Reviews).

Autres sources de données : Sites Web d'organisations ETMISSS, d'associations et de sociétés savantes, moteurs de recherche Google et Google Scholar, sites Web des gouvernements fédéral, territoriaux, provinciaux et paragouvernementaux, sites Web d'associations, de fédérations et d'ordres professionnels du Québec, sites Web de Santé Canada, monographies des agents anesthésiques par inhalation (si disponible), ouvrage de référence médicale, données de pharmacies d'établissement et des centres d'acquisitions gouvernementales.

Consultation de parties prenantes : Un comité consultatif a été mis sur pied lors de la planification du projet pour recueillir des savoirs expérientiels et des perspectives cliniques et organisationnelles, puis apprécier la littérature scientifique et les données analysées de même que les pratiques d'autres juridictions. Il était composé de 6 anesthésiologistes et 2 inhalothérapeutes pratiquant dans des installations ayant une mission universitaire, localisées dans des régions métropolitaines ou urbaines, et offrant notamment plusieurs types de services chirurgicaux (p. ex. chirurgie générale et digestive [y compris bariatrique], cardiaque, obstétricale-gynécologique, oto-rhino-laryngologiste, thoracique, vasculaire), chez les adultes ou les enfants. Trois lecteurs externes spécialisés en soins anesthésiques et un gestionnaire ont aussi été invités à partager leur perspective en plus d'évaluer la pertinence du contenu, la faisabilité des recommandations et la qualité scientifique globale des travaux. Pour ces travaux, la perspective patient/usager n'a pas été prise en compte, alors que la perspective citoyenne l'a été au sein du Comité délibératif permanent – Modes d'intervention en santé.

Intégration des savoirs en soutien à la création de valeur

Les informations colligées ont été intégrées au sein d'une analyse sommaire s'appuyant sur [l'Énoncé de principes et fondements éthiques](#) de l'INESSS, lequel se base sur une approche multicritère qui tient compte généralement de cinq dimensions (socioculturelle, populationnelle, clinique, organisationnelle et économique). Étant donné la nature du mandat qui portait davantage sur la responsabilité collective, notamment celle des professionnels de la santé, des établissements et de la gouvernance, la dimension populationnelle n'a pas été appréciée en profondeur, et ce, bien que la responsabilité environnementale puisse s'appliquer aux individus. Néanmoins, les particularités pharmacologiques et environnementales de chacun des agents anesthésiques l'ont été. Les principaux constats, incertitudes et enjeux ont ainsi pu être identifiés. Les recommandations formulées dans le cadre de ces travaux reposent sur l'appréciation de l'ensemble de la preuve tenant compte des données scientifiques, des données et informations contextuelles et des savoirs expérientiels. Elles ont été formulées à la suite de la délibération avec les membres du Comité délibératif permanent – Modes d'intervention en santé.

1 CARACTÉRISTIQUES PHARMACOLOGIQUES ET ENVIRONNEMENTALES DES AGENTS INHALÉS

Comprendre les propriétés physicochimiques d'un agent anesthésique, comment il interagit avec le corps, son absorption, sa solubilité, sa stabilité, sa distribution, sa puissance et sa toxicité est essentiel pour déterminer l'agent idéal sur le plan clinique pour la personne soumise à une anesthésie générale. Certaines variations dans les propriétés physicochimiques ou pharmacocinétiques peuvent influencer la manière dont un médicament agit chez différentes personnes. Les assimiler permet de s'adapter en fonction des caractéristiques spécifiques de la personne, comme son âge, son poids et son état de santé. Lorsque les propriétés de différents agents se ressemblent, d'autres éléments peuvent intervenir dans le choix, tels que des considérations économiques ou environnementales.

1.1 Gaz anesthésiques

1.1.1 Principes de l'anesthésie générale

L'anesthésie générale permet d'opérer un patient en le rendant totalement inconscient, immobile et sans réaction physiologique aux stimuli douloureux de la chirurgie, et ce, en combinant l'usage d'un hypnotique, d'un curare et d'un analgésique. Les trois phases principales de l'anesthésie générale sont l'induction, l'entretien et le réveil. L'induction se fait soit par la voie intraveineuse par l'administration de médicaments (p. ex. propofol), soit par inhalation de gaz halogénés (isoflurane ou sévoflurane). L'anesthésie générale est ensuite entretenue par l'administration continue de médicaments intraveineux (propofol) ou de gaz halogénés (desflurane, isoflurane ou sévoflurane). Se présentant sous forme de liquide clair, les agents halogénés sont toujours utilisés en association avec un gaz porteur (protoxyde d'azote ou combinaison d'air et d'oxygène). Le protoxyde d'azote, se présentant sous forme gazeuse, n'est pas utilisé seul lors d'une anesthésie générale. Il est plutôt combiné à un agent halogéné ou à un anesthésique administré par voie intraveineuse (p. ex. propofol) [Knuf et Maani, 2022].

En anesthésie générale par inhalation, comme les gaz anesthésiants sont peu métabolisés, ils peuvent être réinhalés par le patient grâce à un circuit d'anesthésie dit fermé. Le CO₂ expiré par le patient est alors capté par des absorbeurs de CO₂ pour l'éliminer du circuit. Afin de maintenir une oxygénation et une profondeur d'anesthésie adéquates, un mélange d'O₂ et de gaz anesthésiant est injecté dans le circuit. Ce mélange se nomme gaz frais. À la fin de la chirurgie, la diminution progressive de l'administration des agents anesthésiques permet au patient de reprendre conscience lors de la phase de réveil.

1.1.2 Développement des gaz anesthésiques

L'utilisation du protoxyde d'azote remonte au milieu du 19^e siècle pour une utilisation en médecine dentaire en raison de ses propriétés euphorisantes et analgésiques. Dans les années 1950-1960, grâce à de nouvelles méthodes de fluoration, de nombreux gaz halogénés ont été synthétisés, dont l'isoflurane (C₃H₂ClF₅O), le desflurane (C₃F₆H₂O) et le sévoflurane (C₄H₃F₇O). Les procédés de synthèse de ces agents se divisent en plusieurs étapes variant d'un manufacturier à l'autre et d'un halogéné à l'autre.

L'isoflurane a été commercialisé dans les années 1980. En revanche, la difficulté et le coût élevé de la synthèse du sévoflurane et du desflurane ont retardé leur commercialisation. Cependant, ces gaz présentent l'avantage d'être peu toxiques et d'avoir une faible solubilité dans le sang et les tissus, permettant ainsi un réveil et un rétablissement plus rapides, ce qui s'est avéré un avantage précieux avec le développement de la médecine ambulatoire dans les années 1980-1990. Au Canada, le sévoflurane a été commercialisé par la compagnie Abbvie en 1995. L'année suivante, la compagnie Baxter a commercialisé le desflurane. En 1997, la compagnie Fresenius Kabi Canada a commercialisé un générique de l'isoflurane. Par la suite, Baxter et Piramal Critical Care ont obtenu leur approbation, en 2007 et 2009 respectivement, pour leur version générique du sévoflurane¹³.

1.1.3 Agents halogénés

1.1.3.1 Propriétés physicochimiques, pharmacocinétiques et pharmacodynamiques

Le gaz halogéné est inhalé puis circule par les alvéoles pulmonaires du système sanguin aux différents organes irrigués par le sang. Il suit la circulation sanguine en saturant dans un premier temps les petits organes fortement irrigués comme le cerveau, le cœur, le foie et les reins. Ensuite, il atteint les tissus de plus grand volume comme les muscles, la peau et finalement les tissus graisseux qui sont les moins irrigués. Les propriétés physicochimiques des gaz halogénés dépendent de leur composition moléculaire, soit du type et du nombre de molécules d'halogène (soit le chlore et le fluor pour l'isoflurane et seulement le fluor pour le sévoflurane et le desflurane) [Ebert, 2023]. De leur structure moléculaire va donc dépendre leur solubilité dans le sang, les organes et la graisse, leur stabilité et leur température d'ébullition.

Tous ces facteurs contribuent à déterminer la vitesse d'induction et de réveil, ainsi que la puissance d'un gaz anesthésique. D'abord, le desflurane a une action plus rapide que le sévoflurane. En contrepartie, l'isoflurane est celui qui a l'action la moins rapide – sa vitesse d'induction et de réveil est plus lente comparativement à celle du sévoflurane ou du desflurane. De plus, ces écarts de temps augmentent avec la durée de la chirurgie, et ce, en raison de l'accumulation de l'agent halogéné dans les tissus du patient. Par exemple, pour une chirurgie de 3 à 5 heures, le temps de réveil est d'environ 23 minutes pour l'isoflurane et environ 12 minutes pour le sévoflurane [Ebert, 2023]. La puissance

¹³ <https://produits-sante.canada.ca/dpd-bdpp/?lang=fr> (Consulté le 16 octobre 2023).

d'un agent halogéné se définit par la concentration alvéolaire minimale (acronyme anglais MAC pour *minimum alveolar concentration*) exprimée en pourcentage volumique. Une MAC de 1 % indique que, pour un volume total de 100 ml de gaz alvéolaire, il faut 1 ml de gaz halogéné. Une unité de MAC correspond à la concentration alvéolaire pour laquelle 50 % des patients ne bougent pas lors de l'incision chirurgicale [Odin et Nathan, 2005]. Il faut savoir que la MAC du sévoflurane est de 3 à 4 fois plus faible que celle du desflurane. Elle est de 2,8 à 3 % chez les nourrissons et de 1,4 à 2,5 % chez les adultes pour le sévoflurane, comparativement au desflurane pour lequel elle est de 2 à 10 % chez les enfants et de 2,5 à 8,5 % chez les adultes selon les monographies officielles des agents halogénés homologués par Santé Canada. Par ailleurs, la MAC diminue avec l'âge, par exemple la MAC d'une personne de 80 ans équivaut environ à la moitié de celle nécessaire chez une personne de 20 ans. Les tableaux [1](#) et [2](#) résument les propriétés distinctives des trois agents halogénés d'intérêt dans les travaux, en plus du protoxyde d'azote.

1.1.4 Protoxyde d'azote utilisé à des fins médicales

1.1.4.1 Propriétés physicochimiques, pharmacocinétiques et pharmacodynamiques

Administré par inhalation, le protoxyde d'azote a des propriétés sédatives et analgésiques. Comme la MAC du protoxyde d'azote est de 104 %, il ne peut, comme mentionné précédemment, être utilisé seul comme agent anesthésiant lors d'une anesthésie générale [Ebert, 2023]. Ce gaz n'est pratiquement pas métabolisé par le corps humain. Il est très peu soluble dans le sang et les tissus adipeux, par conséquent il se diffuse très rapidement dans le corps. Combiné à un agent halogéné, le protoxyde d'azote, puisqu'il se diffuse plus rapidement dans le sang que les gaz halogénés, permet d'augmenter la pression partielle de ces gaz dans les alvéoles pulmonaires et donc d'accélérer la diffusion et, par conséquent, la phase d'induction lors de l'anesthésie générale [Forman et Ishizawa, 2024; Pauchard *et al.*, 2023]. De la même manière, le protoxyde d'azote permet d'éliminer le gaz halogéné en fin d'anesthésie et peut ainsi réduire le temps de réveil [Forman et Ishizawa, 2024; Pauchard *et al.*, 2023].

1.2 Impact environnemental des gaz anesthésiques

Les agents halogénés, tout comme le protoxyde d'azote, sont des gaz à effet de serre (GES), bien que l'impact varie d'un agent à l'autre [Smith *et al.*, 2021]. Le protoxyde d'azote et l'isoflurane ont non seulement un effet direct comme GES, mais ont aussi un impact sur la couche d'ozone. Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), la méthode de choix pour comparer et interpréter les répercussions des émissions de GES sur le réchauffement climatique est la mesure du potentiel de réchauffement global (PRG) rapporté sur 20, 100 ou 500 ans. Le PRG est un indice qui permet de comparer la capacité d'effet de serre des gaz entre eux. Cet indice tient compte de la stabilité du gaz dans l'atmosphère et de son efficacité radiative en fonction du temps. Le PRG exprime le potentiel de réchauffement d'un gaz par rapport

au potentiel de réchauffement de la même masse de CO₂, le gaz de référence. En effet, par définition, le PRG du CO₂ est toujours égal à 1. Comme cet indice dépend des données scientifiques disponibles sur la stabilité des gaz et de leurs propriétés radiatives dans l'atmosphère, les valeurs de PRG sont régulièrement réévaluées en fonction des derniers modèles climatiques. En effet, les valeurs de PRG sont affectées par les imprécisions de la durée de vie des gaz, l'efficacité radiative et le PRG absolu du CO₂ [Nielsen et Sulbaek Andersen, 2024]. Le 6^e rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) de 2021 [Smith *et al.*, 2021] a établi les PRG100 du desflurane, de l'isoflurane et du sévoflurane à 2 590, 539 et 195, respectivement. De plus récentes études estiment la valeur du PRG100 du sévoflurane à 144 et celui du desflurane à 2 350¹⁴ [Nielsen et Sulbaek Andersen, 2024; Sulbaek Andersen *et al.*, 2023]. Dans ces travaux, le PRG20 a été utilisé pour comparer l'empreinte carbone des gaz halogénés qui ont une stabilité dans l'atmosphère inférieure à 20 ans. Les PRG20 du desflurane, de l'isoflurane et du sévoflurane sont de 7 020, 1 930 et 702, respectivement¹⁵. Autrement dit, le desflurane a un potentiel de réchauffement estimé 10 fois plus important que le sévoflurane sur 20 ans et 13 fois plus sur 100 ans.

Le cycle de vie des agents inhalés n'est pas entièrement pris en compte. En effet, les données de bilan carbone concernant les procédés chimiques de synthèse des différents agents ou le transport des agents n'ont pu être prises en compte. Hanna et Bryson [2019] ont calculé, à partir du PRG100, qu'une anesthésie sous desflurane à 1 MAC avec un débit de 1 L/min génère 50 fois plus de CO₂ que sous sévoflurane [Hanna et Bryson, 2019].

Enfin, l'empreinte carbone représente une composante parmi d'autres de l'impact environnemental d'un agent. En effet, la mesure d'impact environnemental tient compte des effets sur la santé, de la qualité des écosystèmes, de l'épuisement des ressources et du changement climatique, alors que l'empreinte carbone cible uniquement l'impact sur le réchauffement climatique avec comme mesure la somme des GES émis tout au long du cycle de vie d'un produit¹⁶. L'analyse du cycle de vie est une méthode normalisée au niveau international (ISO 14040)¹⁷. Elle permet d'estimer les impacts environnementaux globaux des produits et services – de l'extraction des ressources naturelles, de la fabrication (du produit et de l'emballage), du transport, de l'utilisation et de la gestion de l'élimination des produits de synthèse, des résidus, des périmés et des emballages. Cependant, les données sont souvent manquantes pour établir la somme exhaustive des

¹⁴ World Meteorological Organization/United Nations Environment Programme. Ozone Assessment Report 2022 Annexe : Summary of abundances, Lifetimes, ODPs, RES, GWPs and GTPs. <https://ozone.unep.org/sites/default/files/2023-02/Scientific-Assessment-of-Ozone-Depletion-2022.pdf> (Consulté le 27 mars 2024).

¹⁵ Annexe du 6^e rapport du GIEC : https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter07_SM.pdf (Consulté le 1^{er} décembre 2024).

¹⁶ Empreinte Carbone Québec : <https://www.empreintecarbonequebec.org/fr/>. le centre international de référence sur l'analyse du cycle de vie et la transition durable (CIRAIG) et le ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation : <https://vimeo.com/40419331>.

¹⁷ <https://www.iso.org/fr/standard/37456.html> (Consulté le 13 octobre 2023).

GES sur le cycle de vie d'un produit. Effectivement, les manufacturiers n'ont pas l'obligation de fournir ces informations lors de l'évaluation par Santé Canada, mais comme mentionné ci-après dans le document, cela pourrait changer dans le futur avec la modernisation du Règlement sur les aliments et drogues¹⁸. Le [tableau 1](#) montre les différences et les similarités sur le plan environnemental des différents agents anesthésiques inhalés qui sont ciblés dans les travaux.

Tableau 1 Résumé des particularités propres à chacun des agents anesthésiques volatils et de leur impact environnemental

| Facteurs | Desflurane (Original – Baxter) | Sévoflurane | | | Isoflurane (Original – Baxter Générique – Piramal Critical Care, Abbvie, Fresenius Kabi Canada Ltd) | Protoxyde d'azote |
|--|--|-------------------------|-----------------------|--------------------------------------|---|-------------------|
| | | Original (Abbvie) | Générique (Baxter) | Générique (Piramal Critical Care) | | |
| Formule chimique | C3F6H2O | C4H3F7O | | | C3H2ClF5O | N2O |
| Durée de vie (an) | 14,1 | 1,9 | | | 3,5 | 109 |
| Fabrication : <i>matières premières, procédés chimiques</i> | Brevet US6800786B1 | Brevet US6100434A | Brevet US8729313B2 | Brevet US5969193A | Brevet EP0613876B1 | - |
| | Procédés de synthèse en plusieurs étapes qui varient d'un manufacturier à l'autre et d'un halogéné à l'autre | | | | | - |
| Matériau du contenant | Verre ambré ou aluminium | Polyéthylène naphtalate | Aluminium | Verre ambré | Verre ambré | Aluminium |
| PRG100 | 2 590 | 195* | | | 539 | 273 |
| PRG20 | 7 020 | 702 | | | 1 930 | 273 |
| Effet sur la couche d'ozone | Non | Non | | | Oui | Oui |
| Transport | Manufacturiers nord-américains – émission de GES relative au transport par voie terrestre ou aérienne dont l'ampleur est méconnue puisque les manufacturiers n'ont pas l'obligation de fournir ces informations | | | | | |
| Utilisation (énergie) | Électricité pour l'utilisation des appareils anesthésiques permettant la respiration des gaz lors de l'anesthésie | | | | | |
| Déchet, élimination, produit de dégradation | Déchets au moment de l'anesthésie en raison de la faible absorption des gaz par les patients Déchets relatifs à la non-utilisation des produits et des périmés, ainsi que les bouteilles Déchets relatifs au processus de fabrication, y compris les produits chimiques de synthèse intermédiaires – impact méconnu, car les manufacturiers n'ont pas l'obligation de fournir ces informations | | | | | |

* Une étude plus récente évalue le PRG100 du sévoflurane à 144 [Sulbaek Andersen *et al.*, 2023].

Sources : (Forman et Ishizawa, 2024; Ebert, 2023; Smith *et al.*, 2021)

Abréviations : PRG : potentiel de réchauffement global; PRG20 : PRG sur 20 ans; PRG100 : PRG sur 100 ans.

¹⁸ [Plan prospectif de la réglementation 2023-2025 : Règlement modifiant le Règlement sur les aliments et drogues \(évaluation et gestion des risques environnementaux liés aux ingrédients actifs dans les médicaments\) - Canada.ca](#) (Consulté le 29 février 2024).

PRINCIPAUX CONSTATS ET INCERTITUDES

Les constats dégagés et les incertitudes soulevées sont issus de la triangulation des données scientifiques, contextuelles et expérientielles. Les constats et enjeux suivants au regard des considérations pharmacologiques et environnementales ont été soulevés :

Constats

- L'anesthésie générale comprend trois phases : l'induction, l'entretien et le réveil.
- L'agent halogéné passe des poumons au sang pour atteindre le cerveau et permettre l'anesthésie générale. Le desflurane est l'agent halogéné qui se diffuse le plus rapidement suivi de près par le sévoflurane.
- Le potentiel de réchauffement global (PRG) reflète le potentiel de gaz à effet de serre d'un gaz en tenant compte de sa stabilité dans le temps.
- La puissance anesthésique d'un gaz est définie par sa concentration alvéolaire minimale (MAC – de l'acronyme anglais couramment utilisé) à laquelle 50 % des patients ne bougent pas lors de l'incision chirurgicale. À cet égard, le desflurane est l'agent halogéné qui possède la plus faible puissance anesthésique et l'isoflurane, la plus forte. Autrement dit, il faut un plus grand volume de desflurane que de sévoflurane pour le même temps d'anesthésie générale.
- Le protoxyde d'azote avec une MAC supérieure à 100 % ne peut être utilisé seul comme anesthésiant. Il peut être utilisé comme gaz porteur en complément d'un agent halogéné.
- Les agents anesthésiques inhalés ont tous une empreinte carbone, mais de différentes grandeurs. L'anesthésie au desflurane a une empreinte carbone sur 20 ans 40 fois plus importante qu'une anesthésie au sévoflurane.
- Le protoxyde d'azote et l'isoflurane ont un impact sur la couche d'ozone.
- La durée de vie des gaz halogénés dans l'atmosphère est inférieure à 20 ans (desflurane : 14,1 ans; isoflurane : 3,5 ans; sévoflurane : 1,9 an). En revanche, celle du protoxyde d'azote est de 109 ans.

Incertitudes et limites

- Les PRG peuvent varier avec le temps selon la composition de l'atmosphère.
- L'impact environnemental du cycle de vie des différents produits demeure méconnu.
- Les procédés chimiques de synthèse des différents agents ne sont pas pris en compte dans les calculs de l'empreinte carbone (basés seulement sur la MAC et le PRG).
- L'impact environnemental des déchets générés notamment par la fabrication, ou l'élimination des produits résiduels ou périmés, y compris les contenants, demeure méconnu.

2 PERSPECTIVE SOCIÉTALE

DIMENSION SOCIOCULTURELLE

Quels sont les éléments du contexte (historique, juridique, politique, social ou culturel) qui pourraient influencer le jugement porté sur les interventions?

Quelles sont les positions publiques ou officielles des parties prenantes qui pourraient agir sur les interventions?

Les priorités et engagements nationaux et internationaux relatifs à l'environnement représentent des leviers pour tendre vers des soins anesthésiques plus verts. Plusieurs experts internationaux en anesthésiologie ont aussi fait des appels à l'action en ce sens comme ceux décrits ci-dessous.

2.1 Priorités en matière de lutte contre les gaz à effet de serre dans le secteur de la santé

2.1.1 Accords internationaux relatifs à la lutte contre les changements climatiques

Le réchauffement climatique dû à l'accumulation de GES dans l'atmosphère est un enjeu mondial qui touche tous les secteurs de la société. Le réchauffement climatique a des impacts non seulement sur l'environnement, mais aussi sur la santé et l'économie. Une récente étude a d'ailleurs estimé que les répercussions de ce réchauffement sur des événements climatiques extrêmes ont engendré globalement des coûts, en dollars américains, de 143 milliards par an entre 2000 et 2019 [Newman et Noy, 2023].

Cela fait près de 30 ans que le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, le GIEC, en se basant sur des études scientifiques, a rapporté que l'activité humaine avait une influence détectable sur le climat planétaire, notamment par l'émission de GES. Cela a donné lieu au Protocole de Kyoto officiellement adopté par les pays signataires en 2005. En 2011, ce sont 191 pays qui ont ratifié ce protocole. L'objectif de cette entente internationale était que les pays industrialisés réduisent leurs émissions de GES de 5 % entre 2008 et 2012 par rapport au niveau de 1990. Pour atteindre cet objectif, le Royaume-Uni a été un des premiers pays industrialisés à adopter une loi sur le changement climatique avec des objectifs de réduction des émissions de GES à long terme. Pour donner suite à la COP21 (Conférence des Parties) et à l'accord de Paris en 2015, 120 pays, dont le Canada, se sont engagés pour atteindre la carboneutralité d'ici 2050.

En 2019, le Royaume-Uni est allé encore plus loin en enchâssant dans sa loi sur les changements climatiques l'objectif de carboneutralité avec une réduction de GES de 80 % par rapport au niveau de 1990 avant 2050.

Pour sa part, le Québec s'est fixé des objectifs de carboneutralité à l'horizon 2050 dans son Plan pour une économie verte 2030¹⁹.

2.1.1.1 Les gaz à effet de serre et le secteur de la santé

Plusieurs secteurs économiques sont responsables d'émissions de GES découlant de l'activité humaine. Au Canada, il est estimé que le secteur du pétrole et des gaz ainsi que celui du transport sont ceux qui en émettent le plus²⁰.

En 2019, des chercheurs se sont intéressés à l'émission de GES par le secteur de la santé. Ils ont estimé, à partir des données de 2014 d'une trentaine de pays, que ce secteur représentait 4,4 % des émissions mondiales de GES et 5,2 % pour le Canada [Pichler *et al.*, 2019]. Au Québec, le secteur de la santé représente 3,6 % des émissions de GES du fait de l'utilisation d'électricité à faible empreinte carbone. De ce pourcentage, les gaz anesthésiants et les inhalateurs représenteraient 3 % [Dunsky Énergie + Climat, 2023].

Considérant l'apport substantiel du secteur de la santé aux émissions de GES, le gouvernement britannique, hôte de la COP26 en 2021, a décidé de faire de la santé l'un des trois domaines prioritaires de cette conférence. Lors de cette conférence, plusieurs pays, dont le Canada, ont pris des engagements pour rendre leur système de santé résilient face aux changements climatiques et à faible émission de carbone. Un groupe de 50 pays, dont le Canada, se sont engagés à la carboneutralité en santé dans un horizon variant entre 2030 et 2050 [Dunsky Énergie + Climat, 2023]. Dans le but d'atteindre ces objectifs, de nombreuses initiatives nationales ont vu le jour. C'est le cas notamment du National Health Service (NHS) d'Écosse, qui, en 2023, a été le premier organisme gouvernemental à bannir l'utilisation du desflurane, à moins d'une circonstance exceptionnelle. Il a été suivi du NHS du Pays de Galles qui a retiré le desflurane de son formulaire des médicaments le 1^{er} mars 2024 sans toutefois exclure son utilisation²¹. Le NHS d'Angleterre a pour sa part annoncé le retrait du desflurane de ses établissements dès le 1^{er} avril 2024, à l'exception de ceux où des neurochirurgies de longue durée (plus de 10 heures²²) sont pratiquées, comme certaines chirurgies crâniennes et pour lesquelles le patient doit être réveillé à la fin de l'intervention [NHS England, 2024]. Cependant, les anesthésiologistes en Angleterre avaient entamé des mesures de réduction dès 2018. En effet, en 2018, le desflurane représentait 25 % des agents halogénés et seulement 2,5 % environ en janvier 2023 [Moonesinghe, 2024]. De son côté, le Parlement européen a voté un règlement interdisant, à partir de 2026,

¹⁹ <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/environnement/publications-adm/plan-economie-verte/plan-economie-verte-2030.pdf?1605540555> (Consulté le 23 octobre 2023).

²⁰ [Inventaire national des gaz à effet de serre du Canada](#) (1990-2021), Gouvernement du Canada (Consulté le 2 avril 2024).

²¹ <https://www.health.nsw.gov.au/netzero/Pages/environmental-impact-desflurane.aspx> (Consulté le 29 mars 2024).

²² <https://naccs.org.uk/naccs-statement-about-the-use-of-desflurane/> (Consulté le 19 avril 2024).

l'utilisation du desflurane comme anesthésique par inhalation sauf si aucun autre anesthésique ne peut être utilisé pour des raisons médicales.

2.2 Appels à l'action et positionnements sur les agents anesthésiques inhalés utilisés au bloc opératoire

Pour répondre aux questions d'évaluation prédéfinies, une revue rapide de la littérature scientifique, et non scientifique, a été réalisée. En complément, des parties prenantes consultées ont été invitées à fournir des perspectives, des éléments contextuels, puis des savoirs expérimentiels.

2.2.1 Revue rapide de la littérature

La recherche systématique de la littérature a permis de repérer 6 346 références, desquelles 9 documents avec des appels à l'action, des positions ou des recommandations sur les agents halogénés ou le protoxyde d'azote utilisés au bloc opératoire ont été retenus [Dobson *et al.*, 2024; NIHR Global Health Research Unit on Global Surgery, 2023; Pauchard *et al.*, 2023; The Shift Project, 2023; AHRQ, 2022; CASCADES, 2022; NHS England, 2022; White *et al.*, 2022; Practice Greenhealth, 2019]. De cette recherche qui s'est terminée en novembre 2023, 1 document a été mis à jour [Dobson *et al.*, 2024]. Les informations au sujet des impacts environnementaux de même que les positions et les recommandations des deux versions ont été comparées. Aucun changement majeur occasionnant des répercussions sur les orientations du présent projet n'a été observé. Ainsi, seule la référence la plus récente a été citée.

Plusieurs lettres d'opinion et lettres à l'éditeur ont été retenues pour repérer les arguments contradictoires. Des références citées par les auteurs des documents retenus, en appui à leurs positionnements, ont aussi été consultées, lorsque pertinentes.

La crédibilité scientifique des appels à l'action retenus a été jugée avec la grille AACODS (*Authority, accuracy, coverage, objectivity, date and significance*). Deux appels à l'action ont obtenu un score supérieur à 85 % [AHRQ, 2022; NHS England, 2022], deux entre 70 et 80 % [CASCADES, 2022; Practice Greenhealth, 2019] et un entre 50 et 60 % [The Shift Project, 2023]. Des enjeux liés aux domaines de l'exactitude et de la compétence constituent la principale raison pour laquelle des documents retenus ont obtenu des scores plus faibles.

Pour les guides de pratique clinique qui se sont aussi positionnés sur les actions à entreprendre pour réduire l'empreinte carbone des agents anesthésiques utilisés au bloc opératoire, la qualité méthodologique, basée notamment sur les domaines de la rigueur scientifique, de l'applicabilité et de l'indépendance éditoriale, à partir de la grille AGREE II [Brouwers *et al.*, 2012], a été jugée acceptable avec un score supérieur à 60 % pour le groupe NIHR [NIHR Global Health Research Unit on Global Surgery, 2023] et le document de Pauchard et ses collaborateurs [2023]. Les documents de White et ses collaborateurs [2022] et de Dobson et ses collaborateurs [2024] ont obtenu des scores

de 50 et 42 % respectivement, notamment en raison des domaines de la rigueur scientifique et de l'indépendance éditoriale.

Les caractéristiques des documents avec positions, recommandations ou appels à l'action, de même que les évaluations AACODS, sont présentées dans les *Annexes complémentaires*.

2.2.1.1 Positionnement des sociétés savantes sur la volonté de réduire l'impact environnemental des gaz anesthésiants au bloc opératoire

Le guide d'exercice de l'anesthésie de la Société canadienne des anesthésiologistes (SCA) tout comme les guides de pratique clinique et consensus d'experts en anesthésiologie ont commencé à intégrer des lignes directrices pour la pérennité environnementale [Dobson *et al.*, 2024]. En effet, tous les guides et documents consultés [Dobson *et al.*, 2024; NIHR Global Health Research Unit on Global Surgery, 2023; Pauchard *et al.*, 2023; Sherman *et al.*, 2023; Smith et Severn, 2023; The Shift Project, 2023; CASCADES, 2022; NHS England, 2022; White *et al.*, 2022; Practice Greenhealth, 2019] qui abordaient le principe de réduction de l'empreinte carbone des anesthésies, et ce, peu importe leur qualité méthodologique ou crédibilité scientifique, allaient dans le sens de :

- limiter l'utilisation du desflurane en raison de son empreinte carbone plus élevée que celle du sévoflurane;
- réduire l'utilisation du protoxyde d'azote comme gaz porteur.

Cet avis semble assez partagé à l'échelle mondiale. La Fédération mondiale des sociétés d'anesthésistes (World Federation of Societies of Anaesthesiologists) a réuni un comité de 45 professionnels experts en anesthésie ayant un intérêt pour le développement durable [White *et al.*, 2022]. Ce comité a utilisé la méthode Delphi pour valider des principes d'anesthésie-réanimation durable réalisables dans le monde entier. Parmi ces principes, il est recommandé que, dans les pays où le desflurane est disponible, celui-ci soit utilisé seulement dans les cas spécifiques convenus (aucune précision dans le document) sans pour autant le laisser en libre-service ou l'interdire [White *et al.*, 2022]. Une autre étude mondiale financée par le National Institute for Health and Care Research [NIHR Global Health Research Unit on Global Surgery, 2023] a hiérarchisé les interventions les plus applicables et sécuritaires afin de réduire l'empreinte environnementale de la chirurgie en consultant, via une méthode Delphi, plus de 3000 professionnels provenant de 132 pays [NIHR Global Health Research Unit on Global Surgery, 2023]. Parmi les experts des pays à revenu élevé, 19,7 % et 20,8 % ont déjà supprimé et 31,1 % et 33,4 % ont réduit l'utilisation du desflurane et du protoxyde d'azote, respectivement, des blocs opératoires [NIHR Global Health Research Unit on Global Surgery, 2023]. Une très large majorité (71,9 %) des anesthésiologistes et des professionnels ou infirmières formés en anesthésiologie des pays à revenu élevé considèrent qu'il est envisageable de réduire l'utilisation et le gaspillage des gaz anesthésiques avec seulement 10,1 % qui perçoivent des enjeux de sécurité. Cette étude a aussi sondé 75 patients du Royaume-Uni. Parmi ceux-ci, 91 % se sont dit neutres, à

l'aise ou très à l'aise avec l'énoncé suivant : utiliser des stratégies pour réduire l'utilisation des gaz à effet de serre par l'anesthésiologiste lorsque l'on vous endort pour votre opération.

Plus spécifiquement, au Canada, la SCA recommande l'élimination ou la réduction au minimum de l'utilisation du desflurane dans la mesure du possible [Dobson *et al.*, 2024].

CASCADES²³, un organisme créé par quatre entités, soit le Collaborative Centre for Climate, Health & Sustainable Care de l'Université de Toronto, le Healthy Populations Institute de l'Université Dalhousie, le Planetary Healthcare Lab de l'Université de Colombie-Britannique et la Coalition canadienne pour des soins de santé écologiques, vise à guider les systèmes de santé du Canada pour adopter des soins de qualité à faible empreinte carbone, durables et résistants à la dérive climatique. Au Québec, CASCADES est partenaire du Réseau d'action pour la santé durable du Québec. Les auteurs du guide de CASCADES [2022] recommandent également de choisir les gaz anesthésiants qui ont le moins de répercussions sur l'environnement comme le sévoflurane, en mettant en avant l'exemple de l'hôpital Raigmore en Écosse qui a cessé d'utiliser le desflurane. Cet hôpital a réduit ses émissions de GES d'environ 4,5 % tout en réduisant ses coûts (122 000 \$ CA par an²⁴). CASCADES conseille aussi de réduire l'utilisation du protoxyde d'azote comme gaz porteur en soulignant que le protoxyde d'azote utilisé comme gaz porteur au lieu d'un mélange air/oxygène augmente les répercussions d'une anesthésie au sévoflurane sur l'environnement [CASCADES, 2022]. À l'inverse, les répercussions du desflurane sur l'environnement sont moindres lorsqu'il est porté dans un mélange d'oxyde nitreux et d'oxygène, car le protoxyde d'azote permet de réduire la valeur de MAC du desflurane et donc la quantité nécessaire de desflurane pour une anesthésie.

À partir de la littérature repérée par la recherche systématique effectuée, aucune position en faveur du retrait de l'isoflurane ou du sévoflurane n'a été identifiée.

2.2.2 Positionnement de parties prenantes sur la volonté de réduire l'impact environnemental des gaz anesthésiants au bloc opératoire

L'opinion des anesthésiologistes et inhalothérapeutes consultés reflète les positions recensées dans la littérature. À l'unanimité, les membres du comité consulté ont mentionné être au fait de l'impact environnemental des gaz inhalés utilisés dans leur pratique. La plupart d'entre eux ont même déjà mis en place des moyens afin de réduire ou de bannir le recours au desflurane dans leur pratique au bloc opératoire (détails à la section [Considérations cliniques](#)). Néanmoins, ils soulignent que, même si une minorité d'anesthésiologistes utilisent du desflurane, son utilisation peut représenter une majorité des GES des gaz halogénés. En effet, le desflurane nécessite une plus grande quantité de produit que le sévoflurane pour un même effet anesthésiant et le desflurane possède un pouvoir de réchauffement global plus important.

²³ <https://cascadescanada.ca/about/> (Consulté le 18 janvier 2023).

²⁴ Le taux de change en vigueur du 19 avril 2020 a été utilisé pour convertir 73 000 livres en dollars canadiens.

Selon la perspective des spécialistes en anesthésiologie consultés, dont un pratiquant en pédiatrie et en obstétrique, aucune situation clinique ne permet de justifier le recours au desflurane, en remplacement du sévoflurane, et ce, même chez les enfants avec une maladie de Pompe ou avec une trisomie 21. En effet, même si ces deux conditions cliniques sont évoquées comme des contre-indications dans la monographie du sévoflurane, cet agent est généralement utilisé sans contrainte chez les enfants sans contre-indications aux agents halogénés en général.

Selon la perspective du président de l'AAQ, et du comité sur la carboneutralité de l'association, les hôpitaux ne devraient plus utiliser le desflurane – cet agent devrait être retiré du formulaire. Les arguments favorables avancés sont que non seulement cet agent est plus polluant que d'autres de la même classe, mais il est aussi plus coûteux et n'apporterait pas d'avantage clinique supérieur. Concernant le protoxyde d'azote, le comité de carboneutralité de l'AAQ milite pour privilégier l'utilisation de bonbonnes portables plutôt que les canalisations du système centralisé de distribution.

2.2.3 Arguments contre le retrait du desflurane

Les mesures mises en place dans certains hôpitaux et pays pour limiter l'accès au desflurane, voire en interdire l'usage, en raison de son impact sur l'environnement, ont engendré des opinions divergentes. Si la plupart des articles d'opinion ou éditoriaux semblent soutenir ces mesures, d'autres soulevaient des réticences quant à son interdiction. Un avis publié par la Commission européenne sur la proposition d'un règlement visant à interdire l'utilisation du desflurane dans le cadre de la législation sur les gaz à effet de serre fluorés a été suivi de consultations publiques sur la question²⁵. Les commentaires formulés ont été analysés et les arguments ont été extraits ci-dessous.

Un des arguments à l'encontre de l'interdiction du desflurane porte sur les bénéfices engendrés par cette mesure environnementale. En effet, Answine [2021] met en avant que l'arrêt de l'utilisation du desflurane n'aura qu'un très faible impact sur les émissions de GES mondiaux, en estimant que les gaz anesthésiques représentent 0,09 % des GES mondiaux, soit 2 % des 4,6 % produits par le secteur de la santé [Answine, 2021]. Au Québec, selon le rapport de Dunsky [Dunsky Énergie + Climat, 2023], les gaz anesthésiants et inhalateurs représentent 18 % des émissions directes de GES des bâtiments et du transport, soit 3 % du total des émissions du secteur de la santé.

Dans une lettre à l'éditeur, le Dr Answine [2021] propose de modifier l'utilisation du desflurane plutôt que de l'interdire en commençant par l'utilisation d'un faible débit de gaz frais [Answine, 2021]. Or, comme les membres du comité consultatif l'ont souligné, l'anesthésie avec le desflurane émet plus de GES en équivalent de CO₂ qu'avec le sévoflurane, et ce, même à faible débit de gaz frais étant donné que le sévoflurane possède de plus faibles valeurs de PRG et de MAC que le desflurane.

²⁵ https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12479-Gaz-a-effet-de-serre-fluores-reexamen-des-regles-de-IUE-2015-2020-feedback_fr?p_id=30057883 (Consulté le 18 janvier 2023).

À l'inverse, d'autres vont plus loin et prônent une diminution de l'utilisation de tous les gaz anesthésiants qui ont un effet direct sur le réchauffement climatique au profit des options de recharge comme la TIVA, les anesthésies locorégionales ou les méthodes de diversion (p. ex. pour la pose de cathéter).

Selon des parties prenantes consultées, une des raisons avancées pour le choix du desflurane est que le fait d'avoir un patient alerte plus rapidement après une chirurgie peut représenter un atout dans certaines circonstances ou chirurgies particulières. Les chirurgies pratiquées chez des personnes aux prises avec une obésité morbide pourraient représenter aussi une situation où le desflurane est parfois préféré au sévoflurane, et ce, en raison de sa liposolubilité moindre. D'autres utilisateurs de desflurane estiment à tort que l'utilisation d'un faible débit de gaz frais réduit suffisamment l'empreinte carbone de l'anesthésie. En effet, même à faible débit de gaz frais, l'anesthésie au desflurane a une empreinte carbone plus élevée qu'une anesthésie au sévoflurane avec un débit de gaz frais supérieur (supérieur ou égal à 1 L/min).

Enfin, des anesthésiologistes se rassureraient faussement sur l'empreinte carbone de leur anesthésie en réduisant leur consommation de desflurane en pratiquant en circuit fermé avec un faible débit de gaz frais.

2.2.4 Arguments contre le retrait du protoxyde d'azote au bloc opératoire

La recherche systématique de la littérature scientifique n'a pas repéré de lettres d'opinion exprimant des arguments contre le retrait du protoxyde d'azote au bloc opératoire ou la mise hors service du système centralisé de distribution de ce gaz.

2.3 Actions et initiatives québécoises en matière de développement durable

Pour apprécier les leviers existant au Québec et les initiatives locales pour des soins de santé plus respectueux de l'environnement, une revue narrative de la littérature grise a été réalisée. Un portrait de la consommation des agents anesthésiques inhalés dans les blocs opératoires québécois entre 2019 et 2023 a par ailleurs été brossé à partir de données fournies par les 29 directions de la qualité, évaluation, performance et éthique des établissements sollicités et par le Centre d'acquisitions gouvernementales (CAG). Des parties prenantes consultées ont aussi permis de relever des enjeux, des expériences et des éléments de contexte à l'égard du développement durable en santé.

2.3.1 Plans d'action de développement durable en santé

Le gouvernement du Québec s'est récemment doté d'une [stratégie de développement durable pour la période 2023-2028](#). Cette stratégie comprend cinq orientations et regroupe une vingtaine d'objectifs pour un Québec prospère, vert et responsable. Elle concerne tous les ministères et organismes actifs dans différentes sphères d'activités, y compris la santé. Les ministères et organismes avaient jusqu'au 1^{er} septembre 2023 pour adopter leur plan d'action pour le développement durable (PADD) 2023-2028, et ce,

conformément aux [Orientations en matière de planification stratégique pour l'Administration gouvernementale](#). Il est prévu que le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs établisse, annuellement, un [indice de performance en matière de développement durable](#) pour chaque ministère et organisme, basé sur leur réalisation et l'atteinte des résultats découlant de l'application de leur PADD.

Le [PADD du ministère de la Santé et des Services sociaux 2023-2028](#) a été rendu public le 29 février 2024. Il fait suite à son [plan d'action transitoire 2022-2023](#). Dans le PADD 2023-2028, le MSSS s'est engagé à accomplir 16 actions dont celles ci-dessous spécifiques aux infrastructures et à la prestation de soins et services dans les établissements :

- Réduire les émissions de GES des bâtiments du réseau de la santé et des services sociaux (RSSS) – Indicateur : *pourcentage de réduction des émissions* – cibles de 2 % à 25 % d'ici 2027-2028;
- Verdir les pratiques au bloc opératoire – Indicateur : *émissions de GES (tonnes éq. CO2) associées aux gaz anesthésiants* – cibles à déterminer;
- Accompagner les établissements du RSSS dans l'adoption de démarches en développement durable – Indicateur : *proportion des établissements publics du RSSS engagés dans une démarche de développement durable* – cibles de 25 % à 100 % d'ici 2027-2028;
- Accroître la saine gestion des matières résiduelles dans les établissements du RSSS – Indicateur : *proportion des établissements publics du RSSS s'étant dotés d'un plan de gestion des matières résiduelles* – cibles de 10 % à 100 % d'ici 2027-2028;
- Renforcer les pratiques d'approvisionnement responsable dans les établissements du RSSS – Indicateur : *proportion des acquisitions des établissements du RSSS qui intègrent au moins une composante de développement durable* – cibles de 20 % à 50 % d'ici 2027-2028.

En cohérence avec son plan transitoire, le MSSS a invité le RSSS à contribuer volontairement au développement durable pendant cette période. En appui à ces démarches, un répondant de développement durable a été nommé dans plusieurs établissements du RSSS. À cet égard, une table des répondants est invitée à discuter des initiatives dans le réseau et à partager leurs orientations en matière de développement durable. Les initiatives dans le RSSS sont notamment appuyées par des médecins intéressés par une prestation de soins écoresponsables ou des Eco-CMDP26 mis en place par certains établissements, comme le CISSS de Laval et le CIUSSS de l'Estrie – CHUS.

²⁶ Conseil des médecins, dentistes et pharmaciens.

2.3.2 Approvisionnement responsable dans le secteur de la santé

L'intégration de critères environnementaux et de l'analyse du cycle de vie dans tout le processus d'achat de produits pharmaceutiques ou destinés au secteur de la santé et des services sociaux représente un certain défi. Bien que le MSSS se soit doté d'un cadre de référence en approvisionnement responsable dans les établissements en 2020²⁷, et ait ajouté une action à son PADD 2023-2028, la collecte d'information pose un certain défi puisque les manufacturiers n'ont pas encore l'obligation d'évaluer les impacts environnementaux selon le cycle de vie de leur produit. À l'instar d'autres pays comme la Suède notamment [FASS, 2012], Santé Canada a mené une réflexion à cet égard et propose, dans son plan prospectif de la réglementation 2023-2025, de modifier le Règlement sur les aliments et drogues²⁸. Cette démarche vise la modernisation de l'évaluation des risques environnementaux, des risques indirects pour la santé humaine, de même que des risques liés aux ingrédients utilisés pour la fabrication des médicaments. Cette initiative s'inscrit en conformité avec d'actuelles exigences figurant dans la [Loi canadienne sur la protection de l'environnement](#) et les deux règlements sur les renseignements concernant les substances nouvelles ([organismes](#) et [substances chimiques et polymères](#)). Cette information sera éventuellement utile pour mieux apprécier l'impact environnemental global associé aux gaz anesthésiques notamment. En revanche, la date de mise en œuvre demeure méconnue. Néanmoins, selon l'information présente dans son [Plan d'action de développement durable 2023-2028](#), le MSSS entend rendre obligatoire l'adoption d'une politique en approvisionnement responsable, la formation du personnel des services d'approvisionnement, la présence dans chaque établissement d'un super utilisateur en approvisionnement responsable, et la considération du développement durable dans les appels d'offres et de contrats.

2.3.3 Initiatives de développement durable dans les départements d'anesthésiologie

Bien qu'il n'existe pas de directives à l'échelle de la province pour réduire l'impact des agents anesthésiques inhalés sur l'émission de GES par les établissements de santé, plusieurs se sont engagés dans les dernières années vers la carboneutralité. En effet, des initiatives ont été mises en place dans plusieurs établissements de santé québécois pour tendre vers une réduction des émissions de GES des agents anesthésiques utilisés au bloc opératoire (p. ex. diminution ou retrait du desflurane, élimination du protoxyde d'azote, utilisation de la TIVA plutôt que des agents halogénés, fermeture du système centralisé de distribution de protoxyde d'azote). Des changements de pratique s'opèrent depuis quelques années, avec l'appui des départements d'anesthésiologie, mais la vitesse et la nature des stratégies mises en place sont hétérogènes à travers la province – certains départements ont entamé des changements de pratique il y a 6 ans, et

²⁷ <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/document-002697/> (Consulté le 29 février 2024).

²⁸ [Plan prospectif de la réglementation 2023-2025 : Règlement modifiant le Règlement sur les aliments et drogues \(évaluation et gestion des risques environnementaux liés aux ingrédients actifs dans les médicaments\) - Canada.ca](#) (Consulté le 29 février 2024).

d'autres sont actuellement dans la mise en place de mesures pour réduire l'utilisation du desflurane notamment.

2.3.4 Portrait québécois sommaire de la consommation des agents anesthésiques inhalés au bloc opératoire

Les données actuellement disponibles ne permettant pas d'estimer les volumes d'utilisation du N₂O dans les blocs opératoires québécois, seul le portrait des agents halogénés fournis aux blocs opératoires entre 2019 et 2023 peut être présenté. Les volumes, initialement partagés sous forme de nombre de bouteilles fournies, ont été convertis en nombre d'heures d'anesthésie et en tonnes d'équivalent CO₂ afin de faciliter l'interprétation. Le détail des calculs et des résultats est présenté à l'[annexe II](#).

Les données recueillies montrent que le changement de pratique concernant la réduction de l'utilisation du desflurane au bloc opératoire s'observe dans la majorité des établissements de santé du Québec. En effet, le nombre de bouteilles de desflurane fournies aux blocs opératoires a diminué, en moyenne, au Québec, d'environ 80 % entre 2019 et 2023. La conversion du nombre de bouteilles fournies en nombre d'heures d'anesthésie montre que le desflurane a été employé dans environ 3 % du nombre total d'heures d'anesthésie générale par inhalation, en 2023, alors que cette même proportion s'élevait à 15 % en 2019.

En 2023, 27 % des pharmacies d'établissement ayant partagé leurs données n'avaient pas fourni de desflurane au bloc opératoire (48 % sont des installations localisées dans une région métropolitaine, 35 % dans une zone urbaine et 17 % dans une zone rurale). Parmi les installations ayant fourni du desflurane en 2023, le nombre d'heures d'anesthésie avec cet agent représentait toujours moins de 30 % des heures totales d'anesthésie réalisées, 89 % de ces installations étant en deçà de 10 % du nombre total d'heures d'anesthésie. En comparaison, en 2019, la proportion d'heures d'anesthésie avec du desflurane représentait plus de 10 % du nombre total d'heures d'anesthésie dans près de la moitié des installations, et seulement 12 % des pharmacies d'établissements n'avaient pas fourni de desflurane au bloc opératoire.

La quantité de bouteilles de sévoflurane n'a augmenté que d'environ 1 % entre 2019 et 2023. Lors de cette dernière année, le volume de sévoflurane représentait toutefois 87 % du volume total d'agents halogénés fourni, alors qu'en 2019, cette proportion s'élevait à 59 %. La proportion du nombre d'heures d'anesthésie associées au sévoflurane a augmenté de 82 % à 95 % entre 2019 et 2023.

À travers les années analysées, l'isoflurane n'a été employé que dans 12 pharmacies d'établissements. Le nombre de bouteilles d'isoflurane fournies par celles-ci a diminué de 34 % entre 2019 et 2023. Toutefois, la proportion de bouteilles d'isoflurane, par rapport au volume total d'agents halogénés, ainsi que la proportion d'heures d'anesthésie associées à cet agent sont demeurées stables, à environ 2 % chaque année. Il semble que cet agent est généralement utilisé en établissement à des fins de recherche clinique (p. ex. sédation aux soins intensifs) ou encore à l'animalerie à des fins de recherche académique.

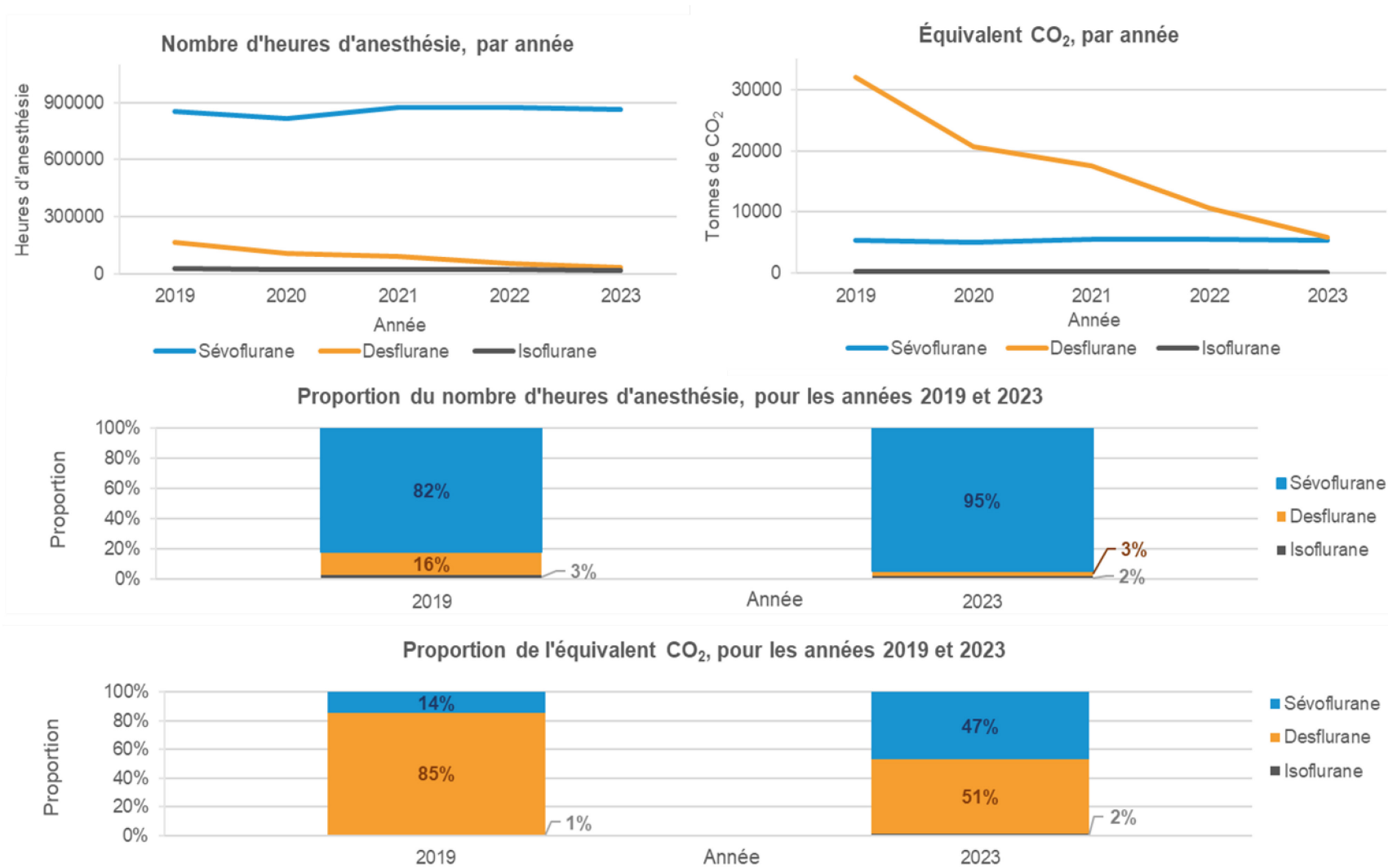
Afin d'apprécier l'impact qu'ont eu les changements de pratique sur l'empreinte carbone, les tonnes d'équivalent en CO₂ associées aux agents halogénés ont été quantifiées. La [figure 1](#) montre que la diminution de l'utilisation du desflurane au Québec a permis de diminuer l'équivalent CO₂ engendré par cet agent de 31 959 tonnes en 2019 à 5 948 tonnes en 2023. Lors de cette dernière année, l'empreinte carbone engendrée par le desflurane demeurait toutefois plus élevée que celles du sévoflurane et de l'isoflurane combinées. En effet, même si le nombre d'heures d'anesthésie associées au desflurane ne représentait que 3 % du nombre total d'heures d'anesthésie en 2023, cet agent a engendré 51 % des tonnes de CO₂ associées aux agents halogénés lors de cette même année. Cela concorde avec l'expérience des anesthésiologistes et inhalothérapeutes consultés. À partir d'observations locales à l'Hôpital général de Montréal, il a été estimé que l'utilisation du desflurane par 7 % des anesthésistes représentait 63 % des gaz à effet de serre des anesthésies générales au bloc opératoire.

Bien qu'une diminution de l'utilisation des agents halogénés soit observée dans les données partagées lors des années affectées par la pandémie de COVID-19, celle-ci a peu d'impact sur les tendances rapportées.

Limites et incertitudes associées à ces données

- Les résultats représentent le nombre de bouteilles fournies par les pharmacies d'établissements au bloc opératoire – la consommation réelle au bloc opératoire ne peut pas être estimée à partir des données disponibles.
- Les données étaient manquantes pour certains établissements de santé en raison des changements de logiciel de gestion de l'information – lorsque possible, des calculs ont été employés afin d'approximer les volumes manquants. Les données manquantes étaient généralement observées pour l'année 2019.
- Les années rapportées représentent des années civiles. Certains établissements ont toutefois fourni des données par année financière, nécessitant des calculs d'approximation.
- Les extractions de données ayant été réalisées par les établissements de santé ainsi que l'interprétation des inclusions et exclusions n'ont pas été contre-validées par l'INESSS.

Figure 1 Portrait québécois d'utilisation des agents halogénés entre 2019 et 2023 en termes d'équivalent CO₂ et d'heures d'anesthésie



PRINCIPAUX CONSTATS ET INCERTITUDES

Les constats dégagés et les incertitudes soulevées sont issus de la triangulation des données scientifiques, contextuelles et expérientielles. Ils servent d'assise à une délibération multidimensionnelle qui s'organise autour des cinq dimensions de l'évaluation. Les constats et enjeux suivants au regard des considérations socioculturelles ont été soulevés :

Priorités en matière de lutte contre les GES et de développement durable

- Le réchauffement climatique est un enjeu planétaire qui a des répercussions sur l'environnement, l'économie et la santé.
- Pour donner suite à la COP21 et à l'accord de Paris en 2015, 120 pays, dont le Canada et la province de Québec, se sont engagés pour atteindre la carboneutralité en 2050, c'est-à-dire qu'ils ne devront pas émettre plus de gaz à effet de serre qu'ils ne peuvent en absorber.
- Le National Health Service d'Écosse a mis en place en 2023 des mesures pour déclasser le desflurane comme agent anesthésique. Il a été suivi du NHS d'Angleterre au printemps 2024, qui retirera le desflurane de ses établissements, à l'exception de ceux où des neurochirurgies de longue durée (supérieure à 10 heures) sont pratiquées et pour lesquelles le patient doit être réveillé dès la fin de l'intervention. La baisse de l'utilisation du desflurane avait commencé dès 2018, la part du desflurane étant passée de 25 % des agents halogénés à 2,5 % au début de 2023.
- À compter de 2026, l'Union européenne interdira l'utilisation du desflurane sauf si, pour des raisons médicales, aucun autre anesthésique ne peut être utilisé.
- Au Québec, il n'existe pas de directives concernant l'utilisation de gaz halogénés dans le but de réduire l'empreinte carbone des anesthésies générales. Par contre, le MSSS vient d'introduire dans son PADD une action – Verdir les pratiques au bloc opératoire – visant notamment la diminution des émissions de GES (tonnes éq. CO₂) associées aux gaz anesthésiants.

Appels à l'action dans le secteur de la santé

- Le secteur de la santé génère des émissions de GES. Au Québec, ce secteur représente 3,6 % des émissions de GES. De ce pourcentage, les gaz anesthésiants et les inhalateurs représenteraient 3 %.
- Les consensus d'experts et les guides de pratique clinique en anesthésiologie, au Canada et à travers le monde, intègrent des lignes directrices pour la pérennité environnementale.

- Dans le but de réduire l’empreinte carbone des anesthésies, les guides recommandent entre autres qu’à bénéfice clinique égal pour le patient, le choix de l’agent anesthésique soit guidé par son empreinte carbone. On devrait donc :
 - limiter l’usage du desflurane et le remplacer par le sévoflurane ou la voie intraveineuse (TIVA ou anesthésie locorégionale);
 - éviter l’utilisation du protoxyde d’azote comme gaz porteur.
- Si certains anesthésiologistes sont contre une interdiction formelle du desflurane, d’autres vont plus loin et souhaitent privilégier les anesthésies sans gaz halogénés ou protoxyde d’azote en utilisant des options de rechange telles que l’anesthésie intraveineuse totale, les anesthésies locorégionales ou les méthodes de diversion.

Incertitudes

Les appels à l’action et les réglementations reposent sur une analyse incomplète du cycle de vie des agents ciblés.

Expériences québécoises

- Des initiatives ont déjà été entreprises par les anesthésiologistes et leur département dans plusieurs hôpitaux du Québec dans le but de réduire l’utilisation du protoxyde d’azote. Le virage pour réduire l’usage du desflurane est déjà entamé dans toutes les régions du Québec, et ce, depuis au moins 5 ans. En 2023, 27 % des pharmacies ayant partagé leurs données n’ont fourni aucune bouteille de desflurane au bloc opératoire.
- L’utilisation du desflurane par une minorité d’anesthésiologistes peut toutefois représenter la majorité des GES des agents anesthésiants utilisés au bloc opératoire. Cela s’explique par le fait que, en plus d’avoir un PRG beaucoup plus élevé, une plus grande quantité de desflurane que de sévoflurane est requise pour un même effet anesthésiant.
 - En 2023, même si le nombre d’heures d’anesthésie associées au desflurane ne représentait que 3 % du nombre total d’heures d’anesthésie associées aux agents halogénés, il a engendré 51 % des tonnes de CO₂ associées à ces agents.

3 CONSIDÉRATIONS CLINIQUES

DIMENSION CLINIQUE

Dans quelles circonstances cliniques ou pour quelles populations particulières (enfants, aînés, conditions de santé particulières) n'est-il pas possible, pour des raisons de sécurité ou d'un avantage clinique établi,

- de remplacer le desflurane par du sévoflurane (ou de l'isoflurane), lors de l'entretien de l'anesthésie générale d'une personne soumise à une intervention chirurgicale?
- d'éliminer le protoxyde d'azote comme gaz porteur d'un agent anesthésique halogéné ou lors de la TIVA?

Le cas échéant, quelles sont la ou les pratiques cliniques pouvant contribuer à mitiger les impacts environnementaux des agents anesthésiques inhalés lors de l'anesthésie générale?

Comme évoqué précédemment, certains arguments cliniques sont à l'origine de préférences d'anesthésiologistes quant à l'usage de certains agents anesthésiants. Afin d'apprécier les avantages et inconvénients cliniques de chacun et de répondre aux questions d'évaluation, une revue rapide de la littérature scientifique a été réalisée telle que décrite ci-dessous. Les références citées par des documents retenus ont aussi été considérées, lorsque les arguments cliniques et scientifiques étaient pertinents et en appui aux recommandations des documents retenus dans l'analyse. Les monographies des différents agents anesthésiques inhalés ont aussi été consultées. En complément, des parties prenantes ont été invitées à fournir des perspectives cliniques, des éléments de contexte, puis des savoirs expérientiels.

3.1 Revue rapide de la littérature

La recherche systématique de la littérature scientifique a permis de repérer 6 346 références, desquelles 8 documents présentant de l'information et des recommandations cliniques sur les agents halogénés, ou le protoxyde d'azote, utilisés au bloc opératoire ont été retenus [Dobson *et al.*, 2024; NHS England, 2024; NIHR Global Health Research Unit on Global Surgery, 2023; Pauchard *et al.*, 2023; Chadha *et al.*, 2022; White *et al.*, 2022; Dadure *et al.*, 2019; Cosson *et al.*, 2018]. En complément, 2 ouvrages de référence médicale en anesthésiologie [Ebert, 2023; Groppper et Miller, 2020], 2 articles en anesthésiologie de la ressource médicale UpToDate [Khorsand, 2023; Hays, 2022], les monographies officielles des agents halogénés homologués par

Santé Canada et un résumé d'examen d'innocuité ont été consultés²⁹. L'appel à l'action retenu pour la dimension socioculturelle et qui incluait de l'information clinique pertinente pour étayer les réponses aux questions d'évaluation ciblées pour la dimension clinique a aussi été considéré [Devlin-Hegedus *et al.*, 2022]. Des références citées par les auteurs des documents retenus, en appui à leurs positionnements ou recommandations, ont aussi été consultées, lorsque pertinentes.

De cette recherche qui s'est terminée en novembre 2023, 1 document a été mis à jour [Dobson *et al.*, 2024]. Les informations cliniques de même que les positions et les recommandations des deux versions ont été comparées. Aucun changement majeur occasionnant des répercussions sur les orientations du présent projet n'a été observé. Ainsi, seule la référence la plus récente a été citée. Un guide produit par le NHS de l'Angleterre en mars 2024 a été repéré, et sa qualité méthodologique a été évaluée selon l'outil AGREE II.

La qualité méthodologique des huit guides de pratique clinique retenus pour les présents travaux ont été évalués selon l'outil AGREE II. Cinq guides ont eu une valeur de 67 % [NHS England, 2024; NIHR Global Health Research Unit on Global Surgery, 2023; Pauchard *et al.*, 2023; Chadha *et al.*, 2022; Dadure *et al.*, 2019], deux guides ont obtenu un score de 50 % [White *et al.*, 2022; Cosson *et al.*, 2018], alors qu'un guide était inférieur à 45 % [Dobson *et al.*, 2024], notamment en raison des domaines de la rigueur scientifique, de l'applicabilité et de l'indépendance éditoriale. La qualité méthodologique des ouvrages de référence médicale n'a pas été évaluée.

L'appel à l'action retenu a été jugé pour sa crédibilité scientifique avec la grille AACODS et a obtenu un score de 84 % [Devlin-Hegedus *et al.*, 2022].

Les caractéristiques des guides de pratique clinique, de même que les évaluations AGREE II et les évaluations AACODS des appels à l'action, sont présentées dans les *Annexes complémentaires*.

3.2 Anesthésie générale par inhalation

Le choix de l'agent halogéné du gaz anesthésique dépend de plusieurs facteurs dont ses caractéristiques pharmacologiques (p. ex. propriétés pharmacocinétiques, toxicologiques), les particularités et l'état de santé de la personne, le type d'intervention chirurgicale et la préférence de l'anesthésiologiste, et enfin son coût [Odin, 2005].

²⁹ <https://hpr-rps.hres.ca/reg-content/resume-examen-innocuite-detail.php?linkID=SSR00029> (Consulté le 8 septembre 2023).

3.2.1 Agents halogénés

3.2.1.1 Comparatif des caractéristiques cliniques des agents halogénés

En plus de l'ASA, tous les documents retenus pour la revue rapide qui visent à réduire l'empreinte carbone de l'anesthésie, et ce, indépendamment de leur qualité méthodologique ou crédibilité scientifique³⁰, recommandent de réduire la consommation des gaz anesthésiques en général [NIHR Global Health Research Unit on Global Surgery, 2023; Pauchard *et al.*, 2023; The Shift Project, 2023; CASCADES, 2022; Devlin-Hegedus *et al.*, 2022; NHS England, 2022; White *et al.*, 2022; Practice Greenhealth, 2019] et certains précisent de privilégier le sévoflurane plutôt que le desflurane à bénéfice clinique égal pour le patient [Pauchard *et al.*, 2023; Sherman *et al.*, 2023; Smith et Severn, 2023; Devlin-Hegedus *et al.*, 2022; NHS England, 2022; White *et al.*, 2022]. Cependant, aucun de ces guides ne mentionne quelles sont les conditions spécifiques pour l'utilisation du desflurane. Seul le NICE, à la demande du NHS de l'Angleterre, a défini les conditions pour lesquelles le desflurane pourrait apporter un avantage clinique (pour les détails, voir plus loin le paragraphe [3.2.1.2](#) – Usage clinique optimal des agents halogénés) [NHS England, 2024].

Le recours au desflurane est indiqué pour la phase d'entretien de l'anesthésie générale et n'est pas recommandé pour l'induction de l'anesthésie au moyen d'un masque chez l'adulte et l'enfant, en raison de l'incidence élevée d'effets secondaires modérés et graves sur les voies respiratoires supérieures [Baxter corporation, 2023b]. En revanche, le sévoflurane et l'isoflurane sont indiqués pour les phases d'induction et d'entretien de l'anesthésie générale, chez les adultes et les enfants [Baxter corporation, 2023a; Piramal Critical Care Inc, 2022; AbbVie corporation, 2021; Baxter corporation, 2018; Fresenius Kabi Canada Ltd, 2018].

Les contre-indications à l'usage des agents halogénés décrites dans les monographies sont similaires pour le desflurane, le sévoflurane et l'isoflurane, soit :

- les personnes présentant une sensibilité connue à un anesthésique par inhalation halogéné;
- les personnes ayant déjà présenté un dysfonctionnement hépatique, un ictère, une fièvre inexpliquée, une leucocytose ou une éosinophilie après l'administration d'un anesthésique halogéné;
- les personnes qui sont, de façon confirmée ou soupçonnée, génétiquement prédisposées à l'hyperthermie maligne et les personnes qui présentent des antécédents d'hyperthermie maligne.

Selon les monographies, et contrairement au sévoflurane et à l'isoflurane, le desflurane est également contre-indiqué en tant qu'agent d'induction par inhalation chez les enfants en raison d'une forte incidence de toux, d'apnée volontaire et d'apnée involontaire, de laryngospasme et d'augmentation des sécrétions [Baxter corporation, 2023b].

³⁰ <https://www.asahq.org/about-asa/governance-and-committees/asa-committees/environmental-sustainability/inhaled-anesthetic-challenge> (Consulté le 12 janvier 2024).

L'isoflurane et plus particulièrement le desflurane ont, contrairement au sévoflurane, une odeur âcre qui peut irriter les voies respiratoires [Flood *et al.*, 2021]. À l'inverse, le sévoflurane possède une odeur douce et n'entraîne pas d'irritation respiratoire [Baxter corporation, 2023a]. De plus, les auteurs du guide de pratique clinique de la Société française d'anesthésie et de réanimation (SFAR) sur la gestion des voies respiratoires des enfants lors des anesthésies suggèrent d'éviter l'utilisation du desflurane chez ceux souffrant d'une infection des voies respiratoires supérieures [Dadure *et al.*, 2019].

Selon les monographies du sévoflurane, il y a deux populations vulnérables chez les enfants pour lesquelles il faut faire preuve de prudence, soit les enfants avec une maladie de Pompe ou ceux atteints de trisomie 21 (syndrome de Down) [Baxter corporation, 2023a; Piramal Critical Care Inc, 2022; AbbVie corporation, 2021]. En effet, des cas d'arythmie ventriculaire ont été signalés chez des enfants atteints de la maladie de Pompe sous anesthésie par sévoflurane. Chez les enfants avec une trisomie 21, il a été noté un risque plus élevé de bradycardie (fréquence et intensité plus élevées) comparativement aux enfants en bonne santé. Santé Canada a d'ailleurs mené un examen de l'innocuité en 2018 et a conclu qu'il existait bel et bien un lien entre le sévoflurane et le risque de bradycardie chez les enfants atteints de ce syndrome³¹. De plus, il a aussi été observé, chez l'adulte, une incidence de bradycardie plus élevée avec le sévoflurane qu'avec l'isoflurane [Baxter corporation, 2023a; Piramal Critical Care Inc, 2022; AbbVie corporation, 2021].

Les agents halogénés ont des propriétés vasodilatatrices. L'isoflurane et le desflurane tendent à produire une tachycardie progressive à des concentrations de plus en plus élevées, et une tachycardie peut être observée avec le sévoflurane à des concentrations supérieures à 1,0 MAC [Hays, 2022]. Le desflurane est notamment déconseillé lors de l'induction chez les personnes présentant un risque de coronaropathie [Baxter corporation, 2023b]. En effet, chez ces personnes à risque, une induction rapide avec le desflurane sans opioïde a été associée, dans les études, à une augmentation de l'incidence d'ischémie myocardique. En revanche, le sévoflurane ne semble pas avoir d'effet vasodilatateur important sur les coronaires, et n'a pas d'effets délétères sur la distribution sanguine en présence d'ischémie myocardique locale et, par conséquent, ne semble pas exacerber l'ischémie myocardique [Baxter corporation, 2023a; Piramal Critical Care Inc, 2022; AbbVie corporation, 2021].

Un des avantages perçus pour le desflurane est le fait qu'il soit moins soluble dans le sang, les muscles et le gras, entraînant une moindre saturation des tissus, et faisant en sorte que le réveil est plus rapide qu'avec le sévoflurane et l'isoflurane [Ebert, 2023]. Cette particularité pourrait le rendre avantageux pour les personnes souffrant d'obésité morbide. Cependant, à l'instar d'un article tiré de la ressource médicale UpToDate [Eipe, 2022], les parties prenantes consultées sont d'avis que l'obésité ne doit pas être le

³¹ [Résumé de l'examen de l'innocuité - Sévoflurane - Réévaluation du risque potentiel de rythme cardiaque lent \(bradycardie\) chez les enfants atteints du syndrome de Down | Drug and Health Products Portal \(hpfb-dgpsa.ca\)](#) (Consulté le 16 février 2024).

facteur décisionnel pour choisir la technique ou l'agent anesthésique – d'autres facteurs liés à la personne sont à considérer.

En raison du coefficient de partage sang : gaz plus élevé de l'isoflurane (voir le [tableau 2](#)), son absorption et l'induction de l'anesthésie générale sont plus lentes qu'avec le sévoflurane ou le desflurane. De même, son coefficient de partage gras : sang est associé à une émergence prolongée, en particulier après des procédures de longue durée, ce qui réduit son utilisation dans ce contexte [Hays, 2022].

Enfin, selon les monographies, la diminution de la MAC chez les nouveau-nés varie selon l'agent halogéné. Ainsi, avec l'isoflurane, qui est un agent plus soluble, la MAC est réduite à la naissance, en particulier chez les prématurés, et augmente jusqu'à l'âge de six mois environ avant de commencer à diminuer avec le vieillissement [Baxter corporation, 2018]. Au contraire, la diminution de la MAC n'a pas été démontrée chez les jeunes nourrissons avec le desflurane et le sévoflurane, qui sont des agents moins solubles.

Tableau 2 Caractéristiques pharmacodynamiques et cliniques des agents halogénés selon les monographies officielles des agents halogénés homologués par Santé Canada

| Caractéristiques | Desflurane | Sévoflurane | Isoflurane |
|---|------------|-------------|------------|
| Concentration alvéolaire minimale sous O ₂ (personne entre 30 et 60 ans) | 6,6 % | 1,8 % | 1,17 % |
| % métabolisé par la personne | 0,02 % | 2-5 % | 0,2 % |
| Irritant pour le système respiratoire supérieur | oui | non | Incertain |
| Coefficient de partage | | | |
| Sang : gaz | 0,42 | 0,65 | 1,46 |
| Cerveau : sang | 1,3 | 1,7 | 1,6 |
| Muscle : sang | 2 | 3,1 | 2,9 |
| Gras : sang | 27,2 | 47,5 | 44,9 |

3.2.1.2 Usage clinique optimal des agents halogénés

Selon les guides de pratique clinique (GPC) retenus, les anesthésiologistes sont encouragés à privilégier le gaz halogéné ayant le plus faible impact environnemental, à bénéfice égal pour la personne anesthésiée, soit le sévoflurane comme premier choix, puis l'isoflurane et en dernier lieu le desflurane [Pauchard *et al.*, 2023; White *et al.*, 2022].

Au printemps 2024, dans le contexte du retrait du desflurane des hôpitaux du NHS d'Angleterre, un groupe de travail du National Institute for Health and Care Excellence (NICE) et du NHS a cherché à déterminer les situations cliniques où le desflurane pourrait être encore être utilisé [NICE, 2024]. Pour ce faire, ils ont consulté des anesthésiologistes provenant de différents domaines comme la neurochirurgie, l'obésité,

la chirurgie bariatrique et la pédiatrie. Deux populations ont été identifiées, pour lesquelles le desflurane pourrait, selon des experts, procurer un avantage clinique :

- les personnes subissant une neurochirurgie;
- les personnes ayant un indice de masse corporelle d'au moins 30 kg/m² subissant une chirurgie quelconque.

À l'issue d'une revue de la littérature scientifique, le [NICE, 2024] a conclu qu'il n'y avait aucune preuve scientifique indiquant que le desflurane procure un avantage clinique comparativement à d'autres agents d'anesthésie générale, et ce, pour les deux populations citées précédemment. Néanmoins, des spécialistes en neuro-anesthésie consultés par le NHS d'Angleterre ont exprimé des réserves sur le fait qu'un nombre limité de chirurgies longues (durée supérieure à 10 heures) et extrêmement spécifiques pourraient constituer des cas d'exceptions cliniques, comme les longues chirurgies crâniennes sous anesthésie générale [NHS England, 2024]³².

Questionnés avant la publication du rapport du NHS sur les situations cliniques où le desflurane pourrait être encore utilisé, les membres du comité consultatif ont été unanimes quant au fait qu'il n'existe aucune preuve scientifique robuste indiquant une situation ou une condition médicale justifiant le recours au desflurane plutôt qu'à un autre gaz halogéné ou à un autre type d'anesthésie (p. ex. anesthésie intraveineuse totale (TIVA) avec propofol). Cette affirmation est appuyée par les recommandations d'un groupe d'experts français composé de six diabétologues et de quatre anesthésiologistes, déclarant qu'il n'y a pas d'agent anesthésique supérieur en termes de morbidité ou de mortalité pour l'anesthésie des personnes diabétiques [Cosson *et al.*, 2018].

Les membres du comité consultatif ont confirmé que le desflurane n'est pas utilisé en pédiatrie en raison de son effet irritant sur les voies respiratoires supérieures. Il a aussi été mentionné que la trisomie 21 et la maladie de Pompe ne sont pas des contre-indications suffisantes pour recourir au desflurane au lieu du sévoflurane.

De même, selon la perspective des spécialistes en anesthésiologie consultés, l'obésité ne peut être un prétexte pour un recours spécifique au desflurane, mais certains cliniciens privilégient l'utilisation du desflurane lors de chirurgies pratiquées sur des personnes souffrant d'obésité avec une apnée du sommeil sévère ou avec des symptômes de myopathie afin d'obtenir un réveil plus rapide. Toutefois, il n'y a pas de différence notable dans l'évolution clinique à court ou à long terme selon des parties prenantes consultées.

Le sévoflurane est un agent de choix pour l'induction par inhalation en raison de ses caractéristiques, dont sa faible odeur, sa faible âcreté et ses caractéristiques bronchodilatatrices [Ebert, 2023]. Le sévoflurane serait également choisi fréquemment pour l'entretien de l'anesthésie parce que des changements plus rapides de la profondeur anesthésique sont possibles pendant les interventions douloureuses par rapport aux agents plus solubles tels que l'isoflurane [Hays, 2022].

³² <https://naccs.org.uk/naccs-statement-about-the-use-of-desflurane/> (Consulté le 19 avril 2024).

Les parties prenantes consultées ainsi que les données recueillies dans les établissements québécois indiquent que l'isoflurane n'est plus utilisé au bloc opératoire ou l'est très peu (voir l'[annexe II](#) pour les données de volumétrie). Certains milieux peuvent avoir conservé un accès à l'isoflurane comme solution de rechange au sévoflurane pour les chirurgies cardiaques, puisque ces dernières ne nécessitent pas un réveil rapide après la chirurgie. D'autres établissements conservent un accès à l'isoflurane pour les anesthésiologistes qui ont l'habitude de recourir à ce gaz, sans que cela soit spécifiquement en lien avec un avantage clinique en ce qui concerne la pratique. L'isoflurane est également utilisé aux soins intensifs, mais le contexte est différent et sort du cadre des présents travaux.

Les parties prenantes consultées confirment que le réveil de la personne est plus rapide sous desflurane que sous sévoflurane, mais précisent que, si les revues systématiques avec méta-analyses montrent une différence de quelques minutes, cette différence n'est pas cliniquement significative. Par exemple, la méta-analyse de Macario *et al.* [2005] qui compare le sévoflurane avec le desflurane montre une différence de 1 à 1,2 minute de temps d'extubation entre les anesthésies générales de 3,1 heures et moins. Aucune différence significative n'a été observée dans le délai de sortie de la salle de réveil ou pour les symptômes de nausées et de vomissements postopératoires [Macario *et al.*, 2005]. Ce constat sur le fait que les patients ne sortent pas plus rapidement de la salle de réveil avec le sévoflurane ou le desflurane est aussi observé par les spécialistes en anesthésiologie consultés. Ainsi, selon les avis colligés, le choix d'utiliser le desflurane repose sur l'expérience personnelle ou l'habitude plutôt que sur des raisons médicales. Avec l'expérience, les anesthésiologistes et les inhalothérapeutes se perfectionnent afin de déterminer le moment optimal en fin de chirurgie pour réduire et arrêter le sévoflurane dans le but de diminuer le temps de réveil. Ce dernier constat est aussi l'avis d'experts australiens [Devlin-Hegedus *et al.*, 2022]. De plus, les membres du comité consultatif soulignent que l'utilisation d'une concentration d'agent halogéné la plus faible possible permet de réduire la quantité de gaz halogénés accumulés dans le corps et donc de diminuer le temps de réveil.

3.2.2 Protoxyde d'azote

3.2.2.1 Caractéristiques cliniques

Le [tableau 3](#) résume les principales caractéristiques cliniques du protoxyde d'azote. Le protoxyde d'azote mélangé à l'oxygène est utilisé aux urgences comme analgésique pour soulager les personnes souffrantes (p. ex. avec brûlures). Il est aussi utilisé pour les actes douloureux de courte durée comme les ponctions lombaires, les changements de pansements chez les brûlés, les ponctions veineuses chez l'enfant, etc. Il est aussi utilisé pour les soins dentaires chez les adultes et enfants anxieux et en obstétrique dans l'attente d'une péridurale ou pour la remplacer si celle-ci n'est pas faisable³³.

³³ <https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/ct021011.pdf> (Consulté le 20 décembre 2023).

En anesthésie générale, le protoxyde utilisé comme gaz porteur peut ainsi accélérer la vitesse d'induction et le réveil [Pauchard *et al.*, 2023]. Par exemple, une réduction de 2 minutes (95 % IC : 0,6-3,4) pour l'extubation a été observée lorsque le protoxyde était ajouté à l'isoflurane 30 minutes en fin de chirurgie [Mraovic *et al.*, 2018].

Le protoxyde d'azote est associé à une incidence légèrement plus élevée de nausées et vomissements postopératoires comparativement aux agents halogénés [Hays, 2022].

Sa forte capacité de diffusion rend le protoxyde d'azote contre-indiqué, entre autres, chez les patients avec une distension intestinale préexistante, une pression auriculaire, un pneumothorax, un pneumopéritoine, un pneumocéphale, un gaz intraoculaire, une embolie gazeuse veineuse ou une hypertension intracrânienne [Hays, 2022].

Il existe différentes options de recharge pour éviter le recours au protoxyde d'azote en salle de chirurgie. En effet, l'utilisation adéquate de la concentration et du débit de l'agent halogéné permet d'augmenter la vitesse d'induction sans avoir recours au protoxyde d'azote [Pauchard *et al.*, 2023].

Tableau 3 Caractéristiques cliniques du protoxyde d'azote [Forman et Ishizawa, 2024]

| Caractéristiques | Protoxyde d'azote |
|--|-------------------|
| Concentration alvéolaire minimale sous O ₂ (personne entre 30 et 60 ans) | 104 % |
| % métabolisé par la personne | s.o. |
| Irritant pour le système respiratoire supérieur | non |
| Coefficient de partage | |
| Sang : gaz | 0,47 |
| Cerveau : sang | 1,1 |
| Muscle : sang | 1,2 |
| Gras : sang | 1,3 |

3.2.2.2 Usage optimal du protoxyde d'azote au bloc opératoire

Les spécialistes en anesthésiologie consultés, dont une en pédiatrie, n'utilisent pas dans leur pratique le protoxyde d'azote pour la pose d'une voie intraveineuse, même chez les enfants. Le protoxyde reste toutefois encore utile en situation d'urgence selon la majorité des experts en anesthésiologie consultés, car il est instantanément disponible. Par exemple, ces spécialistes soulignent que le protoxyde d'azote peut être nécessaire en cas de césarienne d'urgence où le temps manque pour préparer les perfusions de propofol. En effet, le sévoflurane, contrairement au propofol utilisé pour l'anesthésie intraveineuse, va avoir un effet relaxant non désiré sur l'utérus pouvant entraîner une hémorragie post-partum. Or le protoxyde d'azote utilisé comme gaz porteur permet de diminuer la concentration de sévoflurane et donc l'effet relaxant. Le comité précise aussi que le protoxyde d'azote peut s'avérer pertinent pour remplacer la péridurale lors d'un

accouchement quand celle-ci n'est pas faisable, ou quand les patients sont susceptibles d'hyperthermie maligne. Si certains membres du comité sont en faveur d'un retrait total du protoxyde d'azote à cause de son impact sur l'augmentation des cas de nausées et de vomissements postopératoires, de même que sur la couche d'ozone et le réchauffement climatique, d'autres sont en faveur de le garder sous forme de bonbonne portable pour les cas exceptionnels mentionnés plus haut.

3.3 Approches pour une anesthésie générale par inhalation plus respectueuses de l'environnement

Privilégier le sévoflurane est une des principales mesures proposées pour atténuer l'empreinte carbone des gaz halogénés lors de l'anesthésie générale. Par exemple, chez l'adulte, les valeurs de MAC du desflurane étant de 6,6 % et celle du sévoflurane de 1,8 %, il faut utiliser 3,7 fois plus de desflurane que de sévoflurane pour une même profondeur d'anesthésie. Or, le PRG20 du desflurane (7 020) est 10 fois plus élevé, donc pour un même débit de gaz frais, l'empreinte carbone d'une anesthésie au desflurane est près de 40 fois plus importante qu'une anesthésie au sévoflurane. Le même raisonnement montre que l'empreinte carbone de l'anesthésie avec l'isoflurane est d'environ 1,8 fois plus grande que celle avec le sévoflurane.

Néanmoins, d'autres mesures peuvent également être mises en place pour réduire la consommation des gaz halogénés lors des anesthésies générales comme l'utilisation du faible débit de gaz frais, le suivi de la profondeur de l'anesthésie et la technique de l'anesthésie inhalée à objectif de concentration (AINOC).

3.3.1 Utilisation du faible débit de gaz frais

L'utilisation du faible débit de gaz frais (entre 0,3 et 1 L/min selon les appareils d'anesthésie – les plus récents permettant un seuil minimal) est une méthode qui permet de diminuer la quantité d'agents halogénés en réduisant le débit d'air renouvelé dans le circuit anesthésique alors dit semi-fermé. L'utilisation du faible débit implique l'utilisation d'un absorbeur de carbone afin d'éliminer le dioxyde de carbone dans l'air qui retourne au patient [Bokoch et Weston, 2024]. Les risques cliniques liés à l'utilisation du faible débit sont la désaturation et l'hypoxie d'un côté, et de l'autre la potentielle toxicité du composé A.

Le composé A est un composé de dégradation du sévoflurane lorsque ce dernier entre en contact avec des bases fortes comme l'hydroxyde de sodium ou l'hydroxyde de potassium présent dans les absorbeurs de CO₂. Ce composé A est volatil et peut être inhalé par la personne. Des études chez le rat ont montré que ce produit de dégradation du sévoflurane présentait une toxicité pour les reins. C'est pourquoi les monographies de fabricants ainsi que la Food and Drug Administration (FDA) recommandent de ne pas utiliser le sévoflurane en dessous du seuil de 2,0 L/min. Néanmoins, l'association américaine des anesthésiologistes demande de revoir ce seuil, étant donné que de nombreuses recherches récentes, dont une revue systématique avec méta-analyses d'études réalisées chez l'humain, n'ont mis en évidence aucune toxicité du sévoflurane à

faible débit (inférieur ou égal à 1,110 L/min) et que l'Union européenne n'a émis aucune restriction sur la limite de débit de gaz frais pour le sévoflurane³⁴. De plus, selon la perspective des spécialistes en anesthésiologie consultés, le composé A est un faux problème, car aucune donnée ne démontre la toxicité de ce composé chez l'humain.

Interrogés sur la potentielle toxicité du composé A, produit de dégradation du sévoflurane au contact des absorbeurs de CO₂ à bases fortes, les membres du comité mentionnent qu'elle est nulle, étant donné que sa toxicité pour l'humain n'a pas été démontrée. En effet, la toxicité du composé A chez le rat est due à la forte activité de l'enzyme β -lyase qui est spécifique aux rongeurs. Le sévoflurane n'a montré aucune toxicité additionnelle comparativement aux autres agents halogénés (propofol, desflurane, isoflurane, etc.) [Sondekoppam *et al.*, 2020]. De plus, les membres du comité ajoutent que les nouveaux absorbeurs sont sans bases fortes.

L'utilisation du faible débit pour les gaz halogénés est recommandée par toutes les sociétés savantes, soit la Fédération mondiale des sociétés d'anesthésistes [White *et al.*, 2022], la SFAR [Pauchard *et al.*, 2023], la Société canadienne des anesthésiologistes [Dobson *et al.*, 2024], CASCADES [CASCADES, 2022] et la CODA [Devlin-Hegedus *et al.*, 2022]. De plus, afin de limiter la production de composé A, la SCA [Dobson *et al.*, 2024], l'ASA³³ et la CODA [Devlin-Hegedus *et al.*, 2022] recommandent d'utiliser les absorbeurs de nouvelle génération qui contiennent peu (inférieur à 2 %) ou pas d'hydroxyde de sodium.

3.3.2 Mesure de la profondeur de l'anesthésie

La surveillance de la profondeur de l'anesthésie est possible par le suivi de l'indice bispectral (BIS), de l'entropie spectrale à l'aide de l'électroencéphalographie (EEG) ou à l'aide de l'anesthésie inhalée à objectif de concentration (AINOC ou FetCible) [Billard, 2014].

La SFAR recommande d'ajuster en continu la quantité de gaz halogénés en fonction de la profondeur de l'anesthésie. Cette profondeur peut être suivie par l'indice bispectral (BIS) ou celui de l'entropie spectrale à l'aide de l'électroencéphalographie (EEG). Si les études primaires citées dans le guide de la SFAR [Pauchard *et al.*, 2023] divergent à montrer qu'une surveillance de la profondeur de l'anesthésie diminue la consommation d'agents halogénés, les trois revues systématiques avec méta-analyses citées indiquent des baisses d'importance variée, mais significative de la consommation des agents halogénés quand la profondeur de l'anesthésie est surveillée [Chhabra *et al.*, 2016; Punjasawadwong *et al.*, 2014; Liu, 2004].

D'un autre côté, il est aussi possible de suivre indirectement la profondeur de l'anesthésie en analysant la concentration de l'agent halogéné dans l'air expiré par le patient. Cette méthode, appelée l'anesthésie inhalée à objectif de concentration (AINOC ou FetCible), se base sur la concentration de gaz halogénés mesurée dans la fraction

³⁴ <https://www.asahq.org/standards-and-practice-parameters/statement-on-the-use-of-low-gas-flows-for-sevoflurane> (Consulté le 12 janvier 2024).

expirée par la personne sous anesthésie pour déterminer la quantité de gaz halogénés à injecter (en ajustant le débit ou la concentration) [Billard, 2014]. Cette concentration mesurée est un indicateur de la concentration alvéolaire, qui lui est un indicateur indirect de la profondeur de l'anesthésie se basant sur la valeur de MAC de l'agent anesthésique. De cette façon, la quantité de gaz utilisés est optimisée et cela permet d'éviter la surdose. C'est pourquoi la SFAR recommande, dans son guide, d'utiliser l'AINOC, quand les équipements sont disponibles, afin de réduire l'empreinte carbone des anesthésies générales [Pauchard *et al.*, 2023].

Une revue systématique avec méta-analyses citée par le guide de la SFAR montrait que le suivi de la profondeur de l'anesthésie à l'aide de l'indice BIS diminuait le risque de survenue de mémorisation par rapport à une surveillance clinique standard, mais le risque était équivalent à un suivi de la fraction expirée (FetCible) [Chan *et al.*, 2020]. Le constat est le même pour le groupe d'experts de l'étude Chadha *et al.* [2022] qui présente une recommandation faible de l'utilisation de la FetCible par rapport au suivi de l'entropie spectrale.

Pauchard *et al.* [2023] cite aussi une autre revue systématique avec méta-analyses qui montre que le délai à l'ouverture des yeux était significativement réduit de 2 à 6 minutes chez les patients suivis par BIS, anesthésié par sévoflurane ou isoflurane. Aucune réduction n'a été observée avec le desflurane [Lewis *et al.*, 2019].

Les résultats relatifs au bénéfice de la surveillance de l'anesthésie par BIS dans les chirurgies ambulatoires, notamment en ce qui concerne le risque de nausées et vomissements postopératoires ainsi que le délai de sortie de la salle de réveil, sont contradictoires [Poon *et al.*, 2020; Bocskai *et al.*, 2018; Satisha *et al.*, 2010; Liu, 2004; Wong *et al.*, 2002].

Même si aucune étude n'a démontré que le suivi de la profondeur de l'anesthésie permettait de réduire le risque de délirium postopératoire, la SFAR et la société européenne d'anesthésie préconisent le suivi de la profondeur d'anesthésie chez tous les patients à risque de délirium postopératoire ou chez les personnes âgées [Aubrun *et al.*, 2019; Aldecoa *et al.*, 2017].

Cependant, selon la perspective des experts consultés, l'utilisation de l'indice bispectral (BIS) ou de l'électroencéphalographie (EEG) pour surveiller et moduler la profondeur de l'anesthésie réduit la consommation d'agents halogénés de seulement quelques pourcentages alors que l'anesthésie inhalée à objectif de concentration (AINOC) permet une réduction d'environ 15 %. Avec l'AINOC, la concentration de l'agent halogéné dans la fraction expirée par le patient est déterminée au préalable et l'appareil d'anesthésie adapte en continu la concentration de l'agent halogéné injecté dans le circuit et le débit de gaz frais. Les experts en anesthésie consultés estiment par ailleurs qu'il est possible de réduire la consommation des agents halogénés en combinant le faible débit de gaz frais (0,3 L/min) avec l'AINOC.

3.3.3 Solutions de rechange à l'anesthésie générale par inhalation

Plusieurs guides de pratique clinique recommandent, lorsque cela est possible et cliniquement pertinent, de privilégier des solutions de rechange à l'anesthésie générale par inhalation [Dobson *et al.*, 2024; Devlin-Hegedus *et al.*, 2022], comme l'anesthésie locorégionale ou l'anesthésie intraveineuse totale (TIVA). Ces techniques d'anesthésie sont considérées comme moins polluantes en GES. La TIVA est obtenue par injection de propofol par voie intraveineuse. Or, le propofol non métabolisé par le patient (environ 1 %) sera excrété par les urines et peut causer un effet nocif sur les sols et milieux aquatiques selon certains auteurs [Pauchard *et al.*, 2023]. C'est pourquoi, d'un point de vue environnemental, le guide de pratique de la SFAR ne fait pas de recommandation de choix entre l'anesthésie générale par inhalation et la TIVA. Le remplacement de l'anesthésie par inhalation par la TIVA est en dehors du cadre de cet avis.

PRINCIPAUX CONSTATS ET INCERTITUDES

Les constats dégagés et les incertitudes soulevées sont issus de la triangulation des données scientifiques, contextuelles et expérientielles. Ils servent d'assise à une délibération multidimensionnelle qui s'organise autour des cinq dimensions de l'évaluation. Les constats et enjeux suivants au regard de la dimension clinique ont été soulevés :

Informations cliniques des agents halogénés

- Tous les guides de pratique et lignes directrices qui abordent la question de l'impact environnemental se positionnent en faveur de la réduction de la consommation des gaz halogénés. La majorité préconise le remplacement du desflurane au profit du sévoflurane. Ils recommandent également la réduction de l'utilisation du protoxyde d'azote.
- Le profil d'innocuité des différents agents halogénés est similaire. Cependant, le desflurane est contre-indiqué pour son utilisation avec un masque lors de la phase d'induction à cause de son âcreté. Il n'est pas utilisé chez les enfants.
- Le desflurane, l'isoflurane et le sévoflurane ont des contre-indications communes (p. ex. sensibilité connue à un anesthésique halogéné, hyperthermie maligne).
- Le sévoflurane et l'isoflurane sont les plus polyvalents, car ils peuvent être utilisés lors des phases d'induction et d'entretien de l'anesthésie générale selon les monographies.
- L'isoflurane est l'agent halogéné dont l'action est la moins rapide, donc avec un temps d'induction et de réveil plus long.

- Le desflurane étant moins soluble dans le sang et les tissus humains, en particulier dans la graisse, son élimination est plus rapide que le sévoflurane. Il permet un réveil plus rapide de quelques minutes comparativement au sévoflurane, chez les personnes souffrant d'obésité notamment. Cette différence n'est toutefois pas significative sur le plan clinique et n'a aucun impact organisationnel.
- L'utilisation du sévoflurane chez les enfants atteints de trisomie 21 ou les enfants avec une maladie de Pompe peut nécessiter une vigilance particulière. Néanmoins, selon la perspective des spécialistes en anesthésiologie consultés, dont un pratiquant en pédiatrie et en obstétrique, ces deux conditions ne sont pas suffisantes pour justifier cliniquement l'utilisation du desflurane au lieu du sévoflurane.

Choix de l'agent halogéné

- Selon la perspective des spécialistes en anesthésiologie consultés, il n'y a aucune raison clinique de recourir au desflurane plutôt qu'au sévoflurane. Néanmoins, bien qu'il n'y ait actuellement aucune preuve scientifique que le desflurane procure un avantage comparativement aux autres agents inhalés, le NHS d'Angleterre, après consultation de plusieurs experts en neuro-anesthésie, retient qu'il est possible de l'utiliser pour des circonstances exceptionnelles, lors de neurochirurgies crâniennes s'échelonnant sur plusieurs heures.
- Le choix du desflurane repose souvent plus sur l'habitude et les préférences personnelles de l'anesthésiste que sur des raisons médicales.

Approches pour une anesthésie générale par inhalation plus respectueuses de l'environnement

- Le sévoflurane peut se dégrader en composé A en présence de bases fortes présentes dans les absorbeurs de CO₂. Les récentes générations d'absorbeurs ne contiennent toutefois pas de bases fortes. De plus, la toxicité du composé A n'a jamais été démontrée chez l'humain, seulement chez le rat.
- L'ajustement du débit de gaz frais et de la concentration des gaz halogénés dans les anesthésies inhalées à objectif de concentration (AINOC) réduit la consommation des agents anesthésiants. Les appareils d'anesthésie permettant cette méthode adaptent le débit de gaz frais selon la concentration cible de la fraction d'air expiré par le patient (FetCible) déterminée au préalable.

Protoxyde d'azote à des fins médicales

- Le protoxyde d'azote a un faible pouvoir anesthésiant et ne peut être utilisé seul pour l'anesthésie générale.
- Le protoxyde peut être utilisé comme gaz porteur pour accélérer l'induction et diminuer la quantité de gaz halogénés nécessaire pour une anesthésie générale.
- En pratique, son utilisation comme gaz porteur est presque abandonnée.
- Selon la perspective des spécialistes en anesthésiologie consultés, il y a peu de raisons cliniques de recourir au protoxyde d'azote au bloc opératoire, sauf parfois en cas de césarienne d'urgence.
 - Le besoin d'y recourir lors de la pose de voies intraveineuses chez les enfants et adultes non coopératifs est remis en doute par les spécialistes consultés.

Incertitudes

L'INESSS a fait une appréciation secondaire des données scientifiques sur l'efficacité et l'innocuité des différents agents anesthésiques à la suite de l'interprétation faite par les auteurs des documents retenus.

4 CONSIDÉRATIONS ORGANISATIONNELLES

DIMENSION ORGANISATIONNELLE

En fonction des stratégies proposées visant à réduire l'empreinte carbone de l'anesthésie générale par inhalation :

- Quels sont les effets positifs et négatifs à anticiper sur la prestation des soins, l'accessibilité aux produits et à l'équipement anesthésique approprié, de même que le flux des patients au bloc opératoire?
- Quels sont les enjeux et les barrières liés aux ressources humaines, matérielles et contractuelles?
- Quels sont les facteurs clés de succès et les stratégies organisationnelles à préconiser afin de soutenir l'implantation de pratiques cliniques recommandées?

Les changements de pratiques relatives aux agents anesthésiques inhalés peuvent se répercuter à la fois sur la prestation de soins, les équipements de même que les approvisionnements. Les sections suivantes décrivent certains enjeux qui pourraient influencer le jugement porté sur les interventions proposées.

Pour cerner et documenter les enjeux, puis répondre aux questions d'évaluation, une revue narrative de la littérature scientifique a été réalisée. Plusieurs études qualitatives sous forme d'enquête ont été repérées, tout comme des lettres d'opinion et à l'éditeur, lesquelles ont été utilisées pour questionner les parties prenantes sur des enjeux organisationnels propres au contexte québécois. Compte tenu du cadre des présents travaux, seule l'information se rapportant à l'anesthésie générale au sein des blocs opératoires a été rapportée.

4.1 Considérations sur la prestation des soins

4.1.1 Organisation des soins anesthésiques

L'administration d'un anesthésique peut se faire dans divers contextes médicaux. Au sein des hôpitaux, les anesthésiologistes interviennent au bloc opératoire, mais également dans toutes les unités de soins où une anesthésie est requise (p. ex. unités de soins intensifs, salles d'accouchement, urgences). Les anesthésiologistes pratiquent également dans d'autres types d'établissements de santé, tels que les centres médicaux spécialisés (CMS) qui sont des lieux aménagés à l'extérieur d'une installation maintenue par un établissement public. Les dentistes, pratiquant à l'hôpital ou en clinique privée,

peuvent aussi, à l'occasion, administrer un agent anesthésique à des fins d'anesthésie, généralement locale, et du protoxyde d'azote pour certaines situations particulières.

Au bloc opératoire, le type d'anesthésie se discute rarement avec le chirurgien (p. ex. anesthésie générale, régionale, sédation); le choix de l'agent anesthésique revient à l'anesthésiologiste. Selon l'information recueillie, les agents anesthésiques utilisés sont colligés au dossier, mais sans justification des choix. L'administration d'un agent anesthésique inhalé est gérée par l'anesthésiologiste qui peut être assisté par un inhalothérapeute³⁵, lequel peut ajuster l'agent anesthésique selon l'ordonnance de l'anesthésiologiste. Outre l'administration des médicaments ou des gaz, l'anesthésiologiste évalue la personne et la prépare à recevoir l'anesthésie, prend en charge la douleur postopératoire et la réanimation, s'il y a lieu³⁶. En collaboration avec l'anesthésiologiste, l'inhalothérapeute, en plus d'évaluer la condition cardiorespiratoire, assure la surveillance clinique de la condition de la personne lors des phases d'induction, d'entretien et d'émergence d'une anesthésie générale³⁷. L'anesthésiologiste et l'inhalothérapeute font partie de l'équipe multidisciplinaire qui exerce au bloc opératoire, incluant les chirurgiens, le personnel infirmier, les préposés aux bénéficiaires, les brancardiers ou tout autre professionnel jugé utile pour une intervention particulière [Hubert *et al.*, 2021]. Le choix du ou des gaz anesthésiques utilisés n'a pratiquement aucun impact sur l'organisation des soins anesthésiques.

4.1.2 Impact du choix de l'agent anesthésique sur le déroulement de l'anesthésie

Peu d'information sur les enjeux ou les bénéfices organisationnels liés au choix du gaz anesthésique inhalé a été repérée dans la littérature. Selon les avis recueillis, il n'y aurait aucun impact sur le déroulement de l'anesthésie selon le choix du gaz halogéné.

Le gain sur le temps de réveil en fonction du gaz employé est un argument qui peut être avancé par certains cliniciens préférant recourir au desflurane. Néanmoins, comme mentionné à la section – [Agents halogénés](#), les différences de temps de réveil entre le desflurane et le sévoflurane sont cliniquement peu significatives. Selon les parties prenantes consultées, aucune différence n'est observée en pratique en ce qui concerne le temps que la personne passe en salle de réveil ou le flux des usagers au bloc opératoire, dont le nombre de personnes prises en charge par jour.

De même, les parties prenantes consultées rapportent qu'aucun impact significatif n'a été observé sur l'organisation ou la prestation des soins lorsque les canalisations du système centralisé de distribution de N₂O ont été mises hors service et remplacées par des bonbonnes portables (voir la section – [Considérations sur les systèmes de distribution de protoxyde d'azote](#) pour plus de détails).

³⁵ <https://www.anesthesie-quebec.org/fr/anesthesie> (Consulté le 13 février 2024).

³⁶ <https://fmsq.org/fr/notre-profession/les-specialites-medicales/anesthesiologiste> (Consulté le 13 février 2024).

³⁷ <https://www.anesthesie-quebec.org/fr/inhaloth-rapie> (Consulté le 13 février 2024).

4.2 Considérations sur l'équipement

Comme mentionné précédemment, les agents anesthésiques halogénés sont vendus sous forme liquide en bouteille. L'évaporateur, calibré pour chaque type de gaz anesthésique, permet de vaporiser l'agent liquide sous forme de vapeur (gaz halogéné) afin qu'il soit inhalé par les personnes sous anesthésie. L'évaporateur est un composant de l'appareil d'anesthésie.

Le protoxyde d'azote, quant à lui, est fourni sous forme de gaz comprimé liquéfié. Il est conditionné dans des bonbonnes de différentes tailles : les bonbonnes J et les bonbonnes K (aussi appelées H) qui alimentent des canalisations de distribution au sein des établissements et les bonbonnes E qui sont de petits cylindres qui se branchent directement sur les appareils d'anesthésie.

La vérification de l'étanchéité des appareils d'anesthésie et des aspirateurs de gaz médicaux est essentielle afin de diminuer les fuites et de réduire l'exposition du personnel aux gaz anesthésiques résiduels dans la salle d'opération [Practice Greenhealth, 2019].

4.2.1 Accessibilité à des dispositifs et appareils d'anesthésie qui contribuent à réduire les émissions de GES

4.2.1.1 Les techniques d'anesthésie à faible débit de gaz frais

Les techniques d'anesthésie à faible débit total de gaz frais (p. ex. réduire au minimum le débit de gaz frais pendant l'induction, minimiser le débit de gaz frais pendant la phase d'entretien ou pendant l'émergence) permettent notamment de réduire la consommation de gaz anesthésique et leur collecte dans les systèmes de récupération [Dobson *et al.*, 2024; Einset *et al.*, 2023; Pauchard *et al.*, 2023; Sherman *et al.*, 2023; Devlin-Hegedus *et al.*, 2022; Elliott et Pierce, 2021]. Afin d'aider les anesthésiologistes à utiliser cette stratégie, de nouveaux appareils d'anesthésie permettent de contrôler le débit en toute sécurité [Sherman *et al.*, 2023; Practice Greenhealth, 2019; Alexander *et al.*, 2018]. Ces appareils comportent des dispositifs permettant de réguler étroitement les concentrations de gaz anesthésiques expirés en fin d'expiration et de mesurer l'absorption d'oxygène (en utilisant généralement la ventilation minute et la différence entre la concentration d'oxygène inspirée et expirée) [Sherman *et al.*, 2023; Alexander *et al.*, 2018]. Toutefois, l'ASA [2023] met en garde contre l'utilisation de ces dispositifs pour réduire le débit de gaz frais en dehors de la phase d'entretien, puisque ces appareils ne prennent généralement pas en compte la concentration anesthésique souhaitée. Il est également important de connaître et d'utiliser correctement l'équipement d'anesthésie pour mettre en œuvre en toute sécurité des stratégies de faible débit [Sherman *et al.*, 2023]. Enfin, l'anesthésie à faible débit peut entraîner une surconsommation de chaux sodée pour l'absorption du dioxyde de carbone et ainsi générer des déchets supplémentaires [Einset *et al.*, 2023; Pauchard *et al.*, 2023].

D'après les consultations menées, les établissements québécois ne disposent pas tous des mêmes équipements. Certains possèdent des équipements récents permettant d'utiliser le FetCible (également appelé méthode AINOC). Le FetCible permet de demander une cible de gaz halogéné expiré à l'appareil d'anesthésie, faisant en sorte de l'atteindre rapidement en modulant soit la quantité de gaz halogénés injectés dans le circuit, soit le débit de gaz frais, soit les deux. Ainsi, il permet d'optimiser la quantité d'agents utilisés et d'éviter le surdosage. Des équipements plus anciens ne comportent pas cette fonction. Pour les évaporateurs qui n'ont pas le FetCible, il faut augmenter le pourcentage de gaz halogéné inhalé ainsi que le débit de gaz frais pour que l'agent anesthésique soit efficace plus rapidement. Lorsque le débit est régulé manuellement, il n'est pas continu et il y a une plus grande consommation de gaz frais qu'avec le FetCible. En revanche, tous les appareils d'anesthésie ont un analyseur de gaz qui mesure la concentration d'oxygène, d'agent volatil et de CO₂ inspiré et expiré.

Il est possible de faire une mise à jour du logiciel de certaines machines d'anesthésie pour permettre d'utiliser le FetCible. Selon les témoignages rapportés, cette mise à jour induit un certain coût financier, mais celui-ci est rentabilisé rapidement grâce à la diminution de la consommation en gaz. Dans les centres médicaux spécialisés (CMS) ou en région, les mises à jour ne sont pas nécessairement réalisées, puisque le changement peut se faire lors du renouvellement des contrats des appareils ou lors de l'achat de nouvelles machines. Les parties prenantes consultées ont souligné qu'il est essentiel de sensibiliser les résidents à l'utilisation du FetCible, puisqu'ils ne savent pas toujours comment l'utiliser ni comment aller à la limite du système. De plus, même avec les appareils qui ne possèdent pas la fonction de FetCible, il est toujours possible d'avoir un faible débit et de baisser le débit pendant la maintenance.

La présence de technologies permettant des pratiques de développement durable est à considérer lors de l'achat de nouveaux appareils d'anesthésie, puisque certains modèles sont plus efficaces sur le plan énergétique (p. ex. surveillance de la consommation de gaz anesthésique, alertes sur le débit de gaz frais, recapture des gaz anesthésiques résiduels) [Practice Greenhealth, 2019]. Toutefois, selon des avis recueillis, l'impact environnemental est peu considéré lors de l'achat ou du remplacement d'équipements médicaux, voire pas du tout pour certains équipements, et est jugé secondaire par rapport à d'autres critères (p. ex. la capacité des unités de retraitement des dispositifs médicaux, les coûts, la performance ou les besoins cliniques). De plus, l'analyse de l'impact environnemental est difficile à réaliser (p. ex. considérer l'ensemble des variables entourant l'utilisation de l'équipement). Enfin, il peut être difficile de prendre en compte l'aspect environnemental en raison des règlements qui régissent les appels d'offres.

Enfin, les parties prenantes consultées précisent que l'utilisation du BIS ou de l'EEG pour mesurer la profondeur des anesthésies ne permet qu'une faible réduction de la consommation d'agent halogéné. De plus, ces méthodes ne sont pas accessibles à tous et leur recours systématique n'est pas justifié cliniquement.

4.2.1.2 Les technologies de capture des gaz anesthésiques résiduels

Bien que les priorités soient la diminution du recours aux gaz anesthésiques et la mise hors service des installations centralisées de N₂O en raison de leur potentiel d'atténuation de l'empreinte carbone, plusieurs documents mentionnent la possibilité de recourir à des technologies de capture des gaz anesthésiques résiduels (GAR) [Einset *et al.*, 2023; Devlin-Hegedus *et al.*, 2022; Shelton *et al.*, 2022; White *et al.*, 2022; Snowden C. et Swart M., 2021; Gordon, 2020].

Ces technologies permettent d'atténuer les déchets des gaz anesthésiques en évitant que ces derniers ne soient rejetés dans l'atmosphère [Snowden C. et Swart M., 2021]. Deux types de technologies ont été développés pour résoudre le problème de l'évacuation des déchets de gaz anesthésiques dans l'atmosphère : les systèmes qui capturent, purifient et réutilisent les GAR, et les systèmes qui capturent et détruisent les GAR [Hawkins et Parrott, 2020]. Les cliniciens consultés ont mentionné que les établissements peuvent s'approvisionner auprès des compagnies qui font du recaptage de gaz et qui le vendent à meilleur prix. Cette pratique a été approuvée par Santé Canada pour la revente du desflurane, mais n'est actuellement pas commercialisée³⁸.

Toutefois, ces technologies présentent certaines limites. Selon Devlin-Hegedus *et al.* [2022], le N₂O est difficile à capturer et peut seulement être détruit à l'aide d'un traitement photochimique. La totalité des gaz anesthésiques résiduels ne peut pas être capturée ou détruite, en raison de pertes lors de l'utilisation (p. ex. fuites dans le système de distribution, fuites lors de la ventilation au masque facial, exhalation continue des gaz après l'opération). De plus, les auteurs soulèvent des inquiétudes concernant le stockage et le transport de ces gaz capturés, ainsi que les impacts financiers et environnementaux de ces technologies qui n'ont pas été entièrement caractérisés. Selon la revue de littérature de Gandhi *et al.* [2024], si les simulations effectuées *in vitro* peuvent atteindre des niveaux de capture de 95 %, les essais en conditions *in vivo* varient plutôt de 25 à 75 %. Cet écart est en partie dû aux fuites dans le système d'anesthésie (masque, tubulure), au gaz et à l'humidité retenus par les absorbeurs de CO₂ et au gaz résiduel dans le patient qui sera expiré après la chirurgie en salle de réveil. Par ailleurs, Williams *et al.* [2023] ont montré, à partir d'une simulation informatique, que malgré un meilleur taux de captation du desflurane (69 %) comparativement au sévoflurane (50 %), la portion de gaz non capturé du desflurane a une empreinte carbone 34 fois plus importante que celle du sévoflurane.

Certaines parties prenantes consultées évaluent actuellement le potentiel des systèmes de recapture dans leur milieu de pratique, mais selon leurs observations (non publiées pour le moment), ces systèmes de recapture ne permettent de récupérer qu'un très faible pourcentage de gaz halogénés. Selon les observations et analyses de certains anesthésiologistes consultés, les systèmes de capture, sans compter leur empreinte carbone propre, ne semblent pas efficaces pour pallier les GES émis par les anesthésies générales avec le desflurane. D'autres parties prenantes indiquent que leurs installations

³⁸ <https://produits-sante.canada.ca/dpd-bdpp/info?lang=fr&code=98792> (Consulté le 13 février 2024).

sont trop anciennes pour installer ce type de technologie, mais que cela est envisagé dans les futurs blocs opératoires.

Plusieurs guides de pratique indiquent que des évaluations supplémentaires sont nécessaires avant de recommander un investissement dans une technologie de captage ou de destruction des déchets de gaz anesthésiques, les données actuelles ne permettant pas de comparer les différents systèmes concernant la sécurité des personnes ou les retombées environnementales [Kampman et Sperna Weiland, 2023; Pauchard *et al.*, 2023; Devlin-Hegedus *et al.*, 2022].

4.2.2 Considérations sur les systèmes de distribution de protoxyde d'azote

4.2.2.1 Enjeux sur les fuites de gaz et l'entretien des canalisations du système centralisé de protoxyde d'azote

Plusieurs hôpitaux du Québec ont été construits il y a plus de trente ans – plusieurs infrastructures sont probablement vétustes. Selon une analyse interne menée par le comité sur la carboneutralité de l'AAQ, certains hôpitaux du Québec auraient des fuites de N₂O via les canalisations de leur système centralisé de distribution. Pourtant, il existe une norme canadienne spécifique aux canalisations de gaz médicaux pour tous les établissements de santé publics et privés ([CAN/CSA Z7396.1-17](#)). À l'instar du Québec, des fuites de N₂O via les systèmes centralisés ont aussi été observées dans plusieurs autres juridictions à travers le monde. En effet, en Écosse, le NHS de Lothian qui regroupent 21 hôpitaux ont déclaré qu'environ 80 % du protoxyde d'azote qui était distribué par des canalisations ne se rendait pas aux patients à cause des fuites, de la date d'expiration des gaz et des vols [Fennell-Wells et Chakera, 2021]. Cette perte était évaluée à 99 % dans l'hôpital universitaire d'Ayr [Chakera *et al.*, 2024].

Compte tenu des quantités significatives de N₂O perdues par les installations et des difficultés à détecter et entretenir les canalisations, plusieurs auteurs recommandent ou suggèrent de ne plus utiliser le protoxyde d'azote par le système centralisé de distribution (c.-à-d. les canalisations alimentées par des bonbonnes de types J et K), au profit de l'utilisation de bonbonnes portables de N₂O (bonbonnes de type E, voir la section – [Bonbonnes portables comme option alternative](#)), et d'éviter la construction de nouvelles canalisations [Pauchard *et al.*, 2023; Sherman *et al.*, 2023; AHRQ, 2022; Devlin-Hegedus *et al.*, 2022; Snowden C. et Swart M., 2021]. Selon l'American Society of Anesthesiologists (ASA), cette stratégie constitue l'une des plus grandes possibilités d'atténuer les rejets directs d'émissions de N₂O [Sherman *et al.*, 2023]. Les parties prenantes consultées partagent également cet avis. Non seulement les fuites de N₂O issues des canalisations sont une source importante de gaspillage et de pollution, mais elles exposent le personnel soignant et les usagers à des risques pour leur santé [Tanguay *et al.*, 2012].

Dans les milieux où les canalisations de N₂O sont utilisées, les auteurs du GPC de la World Federation of Societies of Anaesthesiologists (WFSA) considèrent que les sources et les conduites de N₂O pour l'anesthésie devraient faire l'objet d'un contrôle d'étanchéité

régulier [White *et al.*, 2022]. La SFAR précise que les installations de distribution de N₂O qui ne sont pas utilisées activement sont des sources de fuites importantes de gaz, ce qui entraîne une consommation inutile et néfaste pour l'environnement³⁹. Selon les avis colligés, l'entretien des canalisations n'est pas suffisant pour limiter les fuites et il y a un risque que l'entretien ne se fasse pas régulièrement. La réfection et l'entretien des canalisations sont également associés à un coût financier.

De même, la vérification de l'étanchéité des appareils d'anesthésie et des aspirateurs de gaz médicaux est essentielle afin de diminuer les fuites et de réduire l'exposition du personnel aux gaz anesthésiques résiduels dans la salle d'opération [Practice Greenhealth, 2019]. L'INSPQ rappelle également que l'exposition professionnelle aux gaz anesthésiques pour inhalation n'est pas sans risque pour les professionnels de la santé [Tanguy *et al.*, 2012].

4.2.2.2 Bonbonnes portables comme option alternative

Le remplacement du système centralisé de distribution de N₂O par des bonbonnes portables (format E) de N₂O est l'option la plus répandue dans les milieux qui souhaitent conserver un accès à ce gaz au bloc opératoire [Chakera *et al.*, 2024; Pauchard *et al.*, 2023; Sherman *et al.*, 2023; Devlin-Hegedus *et al.*, 2022]. Cette stratégie permet de réduire l'impact environnemental de l'anesthésie générale [Pauchard *et al.*, 2023; Sherman *et al.*, 2023]. L'utilisation du N₂O étant souvent limitée à l'induction par inhalation de l'anesthésie générale dans certains contextes (pédiatrie, césarienne d'urgence, procédures dentaires), les bonbonnes portables de N₂O délivrent une quantité suffisante pour répondre aux besoins de ces domaines de pratique [Chakera *et al.*, 2024]. Le choix de s'équiper en bonbonnes de N₂O peut également constituer une étape intermédiaire dans une stratégie d'élimination complète du N₂O au bloc opératoire, en laissant un accès disponible à titre de précaution [Chakera *et al.*, 2024]. Devlin-Hegedus *et al.* [2022] indiquent qu'il est également important de fermer les bonbonnes entre les utilisations afin d'éviter les fuites continues.

Au Québec, plusieurs établissements ont entrepris des démarches pour réduire l'utilisation du N₂O dans la pratique. Certains établissements, tels que le CUSM, le CHUM, l'IUCPQ, le CISSS de la Montérégie-Centre ou l'Hôpital de Rouyn-Noranda, ont déjà cessé l'utilisation des canalisations de distribution de protoxyde d'azote, étant donné notamment la vétusté de leur système et les fuites importantes qui y étaient associées. De nouveaux blocs opératoires sont également construits sans système centralisé de distribution de N₂O. Toutefois, le portrait complet des établissements qui utilisent encore un système centralisé de distribution n'a pas pu être établi. Celui-ci permettrait d'avoir une meilleure vue d'ensemble de la situation actuelle et serait nécessaire dans l'éventualité d'un plan d'action provincial.

Pour les établissements qui utilisent toujours les canalisations, il y a une volonté des anesthésiologistes de fermer les canalisations de distribution de N₂O en raison des fuites

³⁹ <https://sfar.org/preconisations-concernant-linstallation-de-reseaux-de-protoxyde-dazote-n2o/> (Consulté le 13 février 2024).

importantes observées par des évaluations locales. Il a également été rapporté que l'utilisation du N₂O au bloc opératoire est pratiquement abandonnée, mais que des bonbonnes portables sont conservées pour des contextes particuliers. Par exemple, l'accès est conservé dans certains milieux pour les situations d'urgence dans les salles de césarienne, lorsqu'il manque de temps pour préparer le propofol en vue d'une anesthésie en intraveineuse ou si le clinicien préfère recourir au N₂O avec le sévoflurane plutôt que la TIVA. En pédiatrie, certains milieux ont remplacé l'utilisation du N₂O par l'utilisation du sévoflurane avec 100 % d'oxygène. En revanche, certains souhaitent conserver un accès par bonbonne au N₂O pour les césariennes qui nécessitent une anesthésie générale en situation d'urgence ou pour des situations particulières (anesthésie régionale insuffisante, personnes susceptibles d'hyperthermie maligne, installation de voie intraveineuse chez les enfants peu coopérants).

Dans certains établissements, les inhalothérapeutes vérifient les bonbonnes en début de journée, pour s'assurer qu'elles sont prêtes à l'utilisation. Certains inhalothérapeutes ouvrent les bonbonnes en début de journée pour s'assurer qu'il y a du gaz, mais cette pratique n'est pas recommandée en raison des pertes associées. De plus, cette vérification est faite lorsque l'appareil d'anesthésie est allumé. Dans d'autres établissements, lorsque l'utilisation du protoxyde d'azote est requise au bloc opératoire (autre que dans les salles de césariennes), l'inhalothérapeute s'occupe d'aller chercher une bonbonne dans une salle spécifique puis l'installe. Ainsi, il n'est pas nécessaire de faire une vérification des bonbonnes chaque jour. Étant donné la faible utilisation du protoxyde d'azote dans le bloc opératoire, il y a peu de rotation des bouteilles. Par conséquent, le temps alloué au changement des bonbonnes est faible.

Peu d'enjeux organisationnels pour l'installation et l'utilisation des bonbonnes E ont été mentionnés par les parties prenantes consultées. Certains aspects à considérer ont été spécifiés tels que le stockage et le déplacement de ces bonbonnes, ainsi que leur accessibilité en cas d'urgence. Quelques documents rapportent également un enjeu concernant le vol des bouteilles de N₂O pour une utilisation récréative, dont les bonbonnes de format E qui sont légères et faciles à transporter [Chakera *et al.*, 2024; Elliott et Pierce, 2021]. Les parties prenantes consultées n'ont pas connaissance de faits rapportés pour des vols de bonbonnes au sein des établissements québécois. Toutefois, ces derniers considèrent qu'il est nécessaire de sécuriser les bonbonnes portables pour éviter les vols potentiels, puisque cela est observé dans des établissements d'autres pays.

Selon les avis recueillis, en fonction de l'équipement disponible dans l'établissement, il y a des coûts à considérer pour adapter les appareils d'anesthésie afin qu'ils puissent recevoir les bonbonnes de N₂O. Ainsi, il serait préférable de cibler certaines salles (p. ex. césarienne, pédiatrie) plutôt que d'équiper chaque machine avec des bonbonnes E. Toutefois, il peut être plus économique de faire installer les bonbonnes E dans les salles plutôt que d'entretenir les canalisations du système centralisé de distribution.

4.3 Considérations sur les approvisionnements

4.3.1 Acquisitions gouvernementales

Le CAG fournit aux organismes publics les biens et les services dont ils ont besoin dans l'exercice de leurs fonctions, et ce, dans le respect des règles contractuelles applicables. Par la mise en place de regroupements d'achats, il permet d'optimiser les stratégies d'acquisition et d'engendrer des économies.

Selon l'arrêté numéro 2020-095 du ministre de la Santé et des Services sociaux, en date du 20 novembre 2020⁴⁰, les gaz médicaux en vrac et cylindrés, les produits anesthésiques respiratoires et les gaz anesthésiants font partie des biens et services pour lesquels les organismes publics sont tenus de recourir au CAG.

La gestion des appels d'offres et l'acquisition des gaz anesthésiques, puis des évaporateurs compatibles, sont sous la responsabilité de la Direction des acquisitions pharmaceutiques, alors que celle des appareils d'anesthésie relève de la Direction des acquisitions de dispositifs médicaux et d'imagerie médicale. Les achats de protoxyde d'azote sont quant à eux sous la responsabilité de la Direction des acquisitions de commodités. Une demande a été faite au Centre d'acquisitions gouvernementales pour obtenir les quantités incluses dans les contrats en cours des différents produits visés par les travaux. L'information a été bonifiée par les consultations menées auprès de différentes parties prenantes afin de recueillir des données et éléments contextuels, puis des savoirs expérientiels.

4.3.1.1 Agents halogénés

Il y a actuellement trois contrats avec un seul et même fournisseur pour les trois agents halogénés — un pour les régions de l'Est⁴¹ (échéance automne 2027), un pour les régions de Montréal et Laval (échéance printemps 2026) et un pour les régions de l'Ouest⁴² (fin été 2024). Pour le contrat des régions de l'Ouest, seuls le desflurane et le sévoflurane sont inclus. Dans les contrats, les quantités mandatées ne sont pas garanties au volume exact. Un fournisseur est en droit de s'attendre à obtenir des commandes correspondant à plus ou moins 15 à 20 % de la quantité annoncée.

Selon les données recueillies auprès de la Direction des acquisitions pharmaceutiques, les quantités estimées des besoins annuels par les établissements lors des appels d'offres en cours sont présentées au [tableau 4](#).

En résumé, les contrats incluent environ un potentiel d'achat annuel de 12 630 bouteilles de desflurane, 20 778 bouteilles de sévoflurane et 4 434 bouteilles d'isoflurane. Les quantités varient selon les régions.

⁴⁰ https://www.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/fileadmin/gazette/pdf_encrypte/lois_reglements/2020F/73666.pdf (Consulté le 13 février 2024).

⁴¹ Comprend l'Estrie, la Mauricie et le Centre-du-Québec, la Capitale-Nationale, le Saguenay–Lac-Saint-Jean, la Baie-James, la Gaspésie, les Îles-de-la-Madeleine, la Côte-Nord, le Bas-Saint-Laurent, Chaudière-Appalaches.

⁴² Comprend la Montérégie, les Laurentides, Lanaudière, l'Abitibi-Témiscamingue et l'Outaouais.

Tableau 4 Quantité estimée des besoins annuels pour chaque agent halogéné qui ont servi aux appels d'offres en cours

| Contrat par région | Desflurane/caisse de 6 bouteilles (nombre de bouteilles de 240 ml) | Sévoflurane/caisse de 6 bouteilles (nombre de bouteilles de 250 ml) | Isoflurane/caisse de 6 bouteilles (nombre de bouteilles de 100 ml) |
|---|---|--|---|
| Régions de l'Est (contrat se terminant à l'automne 2027) | 402 | 1 640 | 300 |
| Régions Montréal/Laval (contrat se terminant à l'été 2026) | 955 | 1 211 | 437 |
| Régions de l'Ouest (contrat se terminant à l'été 2024) | 748 | 612 | 2 |
| Total | 2 105 (12 630) | 3 463 (20 778) | 739 (4 434) |

Limites et incertitudes associées à ces données

Les résultats représentent la quantité annuelle de caisses de 6 bouteilles de chaque agent halogéné incluses dans les contrats – les quantités réelles utilisées par les hôpitaux et les pertes ne peuvent pas être estimées à partir de ces données. Tous les agents achetés ne sont pas forcément utilisés, ou obtenus du fournisseur.

Par ailleurs, chaque agent halogéné requiert un évaporateur, ou une cassette, compatible. En raison de la baisse significative de consommation du desflurane ces dernières années, les évaporateurs compatibles sont en location auprès du fournisseur, alors que ceux spécifiques au sévoflurane sont actuellement fournis en prêt sans frais par le fournisseur pour la durée des contrats. La majorité des évaporateurs compatibles avec l'isoflurane sont la propriété des établissements.

Concernant le contrat de location des évaporateurs ou des cassettes compatibles avec le desflurane, des frais de █ \$ sont demandés par équipement loué lorsque ceux-ci sont retournés avant la fin du contrat. Actuellement, selon les données recueillies par le biais du fournisseur, le nombre d'évaporateurs/cassettes compatibles avec le desflurane qui serait loué par les établissements représente un peu moins que 275 (de ce nombre, 40 % vient des régions de l'Est, 37 % dans les régions de l'Ouest et 23 % dans les régions de Montréal et Laval).

Selon les établissements de santé, différentes solutions ont été mises en place pour diminuer l'utilisation des évaporateurs de desflurane. Certains ont préféré mettre en réserve les évaporateurs ou cassettes, le temps nécessaire, afin d'éviter le paiement des

frais de pénalité pour rupture de contrat, tandis que d'autres ont choisi de payer la pénalité en argumentant que les frais mensuellement dépassaient les pénalités associées à ces retours prématurés.

Enfin, concernant les appareils d'anesthésie, un contrat s'est conclu au printemps 2021 avec la compagnie GE HealthCare à la suite d'un appel d'offres. Dans ce contrat, tous les appareils standards peuvent accueillir les trois agents halogénés (à l'aide de cassettes). De même, tous les appareils permettent d'utiliser un bas débit (inférieur à 1 L/min); c'est d'ailleurs un point de devis exigé selon l'information recueillie. Le portrait complet des appareils anesthésiques au sein des établissements de santé n'a pas été obtenu.

Selon les avis colligés, une mise à jour des contrats pourrait être pertinente considérant que la consommation actuelle doit déjà être différente des quantités mandatées étant donné la diminution importante de l'activité au bloc opératoire en raison de la pandémie et des changements qui ont suivi.

4.3.1.2 Protoxyde d'azote

L'absence de données n'a pas permis de brosser le portrait de la consommation du N₂O comme gaz porteur au bloc opératoire au Québec dans les présents travaux.

Selon les avis recueillis, il arrive que les contrats d'approvisionnement en N₂O, notamment pour l'achat de bonbonnes de type J, soient renouvelés sans consultation préalable des professionnels de la santé sur leur consommation future.

4.3.2 Gestion des stocks des agents halogénés en pharmacie

Les trois agents halogénés sont sur la Liste de médicaments – Établissement. À moins que la pharmacie ne les tienne en stock, ils sont généralement présents sur le formulaire hospitalier des médicaments des établissements.

La pharmacie est responsable de la gestion du stock des différents médicaments, y compris des agents halogénés, et de fournir les produits au bloc opératoire, selon les besoins identifiés par l'équipe d'anesthésie. L'approvisionnement des agents halogénés se fait en collaboration avec le CAG. Dans un souci de gestion efficace des stocks, il est important, selon des échanges avec des pharmaciens-chefs, de les tenir informés des changements significatifs dans les pratiques thérapeutiques au bloc opératoire. Ce partage d'information permet, au besoin, d'annuler des contrats, de diminuer ou d'augmenter la quantité du médicament visé, de gérer les pertes puis de planifier leur élimination, et enfin d'anticiper d'éventuelles pénuries pour des solutions de rechange qui seraient davantage privilégiées et de prendre les actions de mitigation nécessaires. La pharmacie n'est en revanche aucunement impliquée dans la gestion des provisions de protoxyde d'azote.

4.3.3 Gestion des bouteilles et bonbonnes périmées

Selon les clauses de l'actuel contrat, le fournisseur ne reprend pas les bouteilles non utilisées ou périmées. La gestion et l'élimination responsables sont de la responsabilité de l'installation, et ce, selon les politiques et directives en vigueur [Bédard *et al.*, 2017].

4.3.4 Rupture d'approvisionnement et pénurie

Face à la diminution de la consommation de desflurane, il est possible que le fournisseur actuel décide de retirer le produit du marché. Le cas échéant, les anesthésiologistes qui continuent de l'utiliser dans leur pratique n'auront pas le choix d'utiliser d'autres options.

Avec trois fournisseurs potentiels de sévoflurane (original et générique), le risque de pénurie absolue de ce produit est faible. L'isoflurane pourrait être une solution de rechange plus respectueuse de l'environnement que le desflurane en cas de besoin, advenant par exemple une rupture temporaire d'approvisionnement de sévoflurane, pourvu que les blocs opératoires soient équipés avec des appareils d'anesthésie compatibles avec son utilisation.

4.4 Barrières aux changements de pratique en anesthésie générale

Les enjeux et barrières associés aux changements de pratique, tels que la diminution ou l'élimination du desflurane ou l'élimination du N₂O comme gaz porteur, ont été identifiés à travers des études qualitatives réalisées à l'étranger, au Canada ou au Québec. La perspective des parties prenantes consultées permet d'apprécier ces enjeux dans le contexte québécois.

4.4.1 Le portrait des barrières identifiées dans les établissements étrangers

Selon l'étude qualitative du [NIHR Global Health Research Unit on Global Surgery, 2023], les professionnels de la santé consultés – y compris des professionnels de la santé périopératoires et gestionnaires d'établissement issus de 132 pays – étaient d'accord à 96,5 % pour changer leur pratique et tendre vers des pratiques plus respectueuses de l'environnement. Toutefois, seulement 2,3 % d'entre eux estimaient qu'il n'y a pas d'obstacles aux changements de pratique dans leur milieu. En considérant uniquement les résultats représentatifs des pays à revenu élevé, les résultats indiquent que les principaux obstacles rencontrés à l'implantation d'initiatives de développement durable en chirurgie – y compris la pratique entourant les gaz anesthésiques – étaient :

- l'absence de responsable du développement durable au sein du bloc opératoire (90,0 %);
- le manque d'information sur les initiatives de transition écologique à privilégier (76,0 %);
- l'absence de responsable des pratiques de développement durable au sein de l'hôpital (75,5 %);

- le manque de conseils sur la manière de mettre en œuvre les initiatives de développement durable (74,0 %);
- le coût perçu de la mise en œuvre des initiatives de développement durable (60,9 %);
- le manque de soutien de la part de la direction de l'hôpital pour les initiatives de développement durable (60,2 %);
- le manque d'engagement de l'équipe du bloc opératoire sur les questions de développement durable (46,8 %);
- le manque de temps pour mettre en œuvre des initiatives de développement durable (44,7 %).

De même, l'étude qualitative de Breth-Petersen *et al.* [2024] auprès d'anesthésiologistes australiens a permis d'identifier trois grands types de barrières à la mise en œuvre de pratiques plus respectueuses de l'environnement, soit les difficultés à choisir les techniques les plus écologiques (p. ex. le manque de connaissance sur l'impact environnemental, les lacunes dans les preuves actuelles), les défis en termes d'opportunité (p. ex. les contraintes de temps, la disponibilité des ressources, l'établissement des priorités) ainsi que les facteurs de motivation (p. ex. les convictions personnelles sur l'impact environnemental des gaz inhalés, le changement de la pratique habituelle).

Une étude qualitative réalisée en Norvège auprès d'anesthésiologistes et d'infirmières anesthésistes, qui sont formées pour pratiquer l'anesthésie de manière autonome sur certaines personnes, indique que le choix d'un agent anesthésique se base dans une faible mesure sur les considérations environnementales [Lindholm *et al.*, 2023]. Selon cette étude, 84,2 % des professionnels interrogés étaient d'accord pour dire que la réduction de l'empreinte climatique est la responsabilité de l'établissement de santé. Toutefois, les répondants ont également souligné l'absence de procédures et de lignes directrices locales pour une pratique durable dans les salles d'opération [Lindholm *et al.*, 2023].

Selon Chakera et ses collaborateurs [2024], le calendrier des processus de gouvernance au niveau de l'établissement ou du conseil d'administration ainsi que les exigences contractuelles peuvent ralentir la mise hors service du système centralisé de distribution de N₂O. Par exemple, il a été rapporté qu'à l'hôpital de Wythenshawe, un grand hôpital universitaire au Royaume-Uni, le principal obstacle au remplacement du système centralisé de distribution de N₂O par des bonbonnes portables (format E) a été la structure complexe de gouvernance. Ainsi, l'avancement des progrès a été ralenti par la nécessité d'obtenir l'autorisation de plusieurs comités, « même si les autorisations ont été accordées sans objection » [Chakera *et al.*, 2024].

4.4.2 Le portrait des enjeux et barrières identifiés dans les établissements canadiens

Une enquête nationale sur les pratiques des anesthésiologistes canadiens et leurs efforts pour la protection de l'environnement [Petre *et al.*, 2019] indique que les obstacles aux efforts de durabilité autres que le recyclage – tels que le choix du gaz anesthésique en fonction de son empreinte carbone – le plus fréquemment rencontrés par les répondants (n = 400 personnes) étaient :

- le manque d'information ou d'éducation (52,8 %);
- le manque de soutien de la part des dirigeants de l'hôpital et de la salle d'opération (48,2 %);
- l'attitude du personnel (36,5 %);
- le coût (36,5 %);
- le manque d'installations (21,0 %);
- le temps (20,2 %);
- le manque d'espace (13,2 %);
- la sécurité (14,8 %).

Un sondage réalisé par Petre et ses collaborateurs [2020] auprès de chefs de département d'anesthésiologie canadiens (n = 25 personnes) indique que 58 % des répondants participent à des efforts sur le choix des gaz anesthésiques en fonction de leur empreinte carbone. Malgré un intérêt présent chez la majorité des répondants pour étendre les programmes de durabilité environnementale, seulement 46 % d'entre eux ont indiqué considérer ce point lors de leurs réunions de service et 65 % ont consacré moins de 10 heures à la discussion ou à la mise en place de ces efforts au cours des deux dernières années. Les principales barrières à la mise en œuvre de pratiques de développement durable au bloc opératoire mentionnées par les cliniciens consultés sont :

- le manque de fonds pour mettre en œuvre de tels programmes (72 %);
- l'absence de mandat de la direction de l'hôpital (64 %);
- le manque de connaissances sur les sujets liés au développement durable (60 %);
- le manque de temps pour planifier et mettre en œuvre de telles mesures (56 %);
- le manque d'intérêt du personnel (40 %);
- des installations inadéquates (40 %);
- la pression du temps et de la rotation entre chaque dossier (36 %).

Au niveau des directeurs de programme de résidence en anesthésiologie, l'étude de Petre et ses collaborateurs [2020] indique que 83 % des répondants (n = 7 personnes) n'avaient pas l'intention de mettre en œuvre ou d'étendre le programme d'études sur ce sujet, même si l'ensemble des répondants estimaient que le sujet est pertinent ou important. Les principaux obstacles rencontrés par les directeurs de programme étaient :

- le manque d'expertise du corps enseignant (100 %);
- le manque de temps dans le cadre du programme d'études structuré (71 %);
- le manque de soutien institutionnel (57 %);
- le manque de financement pour le développement des ressources (43 %);
- le manque d'intérêt de la part des résidents en anesthésiologie (29 %).

4.4.3 Le portrait des enjeux et barrières identifiés en contexte québécois

Les différentes parties prenantes consultées, y compris l'AAQ, des chefs de département de pharmacie et des gestionnaires du Centre d'acquisitions gouvernementales, témoignent de la volonté de nombreux anesthésiologistes québécois de considérer les enjeux environnementaux dans leur prise de décision et d'adapter leur pratique clinique en conséquence. Toutefois, différentes barrières, tant sur le plan humain qu'organisationnel, associées à la diminution, voire à l'abandon de l'usage du desflurane ainsi que de celui du N₂O comme gaz porteur, ont été soulevées.

D'après les consultations menées, certains anesthésiologistes ont une méconnaissance de l'empreinte carbone associée à l'utilisation du desflurane. Ces derniers peuvent avoir l'impression que l'empreinte carbone des agents halogénés est minime en comparaison avec d'autres sources de pollution (p. ex. transport, consommables). D'autres considèrent qu'ils minimisent suffisamment l'empreinte carbone en travaillant en circuit fermé à bas débit.

Certaines parties prenantes consultées avancent les mêmes arguments pour continuer de recourir au desflurane que ceux formulés par des anesthésiologistes étrangers à la suite de l'avis publié par la Commission européenne (voir la section — [Arguments contre le retrait du desflurane](#)). Les bénéfices environnementaux du retrait du desflurane ne sont pas toujours perceptibles par les anesthésiologistes, notamment par rapport aux autres sources de pollution. De plus, la demande de retirer le desflurane peut parfois être perçue comme une demande liée à une restriction budgétaire plutôt qu'en lien avec l'environnement.

Toutefois, selon les avis colligés, le partage d'information sur les impacts environnementaux des gaz anesthésiques ne suffit pas toujours à convaincre des anesthésiologistes de changer leur pratique de recourir au desflurane. C'est pourquoi, au sein de certains hôpitaux, l'accès au desflurane est conservé pour répondre à la demande de ces anesthésiologistes.

Les contrats signés avec les fournisseurs sont également une barrière importante à l'élimination du desflurane ou à la mise hors service des canalisations de N₂O pour

plusieurs établissements québécois. Par exemple, le fournisseur peut ne pas vouloir reprendre les évaporateurs avant la fin du contrat, ce qui nécessite de les entreposer en attendant le renvoi à la compagnie (consulter la section — [Perspective sociétale](#) pour plus de détails). Le renvoi des évaporateurs est également associé à des frais de réhomologation de ■■■ \$ par équipement retourné, selon l'entente de location qui a été approuvée avec le fournisseur. Ainsi, certains établissements préfèrent conserver les équipements – et continuer à payer la location – plutôt que de payer ces frais.

Enfin, le manque de soutien au niveau institutionnel est rapporté comme une barrière importante à la mise hors service des canalisations. Les démarches au sein des établissements peuvent être longues (démarches supérieures à un an) et compliquées (p. ex. consultation de chaque échelon jusqu'au directeur général). La mise hors service se serait faite plus facilement dans des établissements en région. De plus, certains établissements ont souscrit des contrats pour la mise à niveau des canalisations, à la suite d'un changement de fournisseur, sans que les utilisateurs de protoxyde d'azote soient questionnés sur leur utilisation, engendrant des frais alors que la volonté est de cesser l'utilisation des canalisations. De même, il a été rapporté que les bâtiments en construction du nouveau complexe hospitalier (NCH) de Québec seraient équipés de canalisations de distribution de protoxyde d'azote. Par conséquent, les parties prenantes consultées estiment que les gestionnaires d'établissement devraient être un peu plus imputables des mesures à prendre pour atteindre la carboneutralité, mais également en ce qui concerne l'exposition du personnel hospitalier aux fuites de protoxyde d'azote.

4.5 Facteurs clés de succès et stratégies organisationnelles à préconiser

Afin de faciliter l'implantation de pratiques cliniques permettant une réduction de l'empreinte carbone de l'anesthésie générale par inhalation, divers facteurs clés de succès et stratégies organisationnelles sont proposés ci-dessous. Ces éléments ont été identifiés à partir de la littérature et du partage de savoirs expérientiels des parties prenantes consultées.

4.5.1 L'obtention et l'analyse de données

La réalisation d'un sondage auprès des anesthésiologistes peut être un levier pour faciliter le changement en permettant d'évaluer les attitudes à l'égard du changement proposé, comme cela a été rapporté pour la mise hors service des canalisations de N₂O à l'hôpital universitaire d'Ayr (Écosse) [Chakera *et al.*, 2024]. Cette stratégie, également employée au sein d'établissements québécois, permet de déterminer le niveau d'acceptation des pratiques proposées.

Plusieurs auteurs recommandent également de collecter des données sur la consommation de gaz inhalés et de faire l'estimation de l'empreinte carbone associée. Selon CASCADES [2022], une organisation partenaire du Réseau d'action pour la santé durable du Québec, ces données permettent de réaliser des analyses comparatives, de surveiller et d'évaluer les programmes, ainsi que de mesurer les répercussions des gaz

anesthésiques sur l'environnement. Selon Devlin-Hegedus et ses collaborateurs [2022], l'information obtenue peut être traduite en mesures significatives, telles que la détermination d'objectifs de réduction des émissions et des échéances. De plus, les données peuvent être utilisées pour suivre les performances institutionnelles, informer les décideurs, enseigner et encourager l'amélioration des pratiques sur le plan individuel. La publication des bilans carbone et l'évaluation comparative des efforts de durabilité peuvent également encourager la diffusion des meilleures pratiques entre les établissements [Petre *et al.*, 2019].

Enfin, la collecte de données sur l'utilisation des anesthésiques inhalés peut aider à constituer une base de connaissances efficace pour améliorer la qualité de la pratique et la prestation des soins [Devlin-Hegedus *et al.*, 2022]. Hawkins et Parrott [2020] indiquent d'ailleurs que les principes d'amélioration de la qualité peuvent être appliqués aux soins de santé durables. Une sensibilisation à l'impact des soins de santé sur l'environnement peut être intégrée dans les activités du département, au même titre que d'autres aspects de la sécurité et de la qualité.

4.5.2 Le transfert des connaissances

Comme mentionné précédemment, l'utilisation encore présente du desflurane pourrait découler d'un manque de connaissance de l'impact environnemental de ce gaz ou d'un manque d'intérêt pour les enjeux environnementaux. C'est pourquoi plusieurs milieux ont choisi de mettre en œuvre leur approche en débutant par des communications et des formations à l'interne.

En adéquation avec cette observation, plusieurs documents consultés soulignent le besoin de formation sur les enjeux environnementaux entourant la pratique de l'anesthésie et l'importance du transfert de connaissances comme levier pour les changements de pratiques.

Entre autres, selon la revue systématique du [NIHR Global Health Research Unit on Global Surgery, 2023], 67,3 % des professionnels de santé consultés (parmi les pays à revenu élevé) estimaient qu'ils ne disposaient pas de suffisamment d'informations sur l'impact environnemental du bloc opératoire pour prendre leurs décisions en connaissance de cause. De même, l'enquête nationale menée par Petre et ses collaborateurs [2019] permet d'obtenir quelques chiffres représentatifs concernant la formation et le niveau de connaissance du sujet des anesthésiologistes canadiens :

- 45,2 % des répondants sont d'avis que leur niveau de connaissance sur l'impact environnemental des agents, produits et procédures liés à l'anesthésie est suffisant pour guider leur pratique;
- 42,6 % des répondants ont indiqué avoir reçu une formation formelle sur le sujet. La formation des anesthésiologistes sur le sujet a été réalisée par la lecture individuelle (53,5 %), des discussions entre pairs (43,5 %), des conférences (42,0 %) et des clubs de lecture (16,5 %).

Le transfert de connaissance peut aider à diminuer de façon significative la consommation pharmaceutique et le coût des agents halogénés, comme cela a été rapporté par l'Association nationale pour la formation permanente du personnel hospitalier (ANFH) (2020) en France. Différentes approches sont mentionnées dans la littérature afin de sensibiliser les anesthésiologistes sur l'empreinte carbone des gaz anesthésiques inhalés et de les éduquer sur le développement durable [Devlin-Hegedus *et al.*, 2022; Hawkins et Parrott, 2020; Petre *et al.*, 2020; ANZCA, 2019; Petre *et al.*, 2019; Zuegge *et al.*, 2019b; Alexander *et al.*, 2018], telles que :

- fournir de l'information lors de sessions d'enseignement, de communications sur l'empreinte carbone des gaz anesthésiques ou lors de conférences ou de clubs de lecture;
- présenter les résultats du service (en utilisant les données d'approvisionnement) et les rapports de performance individuels (lorsqu'ils sont disponibles);
- échanger les arguments entre les anesthésiologistes;
- influencer son milieu de pratique en jouant le rôle d'éducateur dans le département et en encourageant l'organisation à prendre de meilleures décisions en matière d'environnement;
- collaborer avec les autres professionnels de la santé sur des projets d'amélioration de la qualité;
- former les résidents et les anesthésiologistes nouvellement embauchés.

Les parties prenantes consultées ont indiqué que du transfert d'information a eu lieu dans leurs établissements respectifs, sous la forme de présentations, de formations et de discussions entre collègues. Selon les avis colligés, il est nécessaire de fournir de l'information (formation, enseignement) pour sensibiliser les professionnels de la santé sur les impacts environnementaux, mais également sur l'avancement des pratiques. Par exemple, le protoxyde d'azote n'est pas nécessaire pour induire l'anesthésie en pédiatrie, même si cette pratique a été longtemps utilisée. Toutefois, certains rapportent que la réception de l'information sur l'empreinte carbone des gaz anesthésiques inhalés a été très variable parmi les anesthésiologistes. L'importance de sensibiliser les résidents a également été mentionnée, que ce soit par des présentations ou par l'ajout d'un cours sur l'empreinte carbone dans leur cursus universitaire. Par ailleurs, les résidents peuvent aussi faciliter l'adoption de pratiques plus écoresponsables en confrontant la pratique de leurs formateurs et en diffusant les nouvelles pratiques (p. ex. abandon du desflurane).

De plus, selon les parties prenantes consultées, le manque de soutien de la part de la direction qui ressort de la littérature (voir la section — [Le portrait des enjeux et barrières identifiés dans les établissements canadiens](#)) pourrait être en lien avec un manque d'information ou d'éducation. C'est pourquoi il est important de mettre en place une structure responsable de la formation et de l'éducation de tous les membres du personnel, des médecins et des directions concernées (approvisionnement, génie biomédical, logistique, etc.).

Outre le partage de connaissances entre anesthésiologistes ou au sein des établissements, les réussites et les actions pratiques devraient être partagées avec des communautés d'apprentissage telles que [la CODA](#), les sociétés savantes en anesthésiologie, des réseaux professionnels informels, des symposiums, des bulletins d'information et des rapports de cas afin de permettre l'identification de solutions globales, d'impliquer davantage de cliniciens et d'accélérer le changement [Devlin-Hegedus *et al.*, 2022]. Ce besoin en formation pourrait d'ailleurs être comblé par des actions de la part des organismes représentatifs en anesthésiologie et des programmes éducatifs pour soutenir le développement de pratiques durables [Petre *et al.*, 2019]. Par ailleurs, Zuegge *et al.* [2019b] soulignent la nécessité de réaliser l'apprentissage de façon continue afin que les initiatives se perpétuent dans le temps.

4.5.3 Le contrôle de l'accessibilité

Parmi les différentes stratégies organisationnelles, différentes mesures de contrôle de l'accès aux gaz ou aux équipements ont été identifiées. Selon Shelton et ses collaborateurs [2022], des changements systémiques, tels que l'optimisation des listes de médicaments et des équipements, auraient des effets notables.

Les parties prenantes consultées ont mentionné le recours aux pratiques suivantes dans leur milieu :

- diminuer le nombre de cassettes de desflurane disponibles dans l'établissement. L'élimination graduelle des cassettes de desflurane pour limiter l'accès peut aider à transitionner vers un arrêt définitif;
- diminuer le nombre d'évaporateurs disponibles et regrouper les évaporateurs restants dans un local isolé de façon à dissuader les utilisateurs;
- profiter de l'échéance des contrats avec les fournisseurs afin d'argumenter en faveur de l'arrêt de ces contrats (coût élevé pour une faible utilisation);
- retirer le desflurane de la liste des médicaments, empêchant ainsi la commande du produit. Cette mesure, utilisée par le CUSM, est également suggérée par plusieurs auteurs dans la littérature [Melyk *et al.*, 2023; AHRQ, 2022; CASCADES, 2022; Devlin-Hegedus *et al.*, 2022; Zuegge *et al.*, 2019a]. Selon Zuegge et ses collaborateurs [2019a], le retrait du desflurane de la liste des médicaments est la solution la plus définitive pour résoudre les problèmes de coûts et d'émissions de gaz à effet de serre liés à cet agent. Au Royaume-Uni, certains établissements ont également retiré le desflurane et l'isoflurane de leur formulaire thérapeutique⁴³;
- désactiver le code de produit du N₂O des approvisionnements. La commande reste possible, mais doit être validée par le chef de service de l'inhalothérapie en cas de nécessité. Cette stratégie permet également d'éviter les commandes par

⁴³ Formulaire thérapeutique du NHS Northampton General Hospital : [Northampton General Hospital Formulary \(northamptonformulary.nhs.uk\)](http://northamptonformulary.nhs.uk) (Consulté le 28 mars 2024).

erreur. Le chef du département d'anesthésie devrait également être avisé afin d'assurer une vigie transversale;

cesser l'utilisation des canalisations de N₂O. Plusieurs établissements du Québec ont déjà fermé leur système centralisé de distribution, tels que le CUSM, le CHUM ou l'IUCPQ. Cette stratégie est également mentionnée dans plusieurs documents, considérant que l'utilisation des canalisations pour la distribution de N₂O est associée à une perte importante de gaz [Chakera *et al.*, 2024; Melnyk *et al.*, 2023; Devlin-Hegedus *et al.*, 2022].

Les parties prenantes consultées ont mentionné qu'avant d'avoir recours à ces stratégies, des consultations à l'interne ont été réalisées (p. ex. sondage) afin d'évaluer la volonté des anesthésiologistes de retirer le desflurane ou de mettre hors service les canalisations de protoxyde d'azote. De plus, la restriction de l'accès au desflurane s'est faite de façon progressive. Le nombre d'équipements disponibles (cassettes, évaporateurs) a été diminué progressivement avant d'utiliser des stratégies plus définitives, telles que l'arrêt complet des locations d'évaporateurs (avant la fin du contrat ou lors du renouvellement) ou le retrait du desflurane du formulaire thérapeutique. Par ailleurs, le retrait du formulaire ne s'est pas fait systématiquement dans les établissements qui n'y ont plus recours. Pourtant, cette stratégie permet de s'assurer que plus aucune bouteille de desflurane n'est achetée en attendant le renvoi des évaporateurs au fournisseur.

Au regard du renvoi des évaporateurs au fournisseur avant la fin du contrat, il a été rapporté que le coût des frais de réhomologation peut être moindre que le coût de la location (voir la section – [Préoccupations et enjeux économiques](#)).

Au niveau international, comme mentionné précédemment, le NHS d'Angleterre recommande à ses établissements de ne plus acheter et utiliser le desflurane, à l'exception des établissements qui pratiquent des interventions neurochirurgicales spécifiées (voir la section – [Considérations clinique](#))⁴⁴. Ces établissements pourront acheter le desflurane par l'intermédiaire des accords-cadres nationaux existants qui sont détenus par le NHS d'Angleterre⁴⁰. De plus, pour plus de transparence, les exceptions cliniques spécifiques seront définies plus en détail par la Neuro Anaesthesia & Critical Care Society (NACCS) et rendues disponibles sur son site Web⁴⁵.

4.5.4 Le soutien organisationnel

Les auteurs des documents consultés soulignent l'importance d'un engagement des différentes parties prenantes au sein des établissements. Si les actions individuelles sont importantes, les objectifs globaux ne peuvent être atteints que par la collaboration [Lopes *et al.*, 2021]. L'anesthésie durable sur le plan environnemental nécessite de l'érudition, de la défense de la santé, du leadership, de la communication et de la collaboration [McGain *et al.*, 2019]. Une collaboration avec le personnel clinique, le personnel de la

⁴⁴ [Guidance: Desflurane decommissioning and clinical use](#), NHS Engand (Consulté le 2 avril 2024).

⁴⁵ <https://naccs.org.uk/naccs-statement-about-the-use-of-desflurane/> (Consulté le 19 avril 2024)

pharmacie, les équipes d'amélioration de la qualité des hôpitaux et les collègues d'autres établissements est à considérer pour réduire les émissions associées aux gaz anesthésiques [Chakera *et al.*, 2024; AHRQ, 2022; Shelton *et al.*, 2022]. En fonction du changement souhaité (p. ex. la mise hors service des canalisations de N₂O), la participation des personnes chargées de l'approvisionnement et du stockage des médicaments et du matériel ainsi que des personnes responsables des biens et de l'infrastructure est à envisager [Shelton *et al.*, 2022]. Les parties prenantes consultées ont souligné l'importance d'une communication efficace au sein de l'établissement.

4.5.4.1 Les comités

Au niveau stratégique, de nombreuses organisations de soins de santé disposent de comités permettant de discuter des pratiques hospitalières et de leur empreinte carbone (p. ex. comité de durabilité, comité d'évaluation des produits hospitaliers, comité des gaz médicaux) [Chakera *et al.*, 2024; Hawkins et Parrott, 2020; McGain *et al.*, 2019]. Selon Hawkins et Parrott [2020], la participation des anesthésiologistes à ces groupes de discussion est bénéfique, puisque ces derniers travaillent dans de nombreux contextes différents et peuvent permettre aux comités d'apprécier les considérations liées à la pratique.

Selon les avis collectés, un comité créé au niveau institutionnel facilite le changement de pratique en adoptant des orientations stratégiques (p. ex. vision de la carboneutralité d'ici 2040). Un conseil des médecins, dentistes et pharmaciens (CMDP) qui considère les enjeux environnementaux peut également permettre d'avoir plus d'écoute sur les sujets environnementaux et faciliter les contacts avec les autres comités de développement durable. De plus, le déploiement d'un comité au sein du bloc opératoire, incluant les parties prenantes qui possèdent une légitimité décisionnelle, s'avère essentiel pour la mise en œuvre des changements proposés et l'application des recommandations formulées dans les présents travaux. Il a également été rapporté que la mise en place de comités ou de structures de gouvernance pouvant encadrer l'utilisation des gaz anesthésiques et guider les professionnels de la santé et les médecins dans leur pratique quotidienne peut s'avérer difficile dans le contexte actuel. Le mandat devra être défini clairement incluant les objectifs attendus dans un délai préétabli.

4.5.4.2 Les équipes de projet

Outre les comités, la mise en place d'une équipe pluridisciplinaire au bloc opératoire, qui rassemble le personnel du bloc et lui donne les moyens de mettre en œuvre de nouvelles initiatives durables sur les plans environnemental et économique, devrait être encouragée par l'administration des hôpitaux [Petre *et al.*, 2019].

4.5.4.3 Le département d'anesthésie

Les auteurs du guide de pratique de l'anesthésie encouragent fortement les départements d'anesthésiologie à s'impliquer pour la pérennité environnementale, afin de promouvoir le plus haut niveau de pratique et de choix de soins aux patients respectueux de l'environnement [Dobson *et al.*, 2024]. En communiquant les économies potentielles et les améliorations de la qualité découlant de solutions durables sur le plan environnemental, les chefs de service d'anesthésiologie pourraient être en mesure d'obtenir un mandat de la part de la direction de l'hôpital, ce qui constitue un puissant levier de changement institutionnel [Petre *et al.*, 2020]. Selon les avis rapportés, l'inclusion des parties prenantes administratives permettrait d'obtenir un mandat très encadré avec un suivi des mesures et indicateurs, ce qui serait effectivement un levier puissant de changement.

Le sondage de Petre et ses collaborateurs [2020] souligne l'intérêt actuel des chefs de service en anesthésiologie et des directeurs de programmes de résidence pour des programmes respectueux de l'environnement. Ces deux niveaux de leadership sont particulièrement importants en raison du rôle central qu'ils jouent en influençant les générations actuelles et futures de praticiens.

4.5.4.4 La pharmacie

Le retrait du desflurane du formulaire thérapeutique est un moyen de restreindre, voire de bannir l'usage de ce produit dans un établissement. Le département de pharmacie du CUSM a récemment pris la décision, le 1^{er} août 2023, de retirer le desflurane de son formulaire thérapeutique. Dans le communiqué transmis aux anesthésiologistes, inhalothérapeutes, pharmaciens et assistants techniques en pharmacie, il est mentionné que les bouteilles de desflurane seront retirées des salles d'opération, mais que des bouteilles demeureront temporairement disponibles, à un endroit sur chaque site, jusqu'à épuisement du stock ou son expiration. La collaboration du département de pharmacie est essentielle pour recourir à cette stratégie.

4.5.4.5 La direction

La mise en place de stratégies durables en matière d'anesthésie par inhalation – telles que l'installation de technologies de capture des gaz volatils ou l'achat d'appareils d'anesthésie à faible débit contrôlés – requiert la participation de la direction de l'établissement et celle des achats [Ledda *et al.*, 2024].

Comme mentionné précédemment, le soutien de la direction de l'établissement est essentiel afin de faciliter la mise en œuvre des initiatives de développement durable, notamment pour la mise hors service des canalisations de protoxyde d'azote ou le renvoi des évaporateurs de desflurane avant la fin du contrat de location. Il est important que le positionnement organisationnel s'appuie sur les experts.

4.5.4.6 Le MSSS

Selon les parties prenantes consultées, la participation et le soutien du MSSS sont également nécessaires pour appuyer les changements proposés dans les présents travaux.

4.5.5 Les stratégies alternatives au protoxyde d'azote pendant l'induction

Pour éviter l'utilisation du N₂O pendant l'induction, Gordon [2020] rappelle que des stratégies de distraction des enfants peuvent être envisagées afin de les aider à tolérer la mise en place du masque, telles que le recours à un écran, les histoires, les blagues ou les conversations informelles.

4.5.6 La tarification du carbone

Il a été suggéré que la tarification du carbone soit appliquée au prix d'achat des bouteilles de gaz halogénés, considérant que ces gaz sont une source d'émission de gaz à effet de serre. Cette stratégie, qui induirait une augmentation importante du prix des bouteilles, favoriserait la recherche de pratiques alternatives à l'utilisation des gaz halogénés pour l'anesthésie générale. Toutefois, les établissements de santé ne sont actuellement pas concernés par le marché du carbone au Québec⁴⁶ et ne sont pas soumis au système fédéral de tarification de la pollution par le carbone⁴⁷.

4.6 Faisabilité organisationnelle

Comme mentionné précédemment, plusieurs établissements au Québec, y compris des établissements en région éloignée, ont entamé des changements pour des soins anesthésiques plus respectueux de l'environnement.

Bien qu'il n'existe pas de directive à l'échelle de la province pour réduire l'impact des agents anesthésiques inhalés sur l'émission de GES par les établissements de santé, le nombre de bouteilles et d'heures d'anesthésie avec le desflurane a grandement diminué depuis 2019 (voir la section — [Portrait québécois sommaire de la consommation des agents anesthésiques inhalés au bloc opératoire](#)).

Plusieurs anesthésiologistes consultés ont mentionné avoir réduit, voire abandonné l'utilisation du protoxyde d'azote dans leur pratique au bloc opératoire. Certains notent que les anesthésiologistes récemment gradués ont peu recours au desflurane et au N₂O dans leur pratique.

⁴⁶ [Émetteurs assujettis et entités inscrites aux systèmes de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre \(SPEDE\) du Québec et des autres gouvernements participants](#), Gouvernement du Québec (Consulté le 28 février 2024).

⁴⁷ [Les systèmes de tarification de la pollution par le carbone au Canada](#), Gouvernement du Canada (Consulté le 28 février 2024).

Il y a également des efforts dans plusieurs établissements pour cesser l'utilisation de N₂O via le système centralisé de canalisation des gaz médicaux et plutôt opter pour des bonbonnes de type E, lorsque le recours à cet agent est requis (p. ex. pour faciliter l'installation de l'anesthésie intraveineuse chez un enfant ou une personne qui ne coopère pas, en situation d'urgence ou de stress important de l'utilisateur). Comme mentionné auparavant, dans certains hôpitaux, les canalisations du système centralisé de distribution du N₂O ne sont plus utilisées – seules les bonbonnes E sont disponibles au besoin. À l'opposé, selon l'information recueillie, d'autres installations n'ont pas encore envisagé de procéder à la fermeture du système centralisé de distribution de N₂O (voir la section – [Le portrait des enjeux et barrières identifiés en contexte québécois](#)). Selon les avis recueillis, il y aurait peu d'enjeux organisationnels et économiques associés à la fermeture des canalisations de distribution de protoxyde d'azote (c.-à-d. ne plus alimenter le système centralisé) et à leur remplacement par des bonbonnes E.

PRINCIPAUX CONSTATS ET INCERTITUDES

Les constats dégagés et les incertitudes soulevées sont issus de la triangulation des données scientifiques, contextuelles et expérientielles. Ils servent d'assise à une délibération multidimensionnelle qui s'organise autour des cinq dimensions de l'évaluation. Les constats et enjeux suivants au regard de la dimension organisationnelle ont été soulevés :

Enjeux organisationnels relatifs aux agents halogénés

- Le choix du gaz halogéné n'a pas d'impact significatif sur le déroulement de l'anesthésie (organisation du travail et flux des patients au bloc opératoire).
- Les techniques d'anesthésie à faible débit total de gaz frais permettent de réduire la consommation de gaz anesthésique.
- Les nouveaux appareils d'anesthésie avec un système de monitoring intégré peuvent accueillir les trois agents halogénés (avec des cassettes compatibles). Ils permettent d'utiliser un faible débit de gaz frais et d'utiliser l'anesthésie inhalée à objectif de concentration (FetCible).
- Un peu moins de 275 évaporateurs/cassettes compatibles avec le desflurane sont actuellement en location par les établissements.
- Les équipements d'anesthésie sont hétérogènes entre les établissements : équipement plus ou moins récent, mise à jour du logiciel réalisée ou non, possibilité de faire du FetCible. Le portrait des équipements dans les établissements québécois (p. ex. appareils permettant un faible débit, système de monitoring intégré) est incomplet.

- Le contrat actuel des agents halogénés pour les régions de l'Ouest se termine à l'été 2024, alors que la fin de celui des régions de Montréal et Laval est à l'été 2026, et à l'automne 2027 pour les régions de l'Est.
- À moins d'une modification des contrats venant à échéance en 2026 et 2027, des gaspillages de desflurane non utilisé – donc une gestion responsable de leur élimination – ou des pénalités pour résiliation anticipée des contrats, notamment pour la location des évaporateurs/cassettes compatibles avec cet agent, sont à envisager.
- Avec trois fournisseurs potentiels de sévoflurane (original et générique), le risque de pénurie absolue de ce produit demeure faible.
- L'isoflurane s'utilise majoritairement à des fins de recherche. Il pourrait être une solution de rechange en cas de rupture d'approvisionnement de sévoflurane. Des établissements possèdent leur propre évaporateur compatible.

Enjeux organisationnels relatifs au protoxyde d'azote

- La fermeture du système centralisé de distribution de N₂O, qui est une source importante de fuites, permet d'atténuer l'émission de N₂O dans l'atmosphère.
- Plusieurs établissements du Québec ont déjà fermé leur système centralisé de distribution de N₂O. Le portrait complet des établissements qui utilisent encore un système centralisé de distribution n'est pas établi.
- Pour répondre aux besoins particuliers (p. ex. césarienne d'urgence, pédiatrie), des bonbonnes portables (E) de protoxyde d'azote peuvent être utilisées en remplacement du système centralisé de distribution de N₂O.
- L'administration du protoxyde d'azote à l'aide de bonbonnes portables, plutôt que par les canalisations d'un système centralisé de distribution, n'a pas d'impact significatif sur le déroulement de l'anesthésie (organisation du travail et flux des patients au bloc opératoire).
- L'ajout de bouteilles portables de N₂O dans les salles nécessite des mesures de sécurité contre le vol.

Enjeux organisationnels relatifs aux gaz inhalés

- Selon des expériences québécoises, la diminution, voire l'arrêt de l'usage du desflurane est faisable, tout comme la fermeture du système centralisé de distribution de N₂O, dans la mesure où des bonbonnes de N₂O de type E sont à la disposition des cliniciens pour un usage sélectif, si requis.

- Une gestion inefficace des stocks et des coûts (p. ex. fin de contrat prématurée, pertes) pourrait être évitée par une meilleure évaluation des besoins actuels avant l'acquisition d'agents anesthésiques, et en informant les directions responsables des achats des changements de pratique de leur département.

Barrières et facteurs clés de succès

- Les barrières au changement de pratique, évoquées par la littérature et les parties concernées, sont :
 - les processus de gouvernance et les contrats avec les fournisseurs;
 - le manque :
 - de connaissance ou d'information sur les sujets liés au développement durable,
 - d'engagement de certains professionnels de la santé,
 - de temps pour établir un programme de formation ou mettre en œuvre des initiatives,
 - de soutien institutionnel ou l'absence de mandat de la part de la direction,
 - de financement ou le coût perçu des initiatives,
 - d'installations ou des installations non adaptées.
- Les facilitateurs au changement de pratique sont :
 - la collecte de données sur la consommation de gaz inhalés et l'estimation de l'empreinte carbone associée au sein des établissements;
 - le transfert de connaissance et le partage d'information par les pairs;
 - la restriction de l'accessibilité aux gaz et aux équipements (p. ex. diminution du nombre de cassettes de desflurane, isolement des équipements, modification des contrats d'approvisionnement lors des renouvellements, contrôle des commandes, retrait du formulaire thérapeutique, fermeture des canalisations de distribution de N2O).

5 PERSPECTIVE ÉCONOMIQUE

DIMENSION ÉCONOMIQUE

Quels sont l'efficacité et l'impact budgétaire des différents scénarios possibles des stratégies considérées?

5.1 Efficacité des agents anesthésiques inhalés au bloc opératoire

5.1.1 Revue rapide de la littérature économique

La recherche de la littérature économique n'a pas permis de repérer d'analyse ayant évalué l'efficacité des agents anesthésiques inhalés au bloc opératoire lors d'une anesthésie générale (analyses coût-utilité, coût-efficacité ou coût-bénéfice). Toutefois, 6 analyses de comparaison de coûts ont été recensées sur les 3 474 références obtenues de la recherche systématique de la littérature. Aucune de ces évaluations n'a été réalisée en contexte canadien. Les devises étrangères ont été converties et ajustées en dollars canadiens de 2023⁴⁸.

5.1.1.1 Agents halogénés

Parmi les analyses repérées, cinq études ont comparé les coûts liés au desflurane, à l'isoflurane et au sévoflurane [Davies *et al.*, 2023; Kurhekar *et al.*, 2017; Martelli, 2015; Van Noord *et al.*, 2013; Weinberg *et al.*, 2010]. Deux de ces études reposent sur des données d'établissements collectées rétrospectivement ou conjointement à une étude clinique, alors que trois études ont évalué les coûts de manière théorique sur des durées d'intervention variant entre 1 et 60 minutes. Dans l'ensemble des études, la perspective de l'établissement de santé a été considérée, et les coûts totaux associés aux interventions ont été dérivés à partir de la formule de Dion [1992]. Malgré les différents contextes d'évaluation (Australie, États-Unis, Italie, Inde), les résultats rapportés sont similaires à travers les études repérées. En effet, le desflurane est l'agent halogéné le plus coûteux dans l'ensemble des études recensées. L'utilisation du sévoflurane, comparativement au desflurane, permettait des économies variant de 0,02 à 0,98 \$ par minute d'intervention. L'isoflurane était l'agent halogéné le moins coûteux, parmi ceux évalués, dans l'ensemble des études. Son coût par minute d'intervention était moins élevé de 0,16 à 1,88 \$, comparativement au desflurane, et de 0,08 à 0,90 \$, par rapport au sévoflurane. Ces conclusions n'étaient pas sensibles aux variations du débit de gaz

⁴⁸ Les devises étrangères (dollars US (USD), roupie indienne (INR), euro (€)) ont été converties en dollars canadien (CAD) en utilisant les taux de conversion suivants : 1 CAD 2016 = 16,5 INR, 1 CAD 2015 = 0,59 €, 1 CAD 2013 = 0,82 USD 2013, 1 CAD = 0,82 USD 2010 et 1 CAD 2010 = 1,23 AUD 2010 (OCDE, disponible au : <https://data.oecd.org/conversion/purchasing-power-parities-ppp.htm#indicator-chart>). Elles ont été ajustées en CAD 2023 à l'aide l'outil IPC de la Banque du Canada (disponible au : <https://www.banqueducanada.ca/taux/renseignements-complementaires/feuille-de-calcul-de-linflation/>).

frais; l'ampleur des économies estimées pour le sévoflurane et l'isoflurane augmentait toutefois à débit élevé.

5.1.1.2 Protoxyde d'azote

Graham et ses collaborateurs [2011] ont réalisé une analyse de coûts, basée sur les données de l'essai comparatif avec répartition aléatoire (ECRA) ENIGMA. L'analyse compare les coûts liés à une intervention chirurgicale réalisée avec (n = 140) et sans (n = 122) N₂O. Les coûts ont été estimés, sur l'ensemble du séjour hospitalier du patient, en considérant la perspective de l'établissement de santé. Selon les résultats rapportés, l'utilisation du N₂O engendrerait des coûts supplémentaires s'élevant à environ 2 890 \$ par séjour hospitalier. Les conclusions n'étaient pas sensibles aux différentes variations appliquées. Les auteurs ont réalisé une analyse de sensibilité par *bootstrap* dans laquelle la différence de coûts était comparable à celle estimée dans l'analyse principale.

5.1.2 Analyse d'efficience de l'INESSS

5.1.2.1 Agents halogénés

Bien que les analyses repérées dans la littérature montrent que l'utilisation du desflurane est plus coûteuse que celle du sévoflurane et de l'isoflurane, elles ne permettent pas de statuer sur l'efficience des agents halogénés au bloc opératoire lors d'une anesthésie générale en contexte québécois. En effet, puisqu'aucune des analyses recensées n'a été réalisée dans un contexte canadien, il existe des limites de transférabilité concernant les coûts des interventions. Par ailleurs, aucune des analyses repérées n'intègre les effets des agents évalués sur l'environnement. Pour ces raisons, l'INESSS a réalisé une analyse coûts-bénéfices afin de comparer l'efficience des trois agents halogénés au bloc opératoire.

5.1.2.2 Méthodes et intrants

L'analyse coûts-bénéfices réalisée compare l'ensemble des coûts et des bénéfices associés aux interventions évalués, en les exprimant en valeur monétaire. Les coûts et les bénéfices ont été estimés en considérant une perspective sociétale. Le [tableau 5](#) présente les principaux intrants de l'analyse.

Les coûts considérés sont ceux associés à l'acquisition des agents anesthésiques inhalés évalués. Similairement à la méthodologie employée dans les études repérées dans la revue de la littérature économique, les coûts d'acquisition des agents halogénés, qui sont distribués sous forme liquide, ont été estimés à partir de la formule de Dion [1992], soit :

$$\text{Coût} = \frac{P \times F \times T \times M \times C}{2\,412 \, d}$$

où le coût total dépend de la concentration (P, %), du débit de gaz frais (F, L/minute), du temps d'anesthésie (T, minutes), de la masse moléculaire de l'agent halogéné (M, g), du coût unitaire de l'agent halogéné (C, \$/ml), de la densité de l'agent halogéné (d, g/ml) et

du facteur 2 412 correspondant au volume molaire à 21 °C. Les coûts totaux ont été dérivés en considérant une MAC constante de 1, un débit de gaz frais de 1 L/minute et une durée d'intervention théorique de 60 minutes. Les coûts unitaires des agents halogénés (\$/ml) ont été déterminés à partir des informations partagées par le CAG; leur masse moléculaire et leur densité ont été tirées de la littérature.

Comme mentionné précédemment, selon les parties prenantes et la littérature consultée, les agents halogénés sont associés à des bénéfices de santé (efficacité clinique et innocuité) généralement similaires, mais leur empreinte carbone est variable d'un agent à l'autre (consulter les sections [Perspective sociétale](#) et [Considérations cliniques](#) pour plus de détails). Par conséquent, seuls les impacts environnementaux, exprimés en termes de tonnes de CO₂, ont été inclus dans l'analyse. L'équivalent carbone a été évalué sur 20 ans, soit la durée de vie maximale des agents halogénés dans l'atmosphère, à partir des valeurs PRG20 rapportées dans le rapport du GIEC 2021. Afin d'estimer la valeur monétaire liée à cet impact environnemental, le coût social du carbone⁴⁹ de 2024 à 2044, rapporté par le gouvernement du Canada, a été employé [Gouvernement du Canada, 2023]. Un taux d'actualisation de 1,5 % a été considéré pour ajuster les coûts futurs.

Tableau 5 Intrants cliniques et économiques de l'analyse coûts-bénéfices

| Intrant | Valeur de base | Intervalle de sensibilité | Source |
|----------------------------|----------------|---------------------------|--|
| Intrants cliniques | | | |
| Volume (ml) | | | |
| Desflurane | 240 | - | Monographies des produits |
| Sévoflurane | 250 | - | |
| Isoflurane | 100 | - | |
| Concentration (MAC, %) | | | Voir le tableau 1 dans la section — Impact environnemental des gaz anesthésiques |
| Desflurane | 6,6 | - | |
| Sévoflurane | 1,8 | - | |
| Isoflurane | 1,17 | - | |
| Masse moléculaire (g/mol) | | | Littérature [Odin et Nathan, 2005] |
| Desflurane | 168,038 | - | |
| Sévoflurane | 200,055 | - | |
| Isoflurane | 184,5 | - | |
| Densité (g/ml) | | | |
| Desflurane | 1,464 | - | |
| Sévoflurane | 1,505 | - | |
| Isoflurane | 1,496 | - | |
| Débit de gaz frais (L/min) | 1 | - | Opinions d'experts |
| Durée d'intervention (min) | 60 | - | Hypothèse |
| Intrants environnementaux | | | |

⁴⁹ Selon le gouvernement du Canada, le coût social du carbone est une estimation des dommages mondiaux associés à une tonne de carbone émise. Il comprend les dommages causés par un ensemble de répercussions des changements climatiques, notamment les effets sur la santé humaine, les changements de la production agricole nette, les dommages matériels dus à l'augmentation des risques d'inondation. Il diffère du prix du carbone, qui consiste en une politique nationale d'atténuation des gaz à effet de serre incitant les particuliers et les entreprises à réduire leur émission.

| Intrant | Valeur de base | Intervalle de sensibilité | Source |
|---|---|---------------------------|--|
| Potentiel de réchauffement global rapporté sur 20 ans | | | |
| Desflurane | 7 020 | ± 5 % | GIEC 2021 |
| Sévoflurane | 702 | ± 5 % | |
| Isoflurane | 1 930 | ± 5 % | |
| Intrants économiques | | | |
| Coût unitaire (\$/ml)* | | | Centre d'acquisitions gouvernementales (moyenne pondérée en fonction des quantités annuelles au contrat) |
| Desflurane | ■ | ■ | |
| Sévoflurane | ■ | ■ | |
| Isoflurane | ■ | ■ | |
| Coût social du carbone (\$/tonne d'équivalent CO ₂) | Moyenne : 356 \$ (intervalle sur 20 ans : 305 – 409 \$) | Moyenne : 217 à 563 \$ | Gouvernement du Canada (coût social des émissions de gaz à effet de serre, valeurs ajustées en dollars 2023) |

* Ce coût exclut le coût des services professionnels du pharmacien et la marge bénéficiaire du grossiste.

5.1.2.3 Résultats

Les résultats de l'analyse coûts-bénéfices sont rapportés au [tableau 6](#). Selon les estimations basées sur les paramètres précités, le desflurane est l'agent halogéné qui engendre les coûts d'acquisition les plus élevés par heure. L'utilisation du sévoflurane ou de l'isoflurane est associée à une réduction des coûts d'acquisition de ■ et ■ \$, respectivement. Le desflurane est, par ailleurs, l'agent halogéné ayant l'empreinte carbone la plus élevée; son utilisation sur 60 minutes génère 0,194 tonne de CO₂ sur 20 ans, comparativement à 0,006 tonne pour le sévoflurane et 0,010 tonne pour l'isoflurane. Les résultats montrent ainsi que le desflurane est dominé, puisqu'il est plus coûteux que les autres agents halogénés et que son empreinte carbone est également plus élevée.

Tableau 6 Résultats de l'analyse coûts-bénéfices des agents halogénés pour une durée d'intervention de 60 minutes à MAC constante de 1

| | Coûts d'acquisition | Bénéfices, tonnes de CO ₂ (\$) | Δ coûts (par rapport à l'intervention la moins coûteuse) | Δ bénéfices (par rapport à l'intervention la moins coûteuse) | Valeur nette ajustée (coûts-bénéfices) |
|--------------------|---------------------|---|--|--|--|
| Isoflurane | ■ \$ | 0,010 (3,19 \$) | - | - | - |
| Sévoflurane | ■ \$ | 0,006 (1,93 \$) | ■ \$ | -0,004 (-1,25 \$) | ■ \$ |
| Desflurane | ■ \$ | 0,194 (59,59 \$) | ■ \$ | 0,183 (56,40 \$) | Intervention dominée* |

* Une intervention est dominée lorsqu'elle est au moins plus chère et moins efficace que l'un de ses comparateurs.

Le sévoflurane engendre des coûts supplémentaires par heure de [REDACTED] \$, comparativement à l'isoflurane. Il permet néanmoins de diminuer la quantité de CO₂ produite sur 20 ans de 0,004 tonne, correspondant à une réduction des coûts sociaux de 1,25 \$ sur l'horizon temporel considéré. Les coûts liés à l'utilisation du sévoflurane sont légèrement plus élevés, par rapport à l'isoflurane, que les bénéfices engendrés (valeur nette ajustée : [REDACTED] \$). Selon les parties prenantes consultées, l'utilisation de l'isoflurane pourrait néanmoins entraîner une augmentation de la durée d'anesthésie qui pourrait avoir un impact majeur sur le roulement des usagers. Les coûts évalués pour cet agent sont ainsi probablement sous-estimés dans le contexte de haut débit de certains blocs opératoires québécois, l'isoflurane étant, selon les parties prenantes consultées, davantage utilisé pour les très longues chirurgies et pour les chirurgies où la vitesse de réveil n'est pas un enjeu clinique, comme les chirurgies cardiaques.

5.1.2.4 Analyses de sensibilité

Une analyse de sensibilité probabiliste a été réalisée à l'aide d'une simulation de Monte-Carlo (10 000 itérations) afin de caractériser l'incertitude associée aux principaux intrants de l'analyse (PRG, coût unitaire des agents halogénés, coût social du carbone). Le desflurane demeure l'agent le plus coûteux et le plus polluant en termes de CO₂ produit, parmi ceux évalués, dans l'ensemble des itérations considérées. La différence moyenne en termes de coûts et de bénéfices, entre le sévoflurane et l'isoflurane, était semblable à celles précédemment rapportées dans l'analyse de base, démontrant la robustesse des résultats. La valeur ajustée nette, entre le sévoflurane et l'isoflurane, était positive dans la majorité des itérations stimulées (96 %), c'est-à-dire que les coûts liés à l'utilisation du sévoflurane, par rapport à l'isoflurane, étaient généralement supérieurs aux bénéfices anticipés en termes de tonnes de CO₂ évité (IC 95 % de la valeur ajustée nette : 0,05 à 1,07 \$). La valeur ajustée nette entre le sévoflurane et l'isoflurane varie toutefois en fonction de la durée d'intervention considérée, augmentant de 10 % lorsqu'une durée d'intervention de 10 heures est considérée. Comme mentionné par les parties prenantes consultées, l'isoflurane pourrait ainsi être plus efficient, par rapport au sévoflurane, lors des chirurgies de longue durée.

Selon les parties prenantes consultées, il est possible de diminuer le débit de gaz frais à 0,3 L/min, ce qui permettrait de diminuer le coût d'acquisition et l'empreinte carbone des agents halogénés. Le desflurane demeure toutefois l'agent associé à l'empreinte carbone la plus élevée, parmi les agents évalués, même lorsqu'un débit de gaz frais de 0,3 L/min est considéré pour cet agent, toutes choses égales par ailleurs. L'utilisation d'un très bas débit de gaz frais pourrait engendrer des coûts supplémentaires, dont ceux liés à la mise à jour de certaines machines d'anesthésie qui pourraient s'élever à environ 575 \$ par appareil. Les parties prenantes consultées mentionnent néanmoins que cet investissement est rentabilisé par la diminution du coût d'acquisition des agents.

5.1.2.5 Protoxyde d'azote

L'INESSS n'a pas réalisé d'analyse d'efficacité concernant l'utilisation du N₂O au bloc opératoire. En effet, en l'absence de données soutenant l'efficacité différentielle de cet agent, comparativement à l'absence de son utilisation, il ne peut qu'engendrer des coûts et des émissions de CO₂ additionnels.

À titre informatif, selon les données d'établissements obtenues, les bonbonnes de N₂O de type E pourraient coûter 35 \$ pour 2,97 kg (11,78 \$/kg), alors que celles de type K, utilisées pour alimenter les canalisations, coûteraient 325 \$ pour 29 kg (11,21 \$/kg). En considérant le PRG sur 100 ans du N₂O selon sa durée de vie dans l'atmosphère, l'utilisation d'un kilogramme de cet agent pourrait engendrer 0,273 tonne d'équivalent CO₂. Une diminution de l'utilisation d'un kilogramme de N₂O pourrait permettre d'éviter environ 72 \$ en termes de coût social associé à la pollution⁵⁰.

Bien que l'efficacité du N₂O au bloc opératoire ne soit pas démontrée, l'utilisation des bonbonnes de type E pourrait être plus efficace que l'utilisation d'un système centralisé de distribution de N₂O, en permettant de diminuer les coûts et l'empreinte carbone par kilogramme réellement consommé. En effet, les canalisations pouvant être associées à des fuites de 80 % de N₂O selon l'étude écossaise de Fennell-Wells et Chakera [2021], le coût associé à un kilogramme réellement consommé par un usager provenant d'une bonbonne de type K pourrait s'élever à 21 \$, soit une différence de coûts de 9 \$ par rapport aux bonbonnes de type E. L'empreinte carbone d'un kilogramme réellement consommé pourrait engendrer des coûts sociaux d'environ 130 \$, une différence de 58 \$ par rapport aux bonbonnes E.

5.2 Impact budgétaire

Une analyse d'impact budgétaire prenant en considération les coûts liés à l'usage optimal des agents halogénés au bloc opératoire a été réalisée. Les coûts présentés sont projetés sur un horizon temporel de trois ans selon la perspective du système de soins de santé québécois. L'analyse d'impact budgétaire présente le différentiel de coûts entre deux scénarios, soit 1) le scénario *statu quo* traduisant l'usage actuel des agents halogénés au bloc opératoire et 2) un nouveau scénario où leur utilisation est réalisée de manière optimale. L'usage optimal des agents halogénés a été défini sur la base des données scientifiques, expérientielles et contextuelles recueillies qui soutiennent que l'utilisation du desflurane devrait être restreinte à des situations exceptionnelles, puisque :

- le desflurane n'est pas supérieur aux autres agents halogénés en termes d'efficacité clinique, d'innocuité et de prestation de soins (consulter les sections — [Considérations cliniques](#) et [Considérations organisationnelles](#) pour plus de détails);

⁵⁰ Le coût social du carbone rapporté par le gouvernement du Canada étant disponible jusqu'en 2080, les données manquantes ont été estimées à partir de la variation moyenne annuelle observée entre 2024 et 2080.

- l’empreinte carbone et le coût du desflurane sont supérieurs à ceux des autres agents halogénés (dimension socioculturelle et efficience).

En l’absence de données disponibles concernant l’utilisation actuelle du protoxyde d’azote, il est difficile de présenter le portrait québécois d’usage au bloc opératoire pour cet agent. Pour cette raison, une analyse d’impact budgétaire considérant les coûts liés à son usage optimal n’a pas pu être réalisée.

5.2.1 Intrants

L’analyse repose sur des renseignements obtenus de diverses sources, y compris les données d’établissements de santé concernant les quantités annuelles fournies par la pharmacie au bloc opératoire, ainsi que la consultation de parties prenantes. L’ensemble des intrants utilisés dans l’analyse sont rapportés au [tableau III-2](#) de l’annexe III. Les principales hypothèses formulées pour les fins de l’analyse sont mentionnées ci-dessous :

- Les données des pharmacies d’établissements concernant le nombre de bouteilles fournies au bloc opératoire entre 2019 et 2023 ont été employées afin d’estimer le volume d’utilisation des agents halogénés au cours des trois années projetées. Comme mentionné précédemment, les données montrent une diminution du nombre de bouteilles de desflurane fournies dans les dernières années. Une diminution du taux d’utilisation du desflurane a ainsi été considérée dans les trois années du scénario *statu quo* (taux d’utilisation de 8 %, 6 %, 4 %, respectivement). L’hypothèse selon laquelle une diminution du recours au desflurane serait observée sur trois ans étant incertaine, les taux d’utilisation ont été variés en analyse de sensibilité.
- En se basant sur les expériences partagées par les parties prenantes, il est considéré, dans le nouveau scénario, que l’usage du desflurane serait progressivement diminué dans les établissements de santé du Québec. Sur trois ans, des taux d’utilisation du desflurane de 5 %, 3 % et 1 % ont été considérés. Des analyses de sensibilité ont été réalisées afin d’évaluer l’impact de la variation de ces taux.
- Sur la base des parties prenantes consultées, il est attendu que le desflurane soit remplacé en totalité par le sévoflurane; l’isoflurane n’étant pas une option envisagée considérant son impact sur l’organisation des soins et le roulement des usagers. Le nombre de bouteilles de desflurane projeté dans le scénario *statu quo* a ainsi été converti en bouteilles de sévoflurane, en tenant compte du format des agents, de leur concentration, de leur masse moléculaire et de leur densité⁵¹. À fonctionnement équivalent (1 MAC à 1 L de gaz frais/min), il est estimé qu’une

⁵¹ Le nombre d’heures à MAC constante de 1 par bouteille de sévoflurane et de desflurane a été calculé à partir de la formule suivante : $T = (2\,412 \times d \times f / (P \times F \times M))/60$ où d correspond à la densité de l’agent, f correspond au format de la bouteille, P correspond à la concentration de l’agent, F correspond au débit de gaz frais et M correspond à la masse moléculaire de l’agent. Les valeurs utilisées sont présentées au [tableau 2](#) de l’avis. Un débit de gaz frais de 1 L/minute a été considéré.

bouteille de desflurane équivaut à environ 12 heures d'anesthésie, tandis qu'une bouteille de sévoflurane équivaut à 40 heures d'anesthésie.

- L'analyse considère que le nombre de bouteilles d'isoflurane demeure inchangé à travers les scénarios projetés, cet agent étant déjà peu utilisé actuellement dans les établissements de santé du Québec (section — [Portrait québécois sommaire de la consommation des agents anesthésiques inhalés au bloc opératoire](#)).
- Les coûts d'acquisition par bouteille des agents halogénés ont été estimés à partir de la moyenne pondérée des prix et des quantités annuelles rapportés dans les contrats du CAG.
- Aucun coût lié à l'achat d'équipement n'a été considéré dans l'analyse étant donné que les établissements de santé sont déjà équipés des appareils d'anesthésie nécessaires pour utiliser les agents halogénés de manière optimale. Les coûts pouvant être engendrés par l'acquisition d'évaporateurs supplémentaires advenant le remplacement du desflurane par le sévoflurane ont été considérés comme nuls, puisque les évaporateurs spécifiques au sévoflurane sont actuellement fournis en prêt sans frais par le fournisseur.

5.2.2 Résultats

Les résultats de l'analyse d'impact budgétaire figurent au [tableau 7](#). Les détails concernant les volumétries projetées sont présentés au [tableau III-2](#) de l'annexe III. Selon les hypothèses retenues, l'usage optimal des agents halogénés pourrait engendrer des économies d'environ 204 400 \$ sur trois ans. Cette estimation considère le remplacement de l'équivalent de [REDACTED] bouteilles de desflurane par du sévoflurane.

Tableau 7 Résultats de l'analyse principale concernant l'impact budgétaire de l'utilisation optimale des agents halogénés au bloc opératoire

| | AN 1 | AN 2 | AN 3 | TOTAL |
|--|------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Scénario <i>statu quo</i> : utilisation actuelle des agents halogénés | | | | |
| Sévoflurane | 2 069 306 \$ | 2 077 327 \$ | 2 087 832 \$ | 6 234 465 \$ |
| Desflurane | 236 069 \$ | 168 149 \$ | 120 782 \$ | 525 000 \$ |
| Isoflurane | 10 054 \$ | 9 843 \$ | 9 717 \$ | 29 614 \$ |
| TOTAL | 2 315 429 \$ | 2 255 318 \$ | 2 218 331 \$ | 6 789 078 \$ |
| Nouveau scénario : utilisation optimale des agents halogénés | | | | |
| Sévoflurane | 2 092 757 \$ | 2 098 482 \$ | 2 111 084 \$ | 6 302 323 \$ |
| Desflurane | 141 953 \$ | 83 379 \$ | 27 438 \$ | 252 770 \$ |
| Isoflurane | 10 054 \$ | 9 843 \$ | 9 717 \$ | 29 614 \$ |
| TOTAL | 2 244 764 \$ | 2 017 855 \$ | 1 990 576 \$ | 6 584 706 \$ |
| IMPACT NET* | - 70 665 \$ | - 63 614 \$ | - 70 093 \$ | - 204 372 \$ |
| Analyses de sensibilité** | Sur 3 ans, coûts les plus faibles† | | | - 546 957 \$ |
| | Sur 3 ans, coûts les plus élevés‡ | | | - 68 243 \$ |

* L'impact net correspond au différentiel du nouveau scénario et du scénario *statu quo*. Les estimations excluent le coût des services professionnels du pharmacien et la marge bénéficiaire des grossistes.

** Des analyses de sensibilité ont été effectuées pour évaluer l'impact d'une variation des volumétries projetées, des coûts d'acquisition des agents, ainsi que les taux d'utilisation du desflurane dans les deux scénarios projetés.

† Les coûts les plus faibles sont calculés en considérant une diminution accélérée du recours au desflurane dans le nouveau scénario (taux d'utilisation sur 3 ans de 3, 1,5 et 0 %) et un taux d'utilisation du desflurane constant dans chaque année du nouveau scénario, basé sur l'utilisation estimée en 2023 (taux d'utilisation : 10 %).

‡ Les coûts les plus élevés sont calculés en considérant les taux d'utilisation du desflurane de 7, 5, 3 % dans le nouveau scénario et une diminution du coût d'acquisition de cet agent (-10 %).

Des analyses de sensibilité déterministes ont été réalisées dans lesquelles les volumes de bouteilles d'agents halogénés consommés projetés, leurs coûts d'acquisition ainsi que les taux d'utilisation optimaux du desflurane sur trois ans ont été variés. Selon les résultats de ces analyses de sensibilité, l'impact net sur trois ans pourrait varier de - 546 957 \$ à - 68 243 \$. La vitesse d'élimination du desflurane influence l'ampleur des économies anticipées, puisqu'il est l'agent halogéné le plus coûteux à utiliser. À titre informatif, advenant que l'usage optimal des agents halogénés soit mis en pratique dès la première année, des économies de 331 509 \$ pourraient être attendues dans l'analyse principale, toutes choses étant égales par ailleurs.

Compte tenu de la perspective considérée, seuls les coûts directs engendrés par l'acquisition des agents halogénés ont été inclus dans l'analyse. Les établissements de santé ne participant pas actuellement au marché québécois du carbone, les coûts liés à l'achat de droits d'émission n'ont pas été considérés. L'imposition d'une telle tarification (voir la section — [La tarification du carbone](#)) pourrait grandement faire varier les résultats d'impact budgétaire.

5.3 Limites des analyses économiques

Les analyses d'efficacité et d'impact budgétaire présentent certaines limites. Les estimations reposent en effet sur certaines hypothèses qui pourraient ne pas être représentatives de l'ensemble des interventions réalisées au bloc opératoire. La définition d'un modèle de calcul pour évaluer la consommation d'agents halogénés est en effet limitée par la grande variabilité des possibilités d'ajustements, tels que la durée de la chirurgie, la méthode utilisée pour l'induction, le débit de gaz frais, la concentration de l'agent anesthésique, sans compter que ces paramètres sont différents selon les phases de l'anesthésie (induction, entretien et réveil). Par ailleurs, comme mentionné précédemment, certains coûts ont été exclus des analyses, notamment ceux liés à l'achat, à la location et à la mise à jour des équipements d'anesthésie, ainsi que les pertes en médicament, les services professionnels des pharmaciens et la marge des grossistes.

L'analyse coûts-bénéfices réalisée repose sur l'hypothèse d'une efficacité et d'une innocuité similaires des agents halogénés (section — [Considérations clinique](#)). Comme évoqué précédemment, selon les parties prenantes consultées, l'isoflurane pourrait influencer le roulement des usagers dans les blocs opératoires à haut débit et ainsi engendrer des coûts qui n'ont pas été considérés dans l'analyse, puisque les données recensées dans le cadre des présents travaux ne permettaient pas de les quantifier. D'ailleurs, la détermination des coûts sociaux liés à la pollution, dont celui du carbone, présente différents enjeux qui nécessitent certaines hypothèses (croissance économique, sensibilité climatique, autres), rendant incertaine l'ampleur réelle de ces coûts. Selon le gouvernement du Canada, le coût social lié au carbone, utilisé pour dériver les bénéfices associés aux trois agents halogénés, devrait être interprété comme une estimation prudente des répercussions des émissions de CO₂ (gouvernement du Canada⁵²). Différentes estimations du coût social du carbone sont toutefois rapportées dans la littérature, certains inférieurs à celui considéré dans l'analyse coûts-bénéfices réalisée. La valeur des PRG peut aussi évoluer selon les modèles utilisés pour leur calcul, modèles qui évoluent en fonction des conditions atmosphériques.

Enfin, les estimations budgétaires s'appuient sur des données d'établissements, parfois incomplètes à travers les années, nécessitant certaines approximations. Par ailleurs, les données disponibles ne permettaient pas d'estimer l'impact budgétaire net associé à l'usage optimal du N₂O au bloc opératoire. Une diminution de l'utilisation de cet agent devrait engendrer des économies pour le système de soins de santé québécois, mais l'ampleur de celles-ci ne peut être déterminée. Les données partagées par un établissement de santé montrent une réduction de coûts d'environ 90 % à la suite de la mise en place de restrictions de l'approvisionnement des bonbonnes K. Ces estimations

⁵² Disponible au : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/recherche-donnees/cout-social-ges.html>.

reposent toutefois sur des données d'utilisation qui n'étaient pas limitées au bloc opératoire et excluent les coûts associés à l'adaptation des appareils⁵³.

5.4 Préoccupations et enjeux économiques

Les contrats actuels auprès du fournisseur de location des évaporateurs compatibles avec l'administration du desflurane incluent des pénalités financières advenant leur résiliation qui pourraient influencer les économies anticipées avec l'usage optimal des agents halogénés. L'ampleur des pénalités dépend toutefois de la durée résiduelle au contrat; en considérant le montant mensuel de location des évaporateurs, il est estimé qu'il pourrait être avantageux de résilier le contrat lorsque la fin de ce dernier est prévue dans 16 mois ou plus.

L'élimination rapide du desflurane pourrait également entraîner des coûts liés au gaspillage des bouteilles non utilisées. Des pénalités concernant les contrats d'achat des agents halogénés ne peuvent pas être exclues, selon les clauses convenues lors des appels d'offres advenant la diminution ou l'augmentation des quantités commandées par les établissements de santé. L'implantation de l'usage optimal des agents halogénés devrait être réalisée en considérant ces modalités organisationnelles.

Les parties prenantes ont par ailleurs souligné l'importance de réinvestir les sommes épargnées dans d'autres pratiques écoresponsables.

PRINCIPAUX CONSTATS ET INCERTITUDES

Les constats dégagés et les incertitudes soulevées sont issus de la triangulation des données scientifiques, contextuelles et expérientielles. Ils servent d'assise à une délibération multidimensionnelle qui s'organise autour des cinq dimensions de l'évaluation. Les constats et enjeux suivants au regard de la dimension économique ont été soulevés :

Efficiencia des agents anesthésiques inhalés

- Le recours au desflurane n'est pas efficient (intervention dominée) considérant qu'il engendre :
 - des coûts d'acquisition supplémentaires, par rapport à l'isoflurane et au sévoflurane;
 - des coûts sociaux associés à l'empreinte carbone, lesquels sont supérieurs à ceux du sévoflurane et de l'isoflurane.

⁵³ Selon des parties prenantes consultées, le coût afin d'adapter les machines d'anesthésie pourrait s'élever à 3 000 \$ par appareil.

- Le sévoflurane permet de diminuer les coûts sociaux associés au carbone par rapport à l'isoflurane, mais son coût d'acquisition demeure plus élevé que ce dernier. Selon les parties prenantes, le coût total associé à l'isoflurane est probablement sous-estimé dans le contexte d'un bloc opératoire québécois à haut débit, considérant que l'utilisation de cet agent augmente la durée d'anesthésie et pourrait ainsi avoir un impact majeur sur le roulement des usagers. Son moindre coût est avantageux pour les très longues chirurgies et les chirurgies où la vitesse de réveil n'est pas un enjeu clinique.
- L'utilisation du N₂O au bloc opératoire comme gaz porteur n'est pas efficace considérant l'absence de données soutenant son efficacité différentielle, comparativement à l'absence de son utilisation. Son utilisation ne peut qu'engendrer des coûts supplémentaires en termes d'acquisition et d'empreinte carbone :
 - le coût social du carbone d'un kilogramme de N₂O est évalué sur 100 ans à 70 \$, alors que son coût d'acquisition est d'environ 12 \$ par kilogramme;
 - les canalisations pouvant être associées à des fuites de 80 % de N₂O selon les données repérées dans la littérature, le coût associé à un kilogramme de N₂O réellement consommé par l'utilisateur pourrait s'élever à environ 21 \$ (différence par rapport à une bonbonne portable E sans fuite : 9 \$) et son empreinte carbone pourrait engendrer des coûts sociaux d'environ 126 \$ (différence par rapport à une bonbonne E sans fuite : 56 \$).

Impact budgétaire de l'usage optimal des agents anesthésiques inhalés

- L'usage optimal des agents halogénés au bloc opératoire pourrait permettre de réduire l'impact budgétaire associé à leur remboursement :
 - le remplacement progressif du desflurane par le sévoflurane pourrait permettre des économies de 204 400 \$ sur trois ans, l'ampleur des économies attendues étant influencée par la vitesse d'élimination du desflurane;
 - considérant qu'à fonctionnement équivalent (1 MAC à 1 L de gaz frais/min), une bouteille de desflurane équivaut à environ 12 heures d'anesthésie, tandis qu'une bouteille de sévoflurane équivaut à 40 heures d'anesthésie, il est estimé que ██████████ bouteilles de desflurane pourraient être remplacées sur trois ans par l'acquisition de ██████████ bouteilles de sévoflurane additionnelles.

- Selon les modalités organisationnelles en place (location des évaporateurs et achat des agents), des pertes et/ou des pénalités pourraient réduire les économies attendues :
 - la résiliation d'un contrat de location d'évaporateurs de desflurane dont la fin est prévue dans moins de 16 mois n'est pas avantageuse économiquement.
- Les données disponibles ne permettent pas d'estimer l'impact budgétaire net associé à l'usage optimal du N₂O au bloc opératoire. La diminution de l'utilisation du N₂O pourrait réduire les coûts liés à l'acquisition de cet agent, notamment dans les établissements qui utilisent des N₂O, considérant les pertes financières pouvant être engendrées par la présence de fuites.
- La fermeture des canalisations de N₂O pourrait toutefois engendrer des coûts afin d'adapter les appareils d'anesthésie pour recevoir les bonbonnes E de N₂O, en fonction de l'équipement disponible dans l'établissement.

FORCES ET LIMITES

Afin d'élaborer des recommandations sur les pratiques cliniques à favoriser pour diminuer l'empreinte carbone des agents anesthésiques inhalés utilisés au bloc opératoire, une approche intégrée basée sur l'appréciation des données scientifiques issues d'une recherche systématique de la littérature, d'un processus de veille informationnelle jusqu'à la fin des travaux et de la perspective des parties prenantes a été privilégiée. La consultation des membres du comité consultatif, formé d'anesthésiologistes et d'inhalothérapeutes, ainsi que de nombreux informateurs clés (p. ex. des directeurs du Centre d'acquisitions gouvernementales, des chefs de pharmacie, des directeurs et professionnels de directions de la qualité, évaluation, performance et éthique des établissements et des ingénieurs biomédicaux), a permis de dégager les enjeux environnementaux, sociétaux, cliniques, organisationnels et économiques associés aux différents agents anesthésiques inhalés utilisés dans le contexte québécois. De plus, une analyse coûts-bénéfices permettant de comparer l'efficacité des trois agents halogénés ainsi qu'une analyse d'impact budgétaire prenant en considération les coûts liés à l'usage optimal des agents halogénés au bloc opératoire ont été réalisées. Enfin, la validation externe de la pertinence du contenu et de la qualité scientifique globale du présent avis a été effectuée par quatre lecteurs externes, soit une inhalothérapeute pratiquant dans un hôpital offrant des soins spécialisés et surspécialisés en traumatologie et en neurochirurgie, deux anesthésiologistes, dont un pratiquant en région éloignée, et une gestionnaire de soins périopératoires.

Bien que les travaux reposent sur une méthodologie rigoureuse, des limites doivent toutefois être soulignées. Même si la stratégie de recherche inclut des dates de publication récentes, les guides retenus se basent sur des études et des documents moins récents qui devraient, pour certains, être actualisés. En outre, l'INESSS n'a pas effectué une évaluation et une appréciation des données scientifiques des études primaires, mais plutôt une appréciation secondaire à la suite de l'interprétation faite par les auteurs des GPC et autres documents retenus. De plus, l'information des dimensions environnementale, sociétale et organisationnelle est présentée sous forme de revues narratives, pour lesquelles la sélection d'articles s'est déroulée à partir de la lecture des titres et résumés des publications scientifiques, repérées lors de la recherche systématique de la littérature, de la recherche manuelle ou selon la méthode « boule de neige ». Certains aspects, tels que le temps de réveil des personnes anesthésiées selon l'agent utilisé, l'efficacité des techniques à faible débit ou des technologies de capture des gaz anesthésiques résiduels, n'ont pas fait l'objet d'une revue systématique de la littérature. Enfin, les estimations économiques reposent sur des hypothèses qui pourraient ne pas être représentatives de l'ensemble des interventions réalisées au bloc opératoire, et l'indisponibilité de plusieurs données engendre l'exclusion de certains coûts des analyses économiques.

Les difficultés d'accès aux données concernant l'utilisation actuelle du protoxyde d'azote n'ont pas permis de brosser le portrait québécois d'usage de cet agent au bloc opératoire (consommation et équipements), ni d'évaluer le niveau des fuites des canalisations et leur impact environnemental et économique pour l'ensemble des installations. De plus, étant donné le peu d'études évaluant l'impact environnemental du cycle de vie des agents anesthésiques inhalés, les travaux se sont concentrés principalement sur leur potentiel comme gaz à effet de serre, et non sur les autres aspects liés au cycle de vie des différents produits.

Par ailleurs, même si l'approche qualitative de consultation des parties prenantes ajoute une dimension essentielle à la démarche d'évaluation, elle comprend toujours une part de biais et de risque associés, et demeure incomplète à plusieurs égards. La grande majorité des anesthésiologistes et inhalothérapeutes consultés ayant déjà entamé un virage vers des pratiques anesthésiques plus respectueuses de l'environnement, la perspective de cliniciens québécois ayant toujours recours au desflurane a été peu colligée. Néanmoins, l'inclusion de lettres d'opinion, de lettres à l'éditeur et de la consultation publique concernant l'avis de la Commission européenne sur la proposition d'un règlement visant à interdire l'utilisation du desflurane dans le cadre de la législation sur les gaz à effet de serre fluorés a permis de cerner certains enjeux et préoccupations cliniques et environnementaux liés au retrait complet du desflurane.

L'ensemble des régions du Québec n'étant pas représenté par les parties prenantes consultées, la perspective des cliniciens de régions plus éloignées ou pratiquant dans des hôpitaux sans mission universitaire n'a pas pu être recueillie. De plus, en raison de la portée des travaux qui concernent principalement les anesthésiologistes et les inhalothérapeutes, la perspective des patients n'a pas été recueillie, ni celle de citoyens. Enfin, la perspective des ordres, fédérations et associations professionnels, autres que l'Association des anesthésiologistes du Québec, n'a pas été recueillie dans le cadre de ces travaux.

DÉLIBÉRATIONS DU COMITÉ PERMANENT – MODES D'INTERVENTION EN SANTÉ

À l'issue du processus d'évaluation et de consultation réalisé, une série de constats et des propositions de recommandations ont été formulés en considérant les différentes dimensions de l'énoncé de principes de l'INESSS ainsi que les incertitudes et limites associées aux données disponibles. Dans un premier temps, ces constats et propositions de recommandations ont été discutés avec les membres du comité consultatif, puis ils ont été présentés aux membres du Comité délibératif permanent – Modes d'intervention en santé (CDP-MIS) de l'INESSS.

Les membres de ce comité ont eu pour responsabilité :

- de délibérer sur les constats et limites présentés par l'équipe de projet à partir de la grille délibérative multidimensionnelle (disponible à l'[annexe IV](#));
- de contribuer à la formulation d'orientations et de recommandations sur les pratiques cliniques et organisationnelles à favoriser pour diminuer l'empreinte carbone des agents anesthésiques inhalés utilisés au bloc opératoire, et ce, sans compromettre la prestation et la sécurité des soins et en tenant compte des enjeux associés à ces changements.

Au terme des échanges et de la délibération, les membres du CDP-MIS ont formulé les orientations générales visant à encadrer les différentes recommandations. Dans un premier temps, ils se sont dits favorables à la formulation de recommandations contraignantes pour le retrait du desflurane et pour la fermeture des canalisations du protoxyde d'azote.

Les arguments en faveur de cette position étaient les suivants :

- l'empreinte carbone de l'anesthésie générale par inhalation est plus élevée avec le desflurane qu'avec les autres agents halogénés;
- en plus de générer des GES, le protoxyde d'azote contribue aussi à l'appauvrissement de la couche d'ozone;
- il existe un consensus dans les pays occidentaux (Canada, États-Unis, Angleterre, Écosse, Australie, Union européenne) pour le retrait du desflurane au profit du sévoflurane, de même que pour la diminution de l'usage du protoxyde d'azote, et une tendance pour privilégier l'utilisation de bonbonnes au lieu de canalisations, ces dernières étant plus à risque de fuites importantes;
- les sociétés savantes et les associations d'anesthésiologistes promeuvent la diminution, voire le retrait du desflurane de même que la fermeture des canalisations centrales de protoxyde d'azote;

- l'Écosse a retiré le desflurane de ses hôpitaux publics, l'Angleterre suivra en 2024 et l'Union européenne interdira aussi, en 2026, l'utilisation de cet agent sauf si, pour des raisons médicales exceptionnelles, aucun autre anesthésique ne peut être utilisé;
- sur le plan clinique, l'avantage du desflurane comparativement au sévoflurane n'a pu être établi à partir de la littérature consultée et des consultations menées auprès d'anesthésiologistes et d'inhalothérapeutes pratiquant au Québec;
- le seul avantage clinique du desflurane semble être un réveil de l'anesthésie générale plus rapide qu'avec le sévoflurane, bien que la différence de temps entre ces deux agents halogénés ne soit pas significative selon les parties prenantes consultées, et ce, ni sur le plan clinique ni sur le plan organisationnel;
- le retrait du desflurane en faveur du sévoflurane est avantageux d'un point de vue économique, et ce, même sans tenir compte des coûts sociaux du carbone. En considérant ces derniers, l'avantage économique du sévoflurane augmente, car non seulement le coût d'acquisition du desflurane est plus élevé, mais son empreinte carbone sur 20 ans est environ 40 fois plus importante que celle du sévoflurane pour le même temps d'anesthésie;
- en raison de la proactivité de plusieurs anesthésiologistes, l'utilisation du desflurane dans les milieux hospitaliers est déjà en baisse ou absente, et plusieurs hôpitaux, face aux enjeux liés aux fuites de protoxyde d'azote, ont fermé leur système centralisé de distribution de ce gaz;
- les fuites de protoxyde d'azote ont des impacts non seulement sur l'environnement, mais aussi sur la sécurité des usagers et des professionnels de la santé exposés à leur insu.

Cependant, bien qu'une minorité des membres était favorable à un retrait complet et imminent du desflurane, une majorité était davantage en faveur d'une recommandation globale préconisant un retrait progressif en fonction des contrats en vigueur. Bien qu'ils reconnaissent que les indicateurs environnementaux, socioculturels, cliniques, organisationnels et économiques convergent vers l'élimination de l'usage du desflurane et la fermeture du système centralisé de distribution du protoxyde d'azote, les limites et éléments suivants ont été évoqués en appui à leur position plus nuancée :

- la modification des contrats d'achat du desflurane et de location des évaporateurs et cassettes, venant à échéance en 2026 ou 2027, pourrait entraîner des pénalités non négligeables;
- la disposition d'agents anesthésiques non utilisés conduit à des coûts et à des impacts potentiels sur l'environnement;
- l'estimation du coût social du carbone est incertaine puisque ce dernier peut varier en fonction de la méthodologie employée et des hypothèses utilisées. Le coût social employé dans l'analyse, bien qu'il provienne du gouvernement fédéral, repose initialement sur des données des États-Unis. Il est donc possible que les

impacts économiques rapportés soient sous-évalués ou encore surévalués, d'autant plus que des coûts n'ont pas été considérés en raison de l'indisponibilité de certaines données;

- l'Union européenne et le NHS d'Angleterre permettent un usage exceptionnel du desflurane lors de situations cliniques particulières, sans que celles-ci soient précisées. Il est toutefois possible qu'en fonction des conclusions de la revue de la littérature du NICE, dont la publication est prévue à la fin du mois de mars 2024, une liste de situations exceptionnelles soit établie par le NHS⁵⁴.

En misant sur la diminution des gaz anesthésiques, voire l'élimination des gaz plus polluants comme le desflurane, et des stratégies pour optimiser l'utilisation du sévoflurane, les membres du CDP-MIS ont souligné que les recommandations de cet avis contribueront à l'engagement du Québec pour l'atteinte de la carboneutralité en 2050. En appui au plan d'action de développement durable du MSSS, ils ont soulevé que cet avis servira de levier pour mobiliser les acteurs à différents niveaux dans la visée collective de diminuer l'empreinte carbone des soins anesthésiques. Avec une portée plus large, les constats et recommandations formulés pourraient également avoir un écho favorable dans les cliniques dentaires qui utilisent le protoxyde d'azote, de même que dans les animaleries qui utiliseraient majoritairement de l'isoflurane.

⁵⁴ Le rapport du NHS/NICE d'Angleterre a été rendu public le 31 mars 2024 après la rencontre du comité délibératif permanent.

RECOMMANDATIONS

À la lumière de l'appréciation globale de la valeur et des délibérations tenues avec le Comité délibératif permanent – Modes d'intervention en santé, **l'INESSS recommande** que des directives et des mesures soient mises en place, par le MSSS et les établissements de santé, pour parvenir, et ce, dans un avenir rapproché et selon un plan et des échéanciers qui tiennent compte des particularités organisationnelles locales, à :

- l'élimination de l'usage du desflurane (sauf en cas de situations très exceptionnelles – voir la recommandation complémentaire plus bas);
- la fermeture des systèmes centralisés de distribution de protoxyde d'azote (en cessant l'alimentation des canalisations) et l'omission de ce type de système dans les plans de construction des futures infrastructures hospitalières.

Pour atteindre cet objectif global, l'INESSS recommande sur le plan clinique que, lorsqu'une procédure au bloc opératoire requiert l'utilisation d'une anesthésie générale par inhalation :

- le desflurane ne soit plus utilisé, sauf en cas de situations exceptionnelles. Dans un tel cas, les raisons médicales justifiant l'absence d'une solution de rechange au desflurane devraient être documentées (p. ex. dans le dossier patient ou le formulaire d'anesthésie);
- l'agent anesthésique avec la plus faible empreinte carbone soit privilégié, lequel correspond présentement au sévoflurane;
- l'utilisation de mesures d'atténuation de l'empreinte carbone des gaz halogénés, par exemple le faible débit de gaz frais ou l'anesthésie inhalée à objectif de concentration (AINOC, FetCible), soit privilégiée, lorsque possible;
- le protoxyde d'azote ne soit pas utilisé comme gaz porteur, à moins d'une raison médicale justifiant son utilisation;
- le recours au protoxyde d'azote à des fins de sédation se limite à des circonstances particulières.

Afin d'encadrer et de soutenir cette transition, l'INESSS formule les recommandations complémentaires suivantes :

Du point de vue organisationnel, les établissements, en collaboration avec leur comité de développement durable, devraient se doter d'un plan d'action pour tendre vers une réduction globale de l'empreinte carbone des gaz anesthésiques en fonction de leurs contraintes contractuelles et particularités locales, et inclure des moyens pour notamment :

- suivre la consommation des agents anesthésiques inhalés, y compris celle du protoxyde d'azote, dans les différentes installations;

- mesurer l’empreinte carbone des gaz anesthésiques consommés et les coûts associés;
- compiler les raisons médicales justifiant le recours exceptionnel au desflurane.

Dans le processus de transition vers le retrait progressif du desflurane,

- le MSSS devrait retirer le desflurane de la Liste de médicaments – Établissements (provinciale);
- les établissements et les installations devraient, selon leurs particularités locales :
 - retourner progressivement les évaporateurs et cassettes compatibles avec le desflurane d’ici la fin des contrats de location en vigueur, et ce, de façon à ce que les frais économisés surpassent les pénalités associées aux retours anticipés,
 - retirer le desflurane du formulaire de médicaments de l’établissement,
 - prévoir la mise à jour des logiciels des appareils d’anesthésie, ou renouveler les appareils lors des prochains appels d’offres, afin de permettre l’utilisation de la fonction FetCible et ainsi de diminuer la quantité de sévoflurane utilisée et, par le fait même, les émissions de gaz à effet de serre.

Dans le processus de transition vers la mise hors service des systèmes centralisés de distribution de protoxyde d’azote et la diminution de la consommation du protoxyde d’azote,

- les établissements et les installations devraient rendre disponibles des bonbonnes de protoxyde d’azote de type E pour un usage sélectif, par exemple au bloc opératoire ou en salle de césarienne, et adapter les appareils d’anesthésie pour permettre leur utilisation avec des bonbonnes de N₂O si nécessaire. Le cas échéant, des mesures de suivi et de contrôle contre les vols devraient être mises en place.

Pour assurer une gestion optimale des stocks et limiter les pénalités financières reliées aux contrats en vigueur,

- les chefs de département en anesthésiologie et les gestionnaires du bloc opératoire devraient tenir les responsables des acquisitions (p. ex. pharmacies, magasins, génie biomédical, CAG) informés des changements de pratique préconisés concernant les agents anesthésiques inhalés. En parallèle, les responsables des acquisitions devraient tenir compte des besoins anticipés avant de conclure une entente sur les agents anesthésiques inhalés et les appareils et dispositifs associés.

Sur le plan des connaissances générales et de la sensibilisation aux enjeux environnementaux liés aux gaz anesthésiques, l'INESSS recommande

- que les milieux d'enseignement rehaussent la formation de base des futurs professionnels de la santé appelés à prescrire ou à administrer des agents anesthésiques inhalés, pour y introduire les considérations environnementales en lien avec l'anesthésie;
- que les ordres, fédérations et associations professionnels dont les membres sont amenés à utiliser les agents anesthésiques inhalés dans leur pratique, y compris la médecine dentaire et vétérinaire
 - diffusent les recommandations de l'INESSS,
 - sensibilisent leurs membres au regard des impacts environnementaux des agents anesthésiques inhalés (p. ex. émissions de gaz à effet de serre, effet sur la couche d'ozone),
 - encouragent leurs membres à adopter des pratiques cliniques minimisant leur empreinte carbone;
 - qu'une formation continue, facilement accessible et donnant accès à des crédits de formation, soit élaborée pour sensibiliser les professionnels de la santé concernés et perfectionner leur connaissances aux enjeux environnementaux des agents anesthésiques inhalés et aux pratiques permettant de diminuer les émissions de GES lors de leur utilisation.

À terme, pour apprécier les retombées de la mise en œuvre des recommandations sur les plans clinique, organisationnel, économique et environnemental, l'INESSS recommande

- que le MSSS demande aux établissements de santé un suivi des mesures déployées et des résultats atteints en vue du prochain plan d'action de développement durable 2029-2033.

RETOMBÉES POTENTIELLES DES TRAVAUX

Dans l'ensemble, les présents travaux ont mis en évidence le besoin de définir les pratiques cliniques à privilégier afin de réduire l'émission de GES associés aux agents anesthésiques inhalés, ainsi que les stratégies organisationnelles les plus optimales pour amener les changements de pratiques cliniques escomptés.

Sur le plan sociétal, ces travaux s'inscrivent dans un effort global de lutte contre les changements climatiques. Par la mise en œuvre de meilleures pratiques cliniques, ces travaux peuvent contribuer à diminuer l'empreinte carbone des agents anesthésiques inhalés utilisés au bloc opératoire et, plus globalement, celle du secteur de la santé au Québec. Bien que l'impact de cette contribution soit relativement faible à l'échelle de la province, elle représente néanmoins un pas manifeste vers l'atteinte de la carboneutralité.

Les changements proposés dans cet avis devraient contribuer à soutenir les décideurs quant aux stratégies à mettre en place et aux actions de mitigation à prévoir pour faciliter l'acceptabilité et l'applicabilité des changements de pratique clinique préconisés pour diminuer l'empreinte carbone de l'anesthésie générale par inhalation. De plus, l'information présentée dans ces travaux devrait permettre de sensibiliser les professionnels de la santé, ainsi que les administrateurs et gestionnaires, à l'impact des différents agents anesthésiques inhalés sur l'émission des GES, pour ainsi tendre vers une acceptabilité et un engagement soutenu pour des pratiques cliniques et d'achat plus respectueuses de l'environnement.

Les changements de pratique qui pourraient découler des présents travaux dépendront cependant de la diffusion et de la mise en œuvre des recommandations dans les différents établissements de santé du Québec. Bien que la réduction de l'empreinte carbone associée à l'utilisation des anesthésiques inhalés au bloc opératoire repose sur des changements de pratique clinique, la contribution des décideurs et des administrateurs du réseau en ce qui concerne la mise en œuvre des changements organisationnels, des pratiques d'achat, de même que la gestion des installations et des équipements est essentielle à l'atteinte des objectifs.

Au-delà des mesures proposées relatives à l'utilisation des gaz anesthésiques, d'autres gestes et pratiques cliniques peuvent aussi contribuer à réduire l'empreinte carbone du réseau de la santé sans compromettre la qualité et la sécurité des soins. Par le biais de sa veille sur les impacts environnementaux en santé, l'INESSS demeure à l'affût des législations et des avancées scientifiques dans ce domaine, et plus largement des impacts environnementaux et sanitaires globaux des différentes solutions de rechange à l'anesthésie générale par inhalation.

MISE À JOUR

La pertinence de mettre à jour cet avis pourrait être évaluée dans quatre ans, soit en 2028, selon l'avancement des données scientifiques sur les impacts environnementaux. Pour ce faire, une revue exploratoire des positions et des recommandations issues de la littérature sera effectuée afin de vérifier si de nouvelles mises à jour sont disponibles. Une revue exploratoire de la littérature scientifique pourrait également être réalisée. Au besoin, les parties prenantes qui ont accompagné les travaux pourraient être consultées afin de vérifier si elles jugent nécessaire de faire une mise à jour de ce document.

RÉFÉRENCES

- AbbVie corporation. Monographie de produite- Sevoflurane. Saint-Laurent (Qc), Canada : 2021. 13 mars 2021.
- Agency of Healthcare Research and Quality (AHRQ). Reducing Healthcare Carbon Emissions A Primer on Measures and Actions for Healthcare Organizations to Mitigate Climate Change. Agency of Healthcare Research and Quality (AHRQ); 2022. Disponible à : <https://www.ahrq.gov/sites/default/files/wysiwyg/healthsystemsresearch/decarbonization/decarbonization.pdf> (consulté le 5 septembre 2023).
- Aldecoa C, Bettelli G, Bilotta F, Sanders RD, Audisio R, Borzodina A, et al. European Society of Anaesthesiology evidence-based and consensus-based guideline on postoperative delirium. Eur J Anaesthesiol 2017;34(4):192-214.
- Alexander R, Poznikoff A, Malherbe S. Greenhouse gases: the choice of volatile anesthetic does matter. Canadian Journal of Anaesthesia 2018;65(2):221-2.
- Answine JF. Desflurane Should Not Disappear. Anesthesia and Analgesia 2021;132(2):E41-E2.
- Aubrun F, Baillard C, Beuscart J-B, Billard V, Boddaert J, Boulanger É, et al. Recommandation sur l'anesthésie du sujet âgé: l'exemple de fracture de l'extrémité supérieure du fémur. Anesthésie & Réanimation 2019;5(2):122-38.
- Australian and New Zealand College of Anaesthetists (ANZCA). PS64(G)BP Position statement on environmental sustainability in anaesthesia and pain medicine practice. Background Paper 2019. 2019. Disponible à : [https://www.anzca.edu.au/getattachment/0ef94f59-824e-4d66-bfc4-73e4b2d7c470/PS64\(G\)BP-Positionstatement-on-environmental-sustainability-in-anaesthesia-and-PM-practice-BP](https://www.anzca.edu.au/getattachment/0ef94f59-824e-4d66-bfc4-73e4b2d7c470/PS64(G)BP-Positionstatement-on-environmental-sustainability-in-anaesthesia-and-PM-practice-BP).
- Baxter corporation. Monographie de produite- Sevoflurane. 2023a. 8 mars 2023.
- Baxter corporation. SUPRANE (desflurane). Mississauga (ON), Canada 2023 :b. 4 juillet 2023.
- Baxter corporation. Monographie de produit-FORANE (isoflurane). Mississauga (ON), Canada 30. 2018 : janvier 2018.
- Bédard S, Beauchemin M, Boivin S, Castonguay Y, Courtois G, Dion D, et al. Guide de gestion des déchets du réseau de la santé et des services sociaux. Ministère de la Santé et des Services sociaux; 2017. Disponible à : <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2016/16-602-01W.pdf>.
- Billard V. Anesthésie à objectif de concentration intraveineuse (AIVOC) et inhalée (AINOC). France, Paris : Elsevier; Conférences d'actualisation 56e Congrès national d'anesthésie et de réanimation 2014.

- Bocskai T, Loibl C, Vamos Z, Woth G, Molnar T, Bogar L, Lujber L. Cost-effectiveness of anesthesia maintained with sevoflurane or propofol with and without additional monitoring: a prospective, randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol* 2018;18(1):100.
- Bokoch MP et Weston SD. Inhaled Anesthetics: Delivery Systems. Dans : Gropper MA, Eriksson LI, A. FL, et al., réd. *Miller's Anesthesia*, 9th Edition. Elsevier Canada; 2024.
- Breth-Petersen M, Barratt AL, McGain F, Skowno JJ, Zhong G, Weatherall AD, et al. Exploring anaesthetists' views on the carbon footprint of anaesthesia and identifying opportunities and challenges for reducing its impact on the environment. *Anaesth Intensive Care* 2024;52(2):91-104.
- Brouwers MC, Kho ME, Browman GP, Burgers JS, Cluzeau F, Feder G, et al. The Global Rating Scale complements the AGREE II in advancing the quality of practice guidelines. *J Clin Epidemiol* 2012;65(5):526-34.
- CASCADES. Débouchés durables sur le plan environnemental pour les systèmes de soins de santé. *Aperçu Gaz anesthésiques*. 2022.
- Chadha R, Patel D, Bhangui P, Blasi A, Xia V, Parotto M, et al. Optimal anesthetic conduct regarding immediate and short-term outcomes after liver transplantation - Systematic review of the literature and expert panel recommendations. *Clin Transplant* 2022;36(10):e14613.
- Chakera A, Harrison S, Mitchell J, Oliver C, Ralph M, Shelton C. The Nitrous Oxide Project: assessment of advocacy and national directives to deliver mitigation of anaesthetic nitrous oxide. *Anaesthesia* 2024;79(3):270-7.
- Chan MTV, Hedrick TL, Egan TD, García PS, Koch S, Purdon PL, et al. American Society for Enhanced Recovery and Perioperative Quality Initiative Joint Consensus Statement on the Role of Neuromonitoring in Perioperative Outcomes: Electroencephalography. *Anesth Analg* 2020;130(5):1278-91.
- Chhabra A, Subramaniam R, Srivastava A, Prabhakar H, Kalaivani M, Paranjape S. Spectral entropy monitoring for adults and children undergoing general anaesthesia. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;3(3):CD010135.
- Cosson E, Catargi B, Cheisson G, Jacqueminet S, Ichai C, Leguerrier AM, et al. Practical management of diabetes patients before, during and after surgery: A joint French diabetology and anaesthesiology position statement. *Diabetes Metab* 2018;44(3):200-16.
- Dadure C, Sabourdin N, Veyckemans F, Babre F, Bourdaud N, Dahmani S, et al. Management of the child's airway under anaesthesia: The French guidelines. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2019;38(6):681-93.
- Davies JF, Trajceska L, Weinberg L. The financial and environmental impact of purchased anaesthetic agents in an Australian tertiary hospital. *Anaesth Intensive Care* 2023;51(2):141-8.

- Devlin-Hegedus JA, McGain F, Harris RD, Sherman JD. Action guidance for addressing pollution from inhalational anaesthetics. *Anaesthesia* 2022;77(9):1023-9.
- Dion P. The cost of anaesthetic vapours. *Can J Anaesth* 1992;39(6):633.
- Dobson G, Chau A, Denomme J, Frost S, Fuda G, Mc Donnell C, et al. Guidelines to the Practice of Anesthesia-Revised Edition 2024. *Can J Anaesth* 2024;71(1):8-54.
- Drummond MF, Sculpher MJ, Claxton K, Stoddart GL, Torrance GW. *Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes*. Oxford University Press; 2015.
- Dunsky Énergie + Climat. Décarbonation du secteur de la santé. Diagnostic, trajectoire et stratégies. 2023.
- Ebert TJ. Inhaled Anesthetics. Dans : Cullen BF, Stock C, Ortega R, et al., réd. *Clinical Anesthesia* Edition: 9. 9th éd Wolters Kluwer; 2023.
- Einset K, Aitken T, McConnell P. Sustainability in anaesthesia. *Anaesthesia and Intensive Care Medicine* 2023;
- Eipe N. Anesthesia for the patient with obesity. UpToDate éd 2022.
- Elliott KJ et Pierce JMT. Twelve-year trend in nitrous oxide use at a tertiary institution: striving for a net zero NHS. *Anaesthesia* 2021;76(12):1667-8.
- FASS. Environmental classification of pharmaceuticals at www.fasse.se. Guidance for pharmaceutical companies V3.0. 2012.
- Fennell-Wells A et Chakera A. Delivering the Nitrous Oxide Project: A Case for Collaborative Leadership. *BMJ Leader* 2021;5(Supplement 1):A6.
- Flood P, Rathmell JP, Urman RD. Inhaled anesthetics. Dans : Wilkin LW, réd. *Stoelting's Pharmacology & Physiology in Anesthetic Practice*. 2021.
- Forman SA et Ishizawa y. Inhaled Anesthetic Uptake, Distribution, Metabolism, and Toxicity. Dans : Gropper MA, Eriksson LI, A. FL, et al., réd. *Miller's Anesthesia*, 9th Edition. Elsevier Canada; 2024.
- Framarin A et Déry V. Les revues narratives : fondements scientifiques pour soutenir l'établissement de repères institutionnels. Institut national de santé publique du Québec; 2021. Disponible à : <https://www.inspq.qc.ca/publications/2780>.
- Fresenius Kabi Canada Ltd. Monographie de produit- ISOFLURANE USP (isoflurane). Toronto (ON), Canada : 2018. 23 mai 2018.
- Gandhi J, Barker K, Cross S, Goddard A, Vaghela M, Cooper A. Volatile capture technology in sustainable anaesthetic practice: a narrative review. *Anaesthesia* 2024;79(3):261-9.
- Gordon D. Sustainability in the Operating Room: Reducing Our Impact on the Planet. *Anesthesiol Clin* 2020;38(3):679-92.
- Gouvernement du Canada. Coût social des émissions de gaz à effet de serre [site Web]. 2023. Disponible à : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/recherche-donnees/cout-social-ges.html> (consulté le 2024-03-06).

- Graham AM, Myles PS, Leslie K, Chan MT, Paech MJ, Peyton P, El Dawlatly AA. A cost-benefit analysis of the ENIGMA trial. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists* 2011;115(2):265-72.
- Groppper MA et Miller RD. *Miller's anesthesia* (Ninth edition). Philadelphia, PA : Elsevier; 2020.
- Hanna M et Bryson GL. A long way to go: minimizing the carbon footprint from anesthetic gases. *Can J Anaesth* 2019;66(7):838-9.
- Haute Autorité de Santé (HAS). Choix méthodologiques pour l'évaluation économique à la HAS. Guide méthodologique 2020. Disponible à : https://www.has-sante.fr/jcms/r_1499251/fr/choix-methodologiques-pour-l-evaluation-economique-a-la-has.
- Hawkins J et Parrott N. *Sustainability: Background science*. 2020. Disponible à : <https://www.rcoa.ac.uk/sites/default/files/documents/2022-01/RCoA%20Sustainability%20e-learning%20all%20chapters.pdf>.
- Hays SR. *Inhalation anesthetic agents: Clinical effects and uses*. UpToDate; 2022.
- Hubert D, Lanouette CM, Longtin M, Lormier HP, Nadeau S. *Guide des bonnes pratiques au bloc opératoire*. La Direction des communications du ministère de la Santé et des Services sociaux éd Ministère de la Santé et des Services sociaux; 2021. Disponible à : <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2021/21-924-02W.pdf>.
- Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (INESSS). *COVID-19 et pénurie de sédatifs, analgésiques et bloqueurs neuromusculaires – Alternatives et principes de sédation aux soins intensifs et au bloc opératoire*. Gouvernement du Québec; 2020. Disponible à : https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/COVID-19/COVID-19_SedationSI_et_bloc.pdf.
- Kampman JM et Sperna Weiland NH. *Anaesthesia and environment: impact of a green anaesthesia on economics*. *Curr Opin Anaesthesiol* 2023;36(2):188-95.
- Khorsand S. *Maintenance of general anesthesia: Overview*. Joshi, Girish P., Nussmeier, Nancy A. éd UpToDate; 2023.
- Knuf K et Maani CV. *Nitrous Oxide*. StatPearls Publishing 2022;01:01.
- Kurhekar P, Vinod K, Krishna JSD, Raghuraman MS. *Randomized Comparison of Isoflurane versus Sevoflurane and Desflurane for Maintenance of Ambulatory Anesthesia*. *Anesth Essays Res* 2017;11(4):875-80.
- Ledda V, George C, Glasbey J, Labib P, Li E, Lu A, et al. *Uncertainties and opportunities in delivering environmentally sustainable surgery: the surgeons' view*. *Anaesthesia* 2024;79(3):293-300.
- Lewis SR, Pritchard MW, Fawcett LJ, Punjasawadwong Y. *Bispectral index for improving intraoperative awareness and early postoperative recovery in adults*. *Cochrane Database Syst Rev* 2019;9(9):CD003843.

- Lindholm E, Hegde J, Saltnes C, Leonardsen A-C, Aasheim ET. Climate change, sustainability and anesthesiology practice: A national survey among anesthesiologists and nurse anesthetists in Norway. *The Journal of Climate Change and Health* 2023;13:100259.
- Liu SS. Effects of Bispectral Index monitoring on ambulatory anesthesia: a meta-analysis of randomized controlled trials and a cost analysis. *Anesthesiology* 2004;101(2):311-5.
- Lopes R, Shelton C, Charlesworth M. Inhalational anaesthetics, ozone depletion, and greenhouse warming: the basics and status of our efforts in environmental mitigation. *Curr Opin Anaesthesiol* 2021;34(4):415-20.
- Macario A, Dexter F, Lubarsky D. Meta-analysis of trials comparing postoperative recovery after anesthesia with sevoflurane or desflurane. *Am J Health Syst Pharm* 2005;62(1):63-8.
- Martelli A. Costs optimization in anaesthesia. *Acta Bio-medica: Atenei Parmensis* 2015;86(1):38-44.
- McGain F, Ma SC, Burrell RH, Percival VG, Roessler P, Weatherall AD, et al. Why be sustainable? The Australian and New Zealand College of Anaesthetists Professional Document PS64: Statement on Environmental Sustainability in Anaesthesia and Pain Medicine Practice and its accompanying background paper. *Anaesthesia & Intensive Care* 2019;47(5):413-22.
- Melnyk AI, Niino C, Wright KN. Addressing Sustainability in the Operating Room. *Urogynecology* 2023;29(9):719-24.
- Moonesinghe SR. Desflurane decommissioning: more than meets the eye. *Anaesthesia* 2024;79(3):237-41.
- Mraovic B, Simurina T, Gan TJ. Nitrous oxide added at the end of isoflurane anesthesia hastens early recovery without increasing the risk for postoperative nausea and vomiting: a randomized clinical trial. *Can J Anaesth* 2018;65(2):162-9.
- National Health Service (NHS) England. Guidance: Desflurane decommissioning and clinical use. Angleterre, Royaume-Uni : National Health Service England; 2024.
- National Health Service (NHS) England. Delivering a 'Net Zero' National Health Service. 2022;
- National Institute for Health and Care Excellence (NICE). Desflurane for maintenance of anaesthesia. Evidence summary. 2024. Disponible à : <https://www.nice.org.uk/advice/es41/resources/desflurane-for-maintenance-of-anaesthesia-pdf-1158291701701>.
- National Institute for Health Care Research (NIHR) Global Health Research Unit on Global Surgery. Reducing the environmental impact of surgery on a global scale: systematic review and co-prioritization with healthcare workers in 132 countries. *Br J Surg* 2023;110(7):804-17.
- Newman R et Noy I. The global costs of extreme weather that are attributable to climate change. *Nat Commun* 2023;14(1):6103.

- Nielsen OJ et Sulbaek Andersen MP. Inhalational volatile anaesthetic agents: the atmospheric scientists' viewpoint. *Anaesthesia* 2024;79(3):246-51.
- Odin I et Nathan N. Anesthésiques halogénés. Dans : *Anesthésie-Réanimation*. France, Paris : EMC Elsevier SAS; 2005.
- Pauchard JC, Hafiani EM, Bonnet L, Cabelguenne D, Carencu P, Cassier P, et al. Guidelines for reducing the environmental impact of general anaesthesia. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2023;42(5):101291.
- Petre MA, Bahrey L, Levine M, van Rensburg A, Crawford M, Matava C. A national survey on attitudes and barriers on recycling and environmental sustainability efforts among Canadian anesthesiologists: an opportunity for knowledge translation. *Can J Anaesth* 2019;66(3):272-86.
- Petre MA, Bahrey L, Levine M, van Rensburg A, Crawford M, Matava CT. Anesthesia environmental sustainability programs-a survey of Canadian department chiefs and residency program directors. *Can J Anaesth* 2020;67(9):1190-200.
- Pichler P-P, Jaccard IS, Weisz U, Weisz H. International comparison of health care carbon footprints. *Environmental Research Letters* 2019;14(6):064004.
- Piramal Critical Care Inc. Monographie de produite- Sevoflurane. Bethlehem (Pa), États-Unis 22. 2022 : juin 2022.
- Poon YY, Chang HC, Chiang MH, Hung KC, Lu HF, Wang CH, et al. "A real-world evidence" in reduction of volatile anesthetics by BIS-guided anesthesia. *Sci Rep* 2020;10(1):11245.
- Practice Greenhealth. Anesthetic gas how-to guide. A guide to climate-smart anesthesia care. 2019.
- Punjasawadwong Y, Phongchiewboon A, Bunchungmongkol N. Bispectral index for improving anaesthetic delivery and postoperative recovery. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;2014(6):CD003843.
- Satisha M, Sanders GM, Badrinath MR, Ringer JM, Morley AP. Introduction of bispectral index monitoring in a district general hospital operating suite: a prospective audit of clinical and economic effects. *Eur J Anaesthesiol* 2010;27(2):196-201.
- Shelton C, Barker K, Winter Beatty J. Efficiency of inhaled anaesthetic recapture in clinical practice. Comment on *Br J Anaesth* 2022; 129: e79-81. *Br J Anaesth* 2022;129(5):e114-e6.
- Sherman J, Aggarwal S, Berkow L, Betz F, Chesebro B, Dixit V, et al. Greening the Operating Room and Perioperative Arena: Environmental Sustainability in Anesthesia Practice. *American Society of Anesthesiologists*; 2023.
- Smith A et Severn M. CADTH Horizon Scan. Reducing the Environmental Impact of Clinical Care. *Canadian Journal of Health Technologies*; 2023.
- Smith C, Nicholls ZRJ, Armour K, Collins W, Forster P, Meinshausen M, et al. The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity Supplementary Material. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment

- Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change éd 2021. 2021.
Disponible à :
https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter07_SM.pdf.
- Snowden C. et Swart M. Anaesthesia and Perioperative Medicine. GIRFT Programme National Specialty Report. 2021. Disponible à :
https://www.cpoc.org.uk/sites/cpoc/files/documents/2021-10/GIRF_APOM_Report_Sep2021.pdf.
- Sondekoppam RV, Narsingani KH, Schimmel TA, McConnell BM, Buro K, Ozelsel TJ. The impact of sevoflurane anesthesia on postoperative renal function: a systematic review and meta-analysis of randomized-controlled trials. *Can J Anaesth* 2020;67(11):1595-623.
- Sulbaek Andersen MP, Nielsen OJ, Sherman JD. Assessing the potential climate impact of anaesthetic gases. *Lancet Planet Health* 2023;7(7):e622-e9.
- Tanguay C, Penfornis S, Métra A, Bédard S, Mathews S, Bussièrès J-F. Exposition professionnelle aux gaz anesthésiques pour inhalation - Partie 1. Bulletin d'information toxicologique Institut National de Santé Publique du Québec; 2012. Disponible à : <https://www.inspq.qc.ca/toxicologie-clinique/exposition-professionnelle-aux-gaz-anesthésiques-pour-inhalation-partie-1#:~:text=L'exposition%20professionnelle%20aux%20gaz%20anesth%C3%A9siques%20pour%20inhalation%20comprend%20des,des%20risques%20d'effets%20neurocomportementaux>. (consulté le 28 septembre 2023).
- Tchala Vignon Zomahoun H et Nha Hong Q. Lignes directrices de revues rapides. Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (INESSS); 2023. Disponible à :
https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/Demarche/INESSS_Lignes_directrices_revues_rapides_2023.pdf.
- The Shift Project. Décarboner la santé pour soigner durablement, 2023.
- Tyndall Jess. AACODS Checklist. Flinders University; 2010. Nov 2020. Disponible à :
https://dspace.flinders.edu.au/xmlui/bitstream/handle/2328/3326/AACODS_Checklist.pdf;jsessionid=033717B9674D1B6789BA829F099C8D33?sequence=4.
- Van Noord BA, Lee J, Zhang YP, Lumb P, Zelman V, Bilotta F, Ayrian E. Anesthetic maintenance with propofol infusion is less expensive per minute of surgery than sevoflurane or desflurane. *Anaesth Pain & Intensive Care* 2013;17(3):248-51.
- Weinberg L, Story D, Nam J, McNicol L. Pharmacoeconomics of volatile inhalational anaesthetic agents: an 11-year retrospective analysis. *Anaesthesia and intensive care* 2010;38(5):849-54.
- Welte R, Feenstra T, Jager H, Leidl R. A decision chart for assessing and improving the transferability of economic evaluation results between countries. *Pharmacoeconomics* 2004;22(13):857-76.

- White SM, Shelton CL, Gelb AW, Lawson C, McGain F, Muret J, Sherman JD. Principles of environmentally-sustainable anaesthesia: a global consensus statement from the World Federation of Societies of Anaesthesiologists. *Anaesthesia* 2022;77(2):201-12.
- Williams S, Paquin-Lanthier G, Perret L. Cost-effectiveness of greenhouse gas emission reductions with desflurane and sevoflurane waste gas recovery: A computer simulation study. *European Journal of Anaesthesiology and Intensive Care* 2023;2(6):e0040.
- Wong J, Song D, Blanshard H, Grady D, Chung F. Titration of isoflurane using BIS index improves early recovery of elderly patients undergoing orthopedic surgeries. *Can J Anaesth* 2002;49(1):13-8.
- Zuegge KL, Bunsen SK, Turner CR, Ward RC, Rusy DA. In Response. *Anesthesia & Analgesia* 2019a;128(6):e121-e2.
- Zuegge KL, Bunsen SK, Volz LM, Stromich AK, Ward RC, King AR, et al. Provider Education and Vaporizer Labeling Lead to Reduced Anesthetic Agent Purchasing With Cost Savings and Reduced Greenhouse Gas Emissions. *Anesth Analg* 2019b;128(6):e97-e9.

ANNEXE I

Méthodologie détaillée

La méthodologie proposée pour réaliser ces travaux respecte les normes de qualité de l'INESSS. Les différentes sources d'information qui ont été utilisées pour répondre à chacune des questions d'évaluation sont résumées dans le [tableau I-1](#).

Tableau I-1 Sources d'information pour chacune des questions d'évaluation et type de revue de la littérature à réaliser par dimension (lorsqu'applicable)

| Source d'information selon la méthodologie planifiée | | Dimension SOCIOCULTURELLE | Dimension CLINIQUE | Dimension ORGANISATIONNELLE | Dimension ÉCONOMIQUE |
|--|--|---------------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------|
| Données scientifiques, information, positions et recommandations | Revue systématique (RS), essai comparatif à répartition aléatoire, études de cohorte, études descriptives, études qualitatives (p. ex. Delphi) | RN | C | RN | RR |
| | Revue narrative ¹ de la littérature, opinions/critiques sur les stratégies mises en œuvre pour une pratique écoresponsable en anesthésie, étude de modélisation sur l'objet des travaux | RN | RN | RN | RN |
| | Documents d'agences réglementaires (p. ex. FDA, EMA, MHRA, TGA), d'agences d'évaluation des technologies en santé, de sociétés savantes, de ministères ou départements de santé (p. ex. NHS) avec des engagements, des lignes directrices, des appels à l'action, des positions, des recommandations ou des directives cliniques, organisationnelles/institutionnelles ou stratégiques | RR | RR | RN | RR |
| | Ouvrages de référence médicale (p. ex. UpToDate, ouvrage de référence médicale en anesthésiologie), sources tertiaires en pharmacologie | | C | | |
| Données et éléments contextuels | Listes de médicaments de la RAMQ, médicaments et dispositifs/technologies homologués par Santé Canada, monographies canadiennes | X | X | X | |
| | Documents de ministères et d'organismes gouvernementaux et paragouvernementaux, établissements du réseau de la santé et des services sociaux du Québec, Légis Québec, ordres, fédérations et associations professionnels, INESSS, UETMIS, IPAM, ACMTS | X | | X | X |
| | Données provenant de fichiers ou de registres du MSSS, du CAG, de grossistes en pharmacie, de pharmacies d'hôpital, de services de génie biomédical dans les hôpitaux | | | X | X |

| Source d'information selon la méthodologie planifiée | | Dimension SOCIOCULTURELLE | Dimension CLINIQUE | Dimension ORGANISATIONNELLE | Dimension ÉCONOMIQUE |
|--|--|---------------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------|
| | Formulaires de requête pour des médicaments, interface graphique de logiciels de pharmacies d'hôpital, de gestion des stocks ou de gestion des blocs opératoires | | | X | |
| Perspectives parties prenantes | Médias québécois (articles de presse, entrevues, opinion, etc.) en lien avec l'objet des travaux | C | C | C | C |
| | Consultation des parties prenantes ² | X | X | X | X |

Abréviations et acronymes : ACMTS : Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé; ASPC : Agence de santé publique du Canada; C : sources servant davantage à alimenter les discussions avec les parties prenantes; CAG : Centre d'acquisitions gouvernementales; EMA : Agence européenne des médicaments; ETS : évaluation des technologies en santé; FDA : Food and Drug Administration; INSPQ : Institut national de santé publique du Québec; IPAM : Institut de la pertinence des actes médicaux; MHRA : Medicines and Healthcare products Regulatory Agency; MSSS : ministère de la Santé et des Services sociaux; NHS : National Health Service; RAMQ : Régie de l'assurance maladie du Québec; RN : revue narrative; RR : revue rapide; RS : revue systématique *de novo*; RRS : revue de revues systématiques; TGA : Therapeutic Goods Administration; UETMIS : Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé; X : source analysée et considérée dans la triangulation des données et la formulation de recommandations.

1. Selon la définition de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), une revue narrative se définit comme étant une revue ayant pour objectif de « *présenter un état de connaissances, une synthèse, une information de base ou une vue d'ensemble de la littérature scientifique publiée sur un sujet spécifique* » [Framarin et Déry, 2021].

2. Les parties prenantes incluent les informateurs clés (y compris les répondants au questionnaire envoyé aux établissements d'intérêt au Canada et à l'international), les membres du comité consultatif, les membres du comité délibératif permanent, les lecteurs externes.

Méthodes de synthèse de la littérature scientifique

Type de revue de la littérature

Revue rapide de la littérature scientifique à partir de publications répertoriées dans diverses sources dont la littérature grise, et selon les normes de l'INESSS [Tchala Vignon Zomahoun et Nha Hong, 2023], et revues narratives [Framarin et Déry, 2021] comme mentionné dans le [tableau I-1](#).

Sources de données et stratégie de repérage de la littérature

Le repérage de la littérature a été mené par une conseillère en information scientifique (bibliothécaire) en collaboration avec l'équipe de projet. Les bases de données bibliographiques MEDLINE, Embase et EBM Reviews (Cochrane Central Register of Controlled Trials) ont été interrogées en novembre 2023 en tenant compte des concepts suivants : anesthésie, agents halogénés, protoxyde d'azote, sévoflurane et desflurane. Les résultats ont été limités aux documents publiés en anglais ou en français de 2018 à 2023. D'autres sources spécialisées, dont des sources de littérature grise, ont été consultées par la conseillère en information scientifique (sites Web d'agences en évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé et en services sociaux). La conseillère en information scientifique affectée au projet a élaboré, en collaboration avec l'équipe de projet, la stratégie de repérage dans les sources de données susmentionnées. Ce processus a été itératif afin d'optimiser la recherche documentaire. La recherche de la littérature scientifique dans les bases de données a été documentée par la conseillère en information scientifique. Une recherche manuelle de la littérature grise a aussi été effectuée de façon indépendante par deux professionnels scientifiques en consultant les sites Web d'autres agences et organismes d'évaluation des technologies de la santé, de sociétés savantes en anesthésiologie, d'organisations militant pour des soins de santé à faible empreinte carbone, ainsi que ceux d'organismes gouvernementaux ou paragouvernementaux internationaux, d'associations ou d'ordres professionnels en lien avec la thématique des travaux. Seuls les sites Web d'agences d'évaluation des technologies en santé (ETS) et d'autres organismes établis dans des pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques et dont les revenus, le réseau de la santé, la population et la pratique clinique ont des similitudes avec ceux du Canada ont été consultés (p. ex. États-Unis, Australie, Nouvelle-Zélande, Belgique, France, Espagne, Suisse, Royaume-Uni (incluant l'Écosse), Japon).

Les moteurs de recherche Google, Google Scholar et Trip database ont aussi été utilisés pour trouver d'autres publications d'intérêt, y compris des analyses d'impact environnemental selon le cycle de vie, budgétaire ou d'efficacité. Des mots clés tenant compte des concepts suivants : anesthésie, agents halogénés, protoxyde d'azote, sévoflurane et desflurane, ont été utilisés. Les titres des 20 premières notices issues des recherches manuelles ont été examinés pour repérer tous documents pertinents.

Des ouvrages de référence médicale (p. ex. Manuel Merck, Wikimédecin, UpToDate) et des sources tertiaires en pharmacologie ont aussi été consultées, de même que des ouvrages de référence en anesthésiologie.

Aucun rapport publié d'unités d'évaluation des technologies en santé (UETMIS) d'établissement québécois en lien avec la thématique des travaux n'a été répertorié.

Une recherche manuelle sur les sites Web des fabricants et du site Web Coherent Market Insights a été effectuée par un seul professionnel scientifique.

Enfin, les listes de références des publications retenues ont été parcourues afin de répertorier d'autres documents pertinents (méthode « boule de neige »).

La stratégie élaborée pour chacune des bases de données bibliographiques ainsi que la liste des autres sources consultées se trouvent dans le document des *Annexes complémentaires* de l'avis.

Processus de mise à jour de repérage de la littérature et vigie informationnelle

Pour les revues rapides, les sites Web d'agences d'ETS ciblés, d'agences ou de ministères de la Santé de provinces canadiennes, ou de pays présentant des similitudes avec le Canada et ayant légiféré ou s'étant positionnés sur l'objet des travaux, et ceux de sociétés savantes spécialisées en anesthésiologie ont été consultés. Cette vigie, effectuée pendant l'étape de la validation externe, a permis de repérer de nouveaux documents depuis la recherche systématique de la littérature réalisée au début du projet, ou des mises à jour de documents retenus. Aucune mise à jour de la recherche systématique de la littérature, initialement réalisée en novembre 2023 dans les bases de données par une conseillère en information, n'a été effectuée avant sa publication.

Critères de sélection de la littérature

La sélection des documents repérés par la recherche systématique de la littérature scientifique a été effectuée par un professionnel scientifique, à partir des critères d'inclusion et d'exclusion établis ci-dessous (tableaux [I-2](#) et [I-3](#)), par la lecture des titres et résumés. Un deuxième professionnel scientifique a sélectionné 50 % des documents à partir de la lettre A selon l'ordre alphabétique des notices présentes dans le logiciel bibliographique Endnote. Pour l'inclusion et l'exclusion des articles à partir des textes intégraux, deux professionnels ont effectué le tri en parallèle. L'avis d'une troisième personne a été requis pour un seul document initialement retenu. Dans le cas de publications multiples, seule la version la plus récente a été retenue pour analyse.

Pour les documents repérés par la recherche manuelle et par la méthode « boule de neige », un professionnel scientifique a effectué la sélection par la lecture des titres et résumés, puis des textes intégraux à partir des mêmes critères. Un deuxième professionnel scientifique a contre-vérifié 100 % des documents inclus.

Au stade de la sélection à partir de la lecture des textes intégraux, la raison d'une exclusion a été inscrite dans un tableau. Un diagramme de flux selon le modèle de PRISMA, illustrant le processus de sélection des documents retenus pour les revues rapides, a été rempli. Les publications retenues pour les revues narratives n'y ont pas été répertoriées.

Pour certaines revues narratives, quelques critères d'inclusion et d'exclusion ont été préétablis ([tableau I-2](#)). La sélection d'articles phares repérés à partir de la lecture des titres et résumés des publications scientifiques, recensées lors de la recherche systématique de la littérature, de la recherche manuelle ou par la méthode « boule-de-neige », s'est basée sur le jugement d'un professionnel scientifique. Elle n'a pas été contrevalidée par une deuxième personne.

Tableau I-2 Critères d'inclusion et d'exclusion des documents aux fins de revues rapides et narratives – Considérations pharmacologiques et environnementales, dimensions clinique, socioculturelle et organisationnelle

| Critères d'inclusion | |
|---|--|
| POPULATION | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Populations adulte et pédiatrique assujetties à une anesthésie générale lors d'une chirurgie |
| INTERVENTION D'INTÉRÊT (aspects à documenter) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anesthésie générale inhalée par sévoflurane (ou isoflurane) comparativement au desflurane – aspects et enjeux cliniques et organisationnels ▪ Utilisation ou non-utilisation du protoxyde d'azote lors des anesthésies générales au bloc opératoire – aspects et enjeux cliniques et organisationnels ▪ Options de rechange cliniques, stratégies organisationnelles et/ou de soutien à l'implantation pour réduire l'empreinte carbone de l'anesthésie générale inhalée ▪ Considérations à l'égard de l'empreinte carbone des produits et de leur impact environnemental |
| PROFESSIONNELS À QUI S'ADRESSENT LES TRAVAUX | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anesthésiologiste ▪ Inhalothérapeute/infirmière au bloc opératoire ▪ Décideurs/gestionnaires |
| OBJECTIFS VISÉS (outcome) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Réduire l'empreinte carbone de l'anesthésie générale inhalée par des options de rechange cliniques et/ou organisationnelles |
| CONTEXTE CLINIQUE D'INTERVENTION (health care setting and context) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bloc opératoire |
| TYPE DE PUBLICATION | <p>Revue rapide</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Guides de bonnes pratiques cliniques, consensus d'experts, conférences consensuelles, lignes directrices, appels à l'action, rapport d'ETS ou tout autre document présentant des recommandations, des positions ou des directives – les pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques et |

| Critères d'inclusion | |
|--|---|
| | <p>dont les revenus, le réseau de la santé, la population et la pratique clinique ont des similitudes avec ceux du Canada seront consultés (p. ex. États-Unis, Australie, Nouvelle-Zélande, Belgique, France, Espagne, Suisse, Royaume-Uni (incluant l'Écosse), Japon).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Étude économique, avec ou sans modélisation <p>Publications exclues des revues rapides, mais considérées pour les revues narratives</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Revues systématiques, ECRA, études de cohorte, études descriptives, étude de cas, série de cas, études qualitatives, revue narrative ▪ Évaluation et examen des impacts sur l'environnement de stratégies mises en place (expérience locale, nationale et étrangère d'hôpitaux), enquête (barrières, facilitateurs) ▪ Lettre d'opinion, lettre à l'éditeur, commentaires |
| ANNÉES DE PUBLICATION | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 2018-2024 |
| LANGUE | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anglais, français |
| Critères d'exclusion des revues rapides | |
| POPULATION | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sans objet |
| INTERVENTION D'INTÉRÊT | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Salles d'accouchement ▪ Dentisterie hors hôpital ▪ Anesthésie locale, locorégionale, par hypnose ▪ Autres médicaments de l'anesthésie (ex. : remifentanyl, rocuronium, midazolam, fentanyl, remimazolam, sugammadex) ▪ Procédure/technique chirurgicale ou diagnostique (p. ex. endoscopie) sans égard aux agents anesthésiques inhalés ▪ Intubation, sédation, analgésie sans égard aux agents anesthésiques inhalés |
| MILIEU ET CONTEXTE D'INTERVENTION | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Documents dont les recommandations sont ciblées pour des pays dont le réseau de la santé, la population, le niveau socioéconomique et les pratiques cliniques sont très différents de ceux du Québec |
| TYPE DE PUBLICATION | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Documents reprenant des recommandations d'un autre document retenu ▪ Documents dont les recommandations reposent sur des recommandations de GPC obsolètes (publiés en deçà de 2019 et dont des mises à jour sont disponibles) ▪ Résumé de conférence |

Tableau I-3 Critères d'inclusion et d'exclusion des documents aux fins de la revue rapide de la littérature économique

| Critères d'inclusion | |
|---|---|
| POPULATION | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pédiatrique ▪ Adulte ▪ Aînés ▪ Femmes enceintes / allaitantes |
| INTERVENTION D'INTÉRÊT (aspects à documenter) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anesthésie générale avec des agents inhalés (desflurane, sévoflurane, isoflurane, N₂O) et TIVA avec propofol + opioïde à courte durée d'action |
| PROFESSIONNELS À QUI S'ADRESSENT LES TRAVAUX | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anesthésiologiste ▪ Gestionnaire ▪ Décideurs ▪ Inhalothérapeutes ▪ Chirurgiens |
| OBJECTIFS VISÉS (outcome) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rapport coûts-utilité incrémental, rapport coûts-efficacité incrémental, rapport coûts-bénéfices incrémental |
| CONTEXTE CLINIQUE D'INTERVENTION (health care setting and context) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bloc opératoire |
| TYPE DE PUBLICATION | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Évaluations économiques (devis : analyse coût-utilité, coût-efficacité ou coûts-bénéfices) ▪ Commentaires, lettre d'opinion, lettre à l'éditeur |
| ANNÉE DE PUBLICATION | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 2010-2024 |
| LANGUE | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anglais, français |
| Critères d'exclusion | |
| POPULATION | s.o. |
| INTERVENTION D'INTÉRÊT (aspects à documenter) | Soins intensifs Dentisterie Anesthésies locales Anesthésies régionales Salle accouchement |
| MILIEU ET CONTEXTE D'INTERVENTION | Aspects économiques qui ne concernent pas le bloc opératoire |
| TYPE DE PUBLICATION | Évaluations économiques avec devis de type analyse de coûts |

Évaluation de la qualité méthodologique

Après une phase pilote concluante portant sur quelques publications incluses, l'évaluation de la qualité des documents sélectionnés a été effectuée par un professionnel scientifique à l'aide des outils d'évaluation énumérés ci-dessous. Un deuxième professionnel a évalué la qualité méthodologique de l'ensemble des publications. Toute discordance a été discutée entre les deux professionnels scientifiques. Aucun arbitrage par une troisième personne n'a été nécessaire.

Les guides de pratique clinique ont été évalués à l'aide de la grille *Appraisal of Guidelines for Research & Evaluation* (AGREE II) [Brouwers *et al.*, 2012].

Pour les appels à l'action relatifs à des pratiques cliniques plus respectueuses de l'environnement ou tous autres documents avec des positions ou des recommandations organisationnelles, institutionnelles ou stratégiques, leur crédibilité scientifique a été appréciée par deux personnes de façon indépendante avec la liste de vérification AACODS (*Authority, Accuracy, Coverage, Objectivity, Date and Significance*) [Tyndall Jess, 2010].

Les études économiques ont été évaluées, par deux personnes, avec une adaptation de l'outil d'évaluation de la qualité méthodologique de la grille de Drummond et ses collaborateurs [2015] et de la Haute Autorité de Santé (HAS) [2020], ainsi qu'une adaptation de l'outil de Welte et ses collaborateurs [2004].

La qualité méthodologique des ouvrages de référence médicale ou des sources tertiaires en pharmacologie n'a pas été évaluée, tout comme les publications scientifiques retenues pour réaliser les revues narratives descriptives.

Les résultats de l'évaluation de la qualité méthodologique des documents retenus à l'étape de la sélection à partir de leur lecture ont été rapportés dans les *Annexes complémentaires* de l'avis.

Extraction

Pour les documents avec recommandations cliniques, seuls ceux dont la qualité méthodologique a été jugée acceptable, basée sur le domaine de la rigueur scientifique de l'outil d'évaluation AGREE II (*Appraisal of Guidelines for Research and Evaluation*), ont été retenus pour l'extraction et l'analyse. De l'information et des recommandations cliniques de documents dont la qualité méthodologique a été jugée moins acceptable, mais dont la crédibilité scientifique semblait indéniable ont été extraites dans le cas où aucun autre document de meilleure qualité méthodologique disponible n'avait été repéré pour répondre à une des questions d'évaluation (p. ex. traitant d'une population particulière ou d'une intervention à considérer dans les travaux), ou encore si le document provenait d'une société savante canadienne.

L'extraction a été effectuée par un professionnel à l'aide de tableaux d'extraction préétablis et préalablement testés sur quelques documents afin d'en assurer la validité. Les extractions ont entièrement été contrevérifiées par un deuxième professionnel.

Par ailleurs, les informations et recommandations cliniques tirées d'ouvrages de référence médicale, de sources tertiaires en pharmacologie et de toutes autres publications scientifiques retenues pour les revues narratives n'ont pas fait l'objet d'une extraction dans des tableaux à moins qu'une analyse critique fût planifiée (p. ex. données de modélisation de l'impact environnemental, données économiques). Le cas échéant, l'extraction a été faite par un professionnel scientifique, puis validée par une deuxième personne.

Analyse et synthèse

Pour les revues rapides, une courte synthèse des documents retenus aux étapes de la sélection et de l'appréciation de la qualité méthodologique ou de leur crédibilité scientifique a été effectuée par un professionnel scientifique, puis validée par un second. Aucun document avec recommandations n'a été exclu sur la base d'une qualité méthodologique jugée inacceptable.

Dans un deuxième temps, un professionnel scientifique a procédé à une analyse critique des documents retenus pour la réalisation des revues rapides et pour repérer les similarités et différences entre les informations, les recommandations, les données scientifiques extraites et les caractéristiques distinctives des études. L'ensemble a été résumé dans une synthèse narrative en tenant compte de la qualité méthodologique des documents (p. ex. rigueur d'élaboration, indépendance éditoriale) et en exposant les limites et incertitudes associées à ces résultats. La transférabilité des résultats provenant des évaluations économiques a été évaluée à partir d'une adaptation de la grille développée par Welte et ses collaborateurs [2004]. La force des recommandations extraites des guides de pratique clinique et lignes directrices ainsi que la qualité de la preuve scientifique qui appuie ces recommandations ont été précisées lorsque disponibles. Ces analyses et synthèses ont été validées par une deuxième personne.

Le contenu des publications d'intérêt retenues pour les revues narratives a été analysé par un professionnel scientifique puis résumé dans une synthèse narrative en tenant compte de la crédibilité scientifique des documents et en exposant les limites et incertitudes associées à ces résultats. Cette synthèse n'a pas été validée par une deuxième personne à moins qu'une analyse critique fût planifiée (p. ex. données de modélisation de l'impact environnemental, données économiques).

Aucune analyse ni synthèse des informations et recommandations cliniques tirées d'ouvrages de référence médicale et de sources tertiaires en pharmacologie n'a été effectuée. Le contenu de ces sources a davantage servi à alimenter les discussions avec les parties prenantes.

Méthode de synthèse des données et éléments contextuels

Les éléments contextuels peuvent, entre autres, inclure des lois, règlements, normes, programmes, services pour la population ou les personnes atteintes d'une maladie, services de télésanté, soins virtuels, outils cliniques élaborés par des établissements québécois, critères de remboursement propres au Québec ou au Canada, statistiques ou données de santé. La collecte de ces informations a servi notamment à documenter des aspects des dimensions socioculturelle, populationnelle, organisationnelle et économique.

Lois, règlements, normes, programmes, plans d'action, répertoires, critères de remboursement propres au Québec ou au Canada

Type de revue de la littérature

Revue narrative de la littérature [Framarin et Déry, 2021].

Sources de données et stratégie de collecte

Une recherche manuelle a été effectuée par un professionnel scientifique en consultant les sites Web des gouvernements fédéral, territoriaux et provinciaux, d'agences d'ETS canadiennes, de regroupements, de communautés de pratique ou de sociétés savantes spécialisées dans le domaine des travaux, ou encore ceux d'associations, de fédérations et d'ordres professionnels du Québec et du Canada.

La disponibilité et le statut des médicaments au Canada ont été vérifiés via le [site Web de Santé Canada](#), y compris la page Web des [pénuries de médicaments](#). De même, la [Liste de médicaments](#) – Établissement du régime général d'assurance médicaments du Québec a aussi été consultée. Les monographies officielles homologuées par Santé Canada ont été consultées par le biais de la base de données sur les produits pharmaceutiques de Santé Canada ou, à défaut, par l'*electronic Compendium of Pharmaceuticals and Specialties* (e-CPS).

Des données canadiennes ou québécoises sur l'utilisation des agents anesthésiques halogénés ont été recherchées à partir de sites Web ou dans des documents gouvernementaux ou paragouvernementaux.

Les UETMIS d'établissements québécois ont été contactées en septembre 2023, mais aucune évaluation en cours en lien avec la thématique des travaux n'a été repérée. De même, aucun rapport publié d'UETMIS, de l'Institut de la pertinence des actes médicaux (IPAM) et du [Programme de gestion thérapeutique des médicaments](#) (PGTM) portant sur la thématique des travaux n'a été repéré.

Les lois, les orientations gouvernementales, les stratégies et les plans d'action en lien avec le développement durable en santé et les acquisitions écoresponsables ont aussi été recherchés pour documenter la dimension socioculturelle.

Extraction

À l'exception des informations relatives aux critères de remboursement ou de celles tirées des monographies, aucune extraction dans un tableau n'a été effectuée pour les autres aspects documentés servant à contextualiser l'information ou les recommandations tirées des documents retenus aux fins d'analyse. Le cas échéant, l'extraction a été effectuée par un professionnel scientifique à l'aide de tableaux d'extraction préétablis. Les extractions n'ont pas été vérifiées par un deuxième professionnel.

Analyse et synthèse

Une analyse des renseignements pertinents relatifs aux éléments contextuels à documenter a été effectuée en soulignant les similitudes et les divergences entre les différentes sources d'information. Les éléments contextuels pertinents pour les travaux ont ensuite été synthétisés de façon narrative par un professionnel scientifique puis vérifiés par une deuxième personne.

Statistiques de santé, données de registres du MSSS ou d'autres organismes gouvernementaux ou paragouvernementaux

Stratégie de repérage et de collecte

Une recherche manuelle sur les sites Web du Centre d'acquisitions gouvernementales (CAG), des grossistes et des fabricants a été effectuée par un seul professionnel scientifique. Une demande a été faite pour obtenir des données de registre auprès du CAG et des directions de la qualité, évaluation, performance et éthique (DQEPE) des établissements de santé. Les membres du comité consultatif ont aussi été sollicités afin de transmettre à l'INESSS toutes données d'intérêt disponibles.

Extraction des informations

L'extraction des informations a été faite par un professionnel scientifique et n'a pas été validée par un deuxième professionnel.

Analyse et synthèse

Après analyse, une synthèse narrative a été effectuée, en soulignant les similitudes et les divergences entre les différentes sources et en exposant les limites et incertitudes associées à ces résultats.

Données clinico-administratives

Outre les intrants pour l'analyse d'impact budgétaire décrits ci-dessous, aucune donnée clinico-administrative n'a été analysée pour ces travaux en raison des limites associées aux banques de données auxquelles l'INESSS a accès (aucune information sur les anesthésiques utilisés selon la chirurgie/procédure effectuée). Un portrait complet de l'utilisation clinique des différents produits n'a donc pas été réalisé.

Méthodes d'analyse économique

Sources de données et variables d'intérêt

Les résultats de l'analyse critique de la revue de la littérature économique et l'information économique recueillie à partir de données contextuelles ont alimenté les analyses économiques. Conjointement à l'analyse critique de la littérature repérée, une analyse coûts-bénéfices a été réalisée afin d'évaluer l'efficacité des agents halogénés étudiés. Cette analyse compare les coûts des interventions à leurs potentiels bénéfiques en termes de CO₂ évité. Les coûts considérés incluent principalement ceux liés à l'acquisition des agents. Aucune analyse n'a été réalisée pour évaluer l'efficacité du protoxyde d'azote au bloc opératoire.

L'impact budgétaire lié à l'usage optimal des agents halogénés au bloc opératoire a par ailleurs été évalué. Dans l'analyse réalisée, le différentiel de coûts sur trois ans entre deux scénarios, soit le scénario actuel et le nouveau scénario, a été calculé. L'analyse a été réalisée selon la perspective du MSSS (établissements de santé), et ainsi seuls les coûts directs d'acquisition des agents anesthésiques et de l'équipement nécessaire à leur utilisation ont été considérés. Les externalités liées au CO₂ (coûts associés à la pollution) ont été exclues. Les données actuellement disponibles ne permettant pas d'évaluer le portrait actuel d'utilisation du protoxyde d'azote dans les blocs opératoires québécois, une analyse d'impact budgétaire lié à l'usage optimal de cet agent n'a pas pu être réalisée.

Les intrants inclus dans les analyses économiques, notamment les coûts précédemment énumérés ainsi que les volumétries actuelles et potentielles dans les analyses d'impact budgétaire, ont été estimés à partir des données clinico-administratives d'établissements et des informations fournies par le Centre d'acquisitions gouvernementales. Les caractéristiques cliniques des agents ainsi que leur potentiel de réchauffement global ont été issus de la littérature.

Extraction et manipulation des données

L'extraction et la manipulation des données (calculs d'efficacité, d'impact budgétaire) ont été effectuées par une professionnelle scientifique. L'extraction n'a pas été validée par un autre professionnel scientifique alors que les manipulations et les calculs mathématiques l'ont été.

Analyse et synthèse

Une synthèse narrative a été effectuée.

Méthodes de synthèse des différentes perspectives recueillies à partir de consultations

Différentes perspectives ont été recueillies dans le cadre de cet avis. Cette collecte permet de compléter les autres sources de données pour mieux répondre aux questions d'évaluation, puis d'apprécier différents aspects des dimensions socioculturelle, populationnelle, organisationnelle et économique importants pour le jugement de valeur. Ces échanges ont permis de comparer notamment l'information recensée dans la littérature à celle issue de la pratique clinique québécoise, de recueillir des données et savoirs expérientiels, des enjeux, des barrières et des facilitants à la mise en œuvre de différentes stratégies. Les noms des personnes consultées sont indiqués dans les pages liminaires de l'avis.

Stratégie de collecte, processus et approche pour garantir la qualité et l'intégrité de l'information recueillie

Informateurs clés

Selon la pertinence, des informateurs clés ont été consultés afin de cerner et de documenter la pratique actuelle et d'identifier les aspects de la démarche clinique, ou l'organisation des soins et services nécessitant une clarification, une précision ou une mise à jour ou comportant des enjeux sur le plan organisationnel et économique.

Pour ce projet, des consultations ponctuelles avec des pharmaciens-chefs, des directeurs et professionnels de directions de la qualité, évaluation, performance et éthique des établissements, des ingénieurs biomédicaux et enfin des directeurs du Centre d'acquisitions gouvernementales ont permis de recueillir différentes données relatives à la volumétrie, à la gestion des stocks, aux équipements anesthésiques et aux particularités à l'égard des contrats en cours, de même que des enjeux organisationnels qui leur sont propres.

Comité consultatif

Afin de documenter la perspective des cliniciens et de préciser les enjeux cliniques, professionnels et organisationnels en lien avec la thématique des travaux, un comité consultatif a été mis sur pied lors de la planification du projet. Il était composé de six anesthésiologistes et deux inhalothérapeutes pratiquant dans des installations ayant une mission universitaire, localisées dans des régions métropolitaines ou urbaines, et offrant notamment plusieurs types de services chirurgicaux (p. ex. chirurgie générale et digestive [y compris bariatrique], cardiaque, obstétricale-gynécologique, oto-rhino-laryngologiste, thoracique, vasculaire), chez les adultes ou les enfants. Le comité consultatif a pour mandat d'assurer la crédibilité scientifique, la pertinence clinique et de pratique et l'acceptabilité des recommandations formulées et des livrables, et ce, en fournissant de l'information contextuelle (p. ex. organisation des soins et services, trajectoire) et expérientielle, de l'expertise, des opinions sur les enjeux professionnels et

organisationnels de même que les barrières et facilitateurs à la prestation de soins et services, ou d'autres perspectives essentielles à la réalisation des travaux.

Les rencontres ont été enregistrées avec l'accord des participants. Les comptes rendus ont été rédigés par un professionnel scientifique. Ces documents indiquaient la date, le lieu, un résumé des échanges et les précisions sur le suivi à effectuer. Les comptes rendus ont été validés par les membres de l'équipe de projet présents aux rencontres puis par les membres.

Consultation d'usagers ou de citoyens

Aucune consultation de groupe avec des usagers ou des citoyens n'a été effectuée pour ce projet.

Analyse et synthèse

L'information issue des consultations avec les parties prenantes a été extraite des comptes rendus ou de la compilation des réponses obtenues par courriel par un professionnel scientifique selon des thèmes liés aux questions d'évaluation. Une portion de l'information extraite a été validée par un autre membre de l'équipe pour assurer la concordance avec ces thèmes. Ces documents ont servi de base pour étayer la perspective des parties prenantes dans l'ensemble des documents produits. Une synthèse narrative a été réalisée afin de comparer les informations tirées des différentes perspectives recueillies. Une deuxième personne s'est assurée de la justesse des propos rapportés.

Processus délibératif et formulation des recommandations

Le Comité délibératif permanent – Modes d'intervention en santé (CDP-MIS) de l'INESSS a pour responsabilité de délibérer sur la pertinence clinique des options de rechange écoresponsables aux agents anesthésiques inhalés et de valider les propositions de constats et de recommandations sur ces options en contexte québécois. Ils ont eu pour ce faire à souligner et soupeser les enjeux d'applicabilité et d'acceptabilité dans une perspective sociétale.

La formulation des recommandations repose sur l'ensemble de la preuve découlant de la triangulation des données scientifiques, des recommandations et des appels à l'action de différentes organisations au Canada et à l'international, les données et éléments contextuels et les savoirs expérientiels. Le processus a comporté plusieurs étapes de consultation et de délibération, et ce, pour chaque dimension du Cadre d'appréciation de la valeur des interventions de l'INESSS.

Cette démarche a notamment visé à déterminer et à apprécier la nature et l'ampleur des avantages et inconvénients liés aux interventions ciblées, et les retombées des changements sur les plans clinique, organisationnel et économique. Les propositions de recommandations préliminaires ont été élaborées à partir des critères présentés dans le

[tableau I-4](#). Basé sur l'ensemble de la preuve, cet outil associe le temps du verbe avec le niveau de confiance que les bénéficiaires d'adopter une recommandation excèdent les inconvénients ainsi que le degré attendu d'adoption de celle-ci.

Les membres du CDP ont délibéré sur la pertinence clinique des stratégies et des solutions de rechange aux agents anesthésiques inhalés pour diminuer l'empreinte carbone de l'anesthésie générale. Cette délibération s'est faite à l'aide de toute l'information recueillie résumée, par l'équipe de projet, dans une grille multidimensionnelle composée des dimensions de l'Énoncé de principe et des fondements éthiques de l'INESSS ([annexe IV](#)). Des constats préliminaires ont également fait l'objet de discussions avec les membres du CDP.

Tableau I-4 Formulation des recommandations

| NIVEAU DE CONSENSUS BASÉ SUR L'ENSEMBLE DE LA PREUVE | INTERPRÉTATION DES RECOMMANDATIONS | DIRECTIVE POUR LA FORMULATION DE LA RECOMMANDATION |
|--|--|---|
| <p>Le groupe de travail est certain que l'intervention ou la décision :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ est associée à une obligation légale; ✓ peut avoir des conséquences sérieuses sur la santé ou le bien-être de la population si elle n'est pas appliquée. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour la pratique L'intervention <u>doit ou ne doit pas être appliquée</u> à l'ensemble des patients, usagers ou proches aidants. ▪ Pour les décideurs publics La recommandation <u>doit ou ne doit pas être appliquée</u> à l'ensemble des situations. | <p>La recommandation est formulée comme une norme ou une obligation, en utilisant le verbe « devoir » ou le verbe à l'infinitif.</p> |
| <p>Le groupe de travail estime, avec un niveau de confiance élevé, que :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ pour la grande majorité des situations, des patients, usagers ou proches aidants, les bénéfices l'emportent sur les inconvénients ou l'inverse; ✓ l'intervention ou le choix de la décision est raisonnable dans le contexte québécois, voire efficient (coût-efficacité) – surtout pour l'introduction d'un nouveau traitement ou d'une nouvelle technologie. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour la pratique L'intervention <u>devrait ou ne devrait pas être appliquée</u> à la grande majorité des patients, usagers ou proches aidants, dans la majorité des situations. ▪ Pour les décideurs publics La recommandation <u>devrait être appliquée</u> à l'ensemble des situations. | <p>La recommandation est formulée comme une instruction directe,</p> <p>en utilisant le verbe « devoir » à la forme conditionnelle, suivi d'un verbe d'action, ou en utilisant un verbe d'action directif à l'infinitif (p. ex. prescrire, recourir, mesurer, administrer, discuter, demander).</p> |
| <p>Le groupe de travail estime, avec un niveau de confiance élevé, que :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ pour la grande majorité des situations, des patients, usagers ou proches aidants, les bénéfices l'emportent sur les inconvénients ou l'inverse; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour la pratique L'intervention <u>pourrait ou ne pourrait pas être appliquée</u> selon les circonstances cliniques, les valeurs ou les préférences des patients, usagers ou proches aidants. | <p>La recommandation est formulée comme une instruction directe,</p> <p>en utilisant le verbe « pouvoir » à la forme conditionnelle,</p> |

| NIVEAU DE CONSENSUS BASÉ SUR L'ENSEMBLE DE LA PREUVE | INTERPRÉTATION DES RECOMMANDATIONS | DIRECTIVE POUR LA FORMULATION DE LA RECOMMANDATION |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ l'intervention ou le choix de la décision est efficient (coût-efficacité) – s'applique surtout pour l'introduction d'un nouveau traitement ou d'une nouvelle technologie, mais que d'autres options d'intervention ou d'autres choix décisionnels tout aussi efficaces, mais moins dispendieux sont disponibles et peuvent être considérés. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour les décideurs publics La recommandation <u>pourrait être</u> appliquée selon le contexte organisationnel. | <p>ou en utilisant un verbe d'action subjectif (p. ex. proposer, envisager, considérer, offrir, suggérer)</p> |
| <p>Le groupe de travail estime, avec un niveau de confiance élevé, que :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ en absence de données probantes, les données expérientielles sont suffisantes pour l'élaboration d'une recommandation applicable à la plupart des patients, usagers ou proches aidants, ou à certains choix décisionnels. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour la pratique L'intervention <u>pourrait être considérée au cas par cas</u> selon les circonstances cliniques, les préférences et les valeurs des patients, usagers ou proches aidants. ▪ Pour les décideurs publics Le choix décisionnel <u>pourrait être considéré au cas par cas</u> selon le contexte organisationnel. | <p>Le verbe « considérer/envisager au cas par cas » est utilisé.</p> |

Validation par les pairs

Quatre lecteurs externes ont été invités à évaluer la pertinence du contenu et la qualité scientifique globale des travaux. Ils ont été choisis selon leur expertise, et ce, de manière à représenter les différences régionales dans un contexte de sensibilité des politiques de lutte contre le réchauffement climatique propre à chaque structure organisationnelle, l'offre de services et la clientèle usagère, ainsi que la disponibilité des plateaux techniques et des produits anesthésiques. Ces personnes ont été conviées à formuler des commentaires sur une version préliminaire de l'avis. Bien qu'ils révisent l'ensemble du contenu présenté dans les documents, les lecteurs externes ne révisent et n'approuvent pas les versions finales.

Les commentaires des lecteurs externes ont été analysés par l'équipe de projet, reproduits dans des tableaux récapitulatifs et consignés dans un espace de travail commun. Selon la nature des commentaires et la valeur ajoutée de cette perspective clinique nouvellement recueillie, les perspectives nouvelles ont été ajoutées au rapport d'avis, puis les constats ajustés. L'étape de validation externe n'a pas suscité le besoin de revalider des informations avec les membres du comité consultatif ou de moduler des recommandations avec le CDP.

Les noms et affiliations des lecteurs externes sont indiqués dans les pages liminaires du rapport.

Confidentialité et considérations éthiques

Toute information de nature personnelle ou médicale fournie par les parties prenantes consultées a été rendue anonyme afin de protéger l'identité des participants. Les membres de l'équipe de projet ainsi que toutes les parties prenantes consultées ont aussi été tenus de respecter le devoir de réserve, de confidentialité, d'intégrité et de respect dicté par l'INESSS. Chaque membre de l'INESSS et chaque collaborateur participant aux travaux, à l'exception des informateurs clés, a été invité à prendre connaissance du code d'éthique et à s'engager à le respecter.

Prévention, déclaration et gestion des conflits d'intérêts et de rôles

Toute personne appelée à collaborer, à l'exception des informateurs clés interrogés de façon ponctuelle et de manière spécifique sur les aspects précités, a dû déclarer les intérêts ou rôles d'ordres personnels, professionnels ou institutionnels susceptibles de la placer dans une situation propice au développement de conflits d'intérêts ou de rôles, comme définis dans la Politique de prévention, d'identification, d'évaluation et de gestion des conflits d'intérêts et de rôles des collaborateurs de l'INESSS. Une telle déclaration a été faite sur la base du formulaire standardisé applicable à l'INESSS. Les déclarations produites par les collaborateurs au dossier ont fait l'objet d'une évaluation par l'équipe de projet. Cette évaluation a permis de déterminer les modalités de gestion à appliquer, selon les situations déclarées. Aucune modalité de gestion des conflits d'intérêt et de rôles n'a eu besoin d'être mise en place.

ANNEXE II

Portrait québécois sommaire concernant le volume d'agents halogénés fournis au bloc opératoire

Le portrait des agents halogénés fournis aux blocs opératoires a été brossé à partir des données pour les années 2019 à 2023 transmises par 28 des 29 établissements de santé questionnés. Le [tableau II-1](#) présente les volumes de bouteilles fournies par les pharmacies d'établissements au bloc opératoire, regroupés par établissement.

Tableau II-1 Volume de bouteilles fournies par les pharmacies d'établissements entre 2019 et 2023, par agent halogéné¹

| | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| Desflurane (bouteilles de 240 ml) | 12 948 | 8 367 | 7 099 | 4 290 | 2 410 |
| Sévoflurane (bouteilles de 250 ml) | 20 296 | 19 364 | 20 754 | 20 529 | 20 706 |
| Isoflurane (bouteilles de 100 ml) | 952 | 875 | 776 | 734 | 625 |
| TOTAL | 34 196 | 28 605 | 28 628 | 25 796 | 23 563 |

¹ Ces données excluent les bouteilles de gaz halogénés fournies à l'animalerie.

Étant donné que les formats, les masses moléculaires, les concentrations et les densités sont différents selon les agents, la comparaison directe des agents en unité de bouteilles est inexacte. C'est pourquoi les volumes de bouteilles ont été convertis en nombre d'heures d'anesthésie à MAC constante de 1, en employant la formule suivante :

$$\text{Nombre d'heures d'anesthésie} = (2\,412 \times d \times f / (P \times F \times M))/60$$

où d correspond à la densité de l'agent, f correspond au format de la bouteille, P correspond à la concentration de l'agent, F correspond au débit de gaz frais et M correspond à la masse moléculaire de l'agent. Les valeurs utilisées sont présentées au [tableau 5](#) de l'avis. Un débit de gaz frais de 1 L/min, sur la base de l'opinion des parties prenantes consultées, a été considéré. Les résultats sont présentés au [tableau II-2](#).

Tableau II-2 Équivalent des volumes de bouteilles fournies en nombre d'heures d'anesthésie entre 2019 et 2023, par agent halogéné¹

| | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| Desflurane | 165 016 | 106 630 | 90 467 | 54 668 | 30 710 |
| Sévoflurane | 852 500 | 813 326 | 871 741 | 872 508 | 862 259 |
| Isoflurane | 26 529 | 24 377 | 21 605 | 20 449 | 17 412 |
| TOTAL | 1 044 045 | 944 333 | 983 814 | 947 625 | 910 381 |

¹ Ces données excluent les quantités de gaz halogénés fournies à l'animalerie.

Afin de compléter le portrait actuel des agents halogénés au Québec, l'empreinte carbone engendrée par leur utilisation a été calculée. L'équivalent CO₂, exprimé en tonnes de CO₂ produites, a été estimé à partir du nombre total d'heures d'anesthésie et de la quantité de CO₂ engendrée par heure d'anesthésie, par agent. Cette dernière a été calculée en considérant le PRG de chaque agent ([tableau 1](#) de l'avis) à partir de la formule suivante :

- Équivalent CO₂ (tonnes) par heure d'anesthésie = (((P x F x M x 60)/2412) * PRG)/(1000*1000)

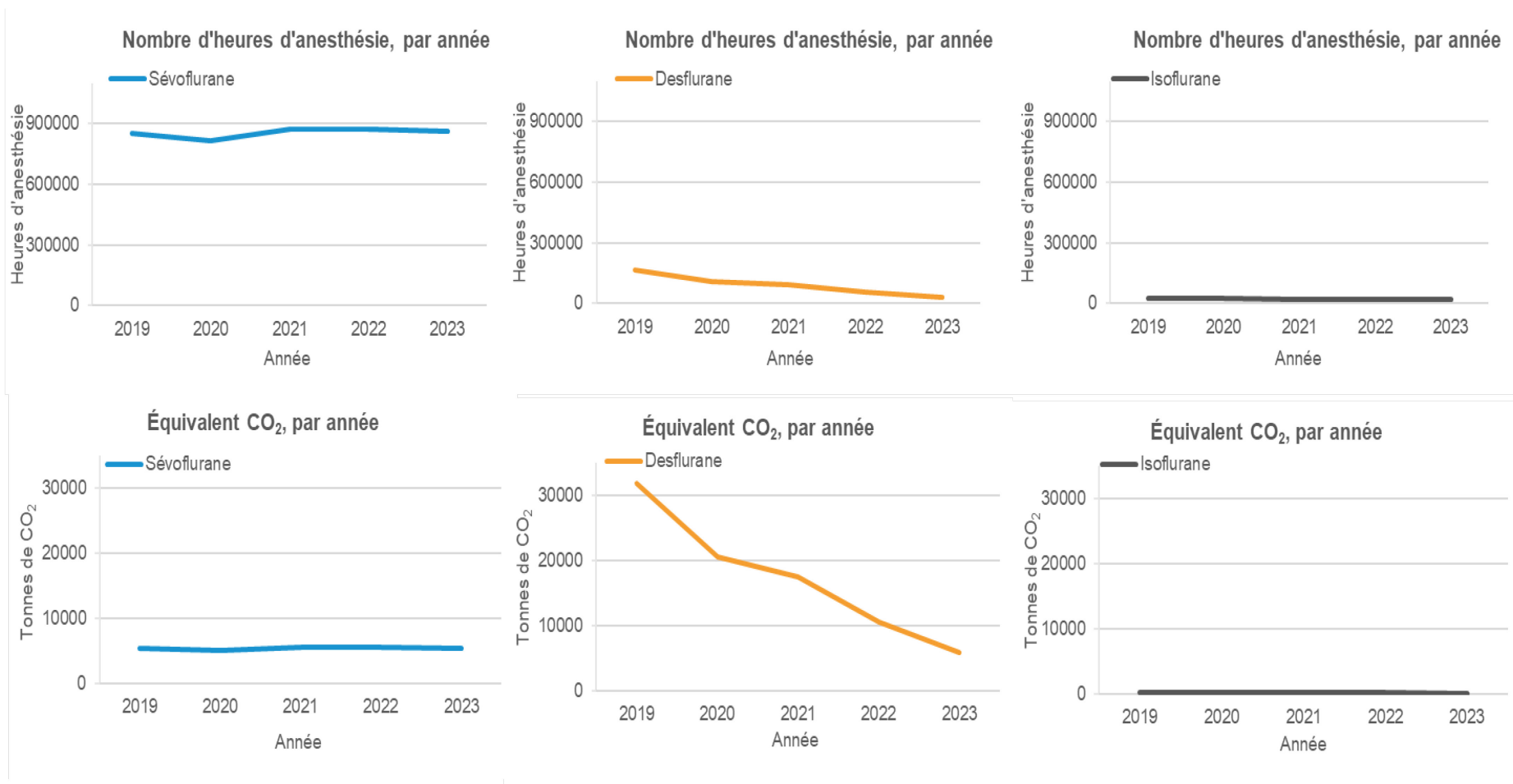
L'équivalent CO₂ associé à l'utilisation des agents halogénés au Québec entre 2019 et 2023 est présenté dans le [tableau II-3](#). La diminution du nombre d'heures d'anesthésie associées au desflurane entre 2019 et 2023 a permis de réduire l'empreinte carbone engendrée par cet agent de 80 %. Le nombre de tonnes de CO₂ total pour ces cinq années a diminué de 67 %.

Tableau II-3 Équivalent CO₂ (tonnes) engendré entre 2019 et 2023¹, par agent halogéné

| | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Desflurane | 31 959 | 20 651 | 17 521 | 10 587 | 5 948 |
| Sévoflurane | 5 361 | 5 114 | 5 482 | 5 487 | 5 422 |
| Isoflurane | 275 | 253 | 224 | 212 | 180 |
| TOTAL | 37 594 | 26 018 | 23 226 | 16 286 | 11 550 |

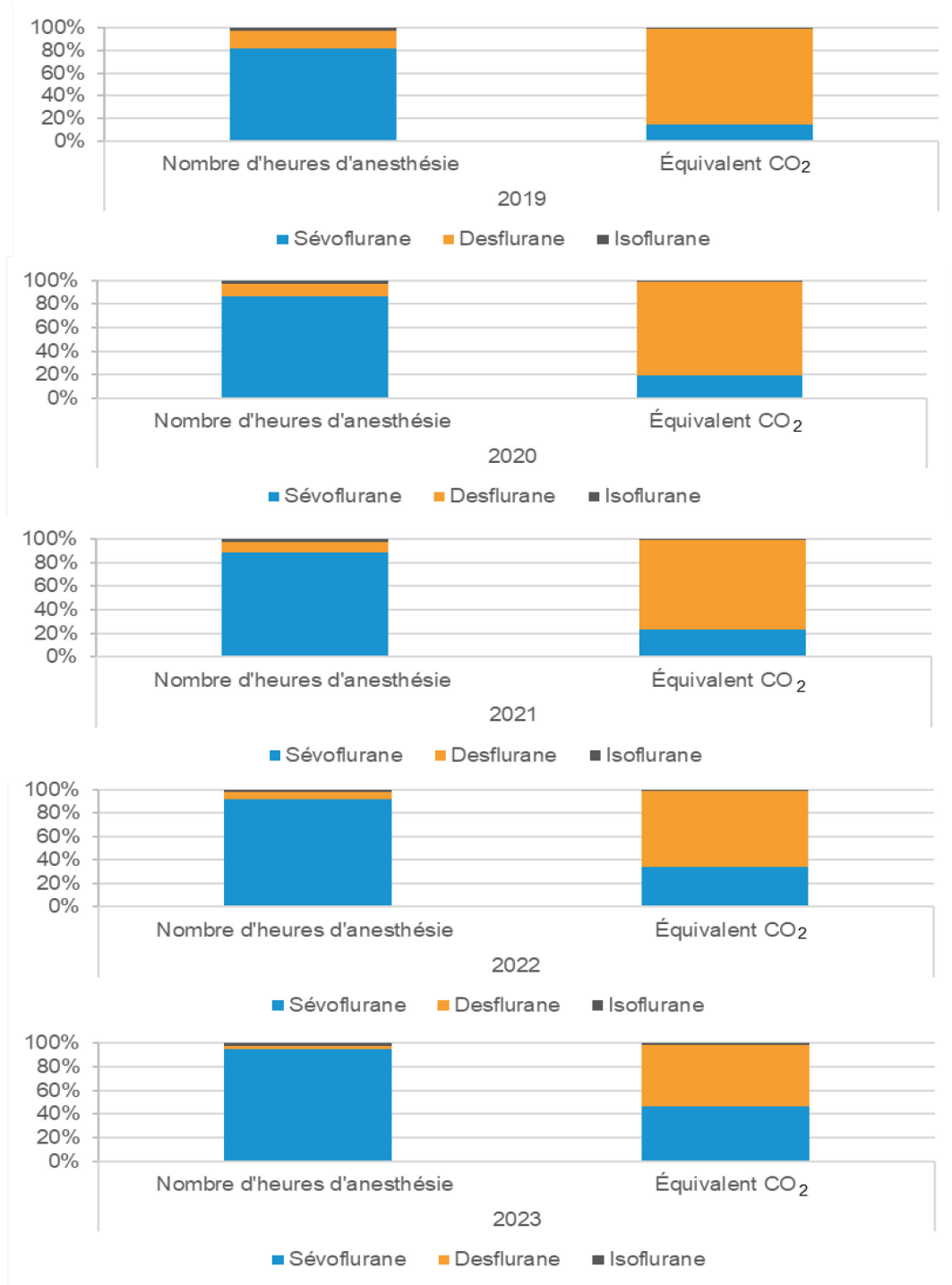
¹ Ces données excluent les quantités de gaz halogénés engendrées par l'animalerie.

Figure II-1 Nombre d'heures d'anesthésie et d'équivalent CO₂, par agent et par année



La [figure II-2](#) montre toutefois que, malgré la diminution de l'utilisation du desflurane au Québec entre 2019 et 2023, l'empreinte carbone de ce dernier demeure la plus élevée parmi les trois agents utilisés au bloc opératoire.

Figure II-2 Comparaison des proportions d'heures anesthésiques et d'équivalents CO₂ selon l'agent halogéné, par année



ANNEXE III

Analyse d'impact budgétaire

L'analyse d'impact budgétaire repose sur les intrants présentés au [tableau III-1](#). L'usage optimal des agents halogénés est défini comme une diminution progressive de l'utilisation du desflurane, avec des taux d'utilisation de cet agent sur trois ans de 6, 3 et 1 % dans le nouveau scénario. Il est supposé que le desflurane soit remplacé en totalité par du sévoflurane. La conversion des bouteilles de desflurane en bouteilles de sévoflurane est basée sur la méthodologie rapportée à l'[annexe II](#) et tient ainsi compte du format des agents, de leur concentration, de leur masse moléculaire et de leur densité. La répartition du nombre de bouteilles par agent halogéné, selon les deux scénarios projetés, est présentée au [tableau III-2](#).

Tableau III-1 Principaux intrants de l'analyse d'impact budgétaire

| PARAMÈTRES | VALEURS | SOURCE |
|--|-------------|--|
| Coût unitaire (\$/ml)* Desflurane Sévoflurane Isoflurane | ■ ■ ■ | Centre d'acquisitions gouvernementales (moyenne pondérée en fonction des quantités annuelles au contrat) |
| Volumes de bouteilles, par agent | Estimations | Projections basées sur les données fournies par les pharmacies d'établissement, entre 2019 et 2023 |
| Taux d'utilisation du desflurane, sur 3 ans, <i>nouveau scénario</i> | 5, 3, 1 % | Opinions d'experts |

* Ce coût exclut le coût des services professionnels du pharmacien et la marge bénéficiaire du grossiste.

Tableau III-2 Répartitions du nombre de bouteilles actuel et attendu sur trois ans

| | AN 1 | AN 2 | AN 3 | TOTAL |
|---|--------|--------|--------|--------|
| <i>Scénario statu quo</i> | | | | |
| Sévoflurane | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Desflurane | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Isoflurane | ■ | ■ | ■ | ■ |
| TOTAL | 23 313 | 22 822 | 22 530 | 68 665 |
| <i>Nouveau scénario : usage optimal</i> | | | | |
| Sévoflurane | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Desflurane | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Isoflurane | ■ | ■ | ■ | ■ |
| TOTAL | 22 775 | 22 338 | 21 997 | 67 109 |

ANNEXE IV

Grille délibérative multidimensionnelle soumise au Comité délibératif permanent – Modes d'intervention en santé

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|---|---|--|
| Considérations pharmacologiques et environnementales | | |
| <p><i>Particularités distinctives des différentes interventions ciblées</i></p> | <p><u>Quel est le principe d'une anesthésie?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • L'anesthésie générale permet d'opérer un patient en le rendant totalement inconscient, immobile et sans réaction physiologique aux stimuli douloureux de la chirurgie, en combinant respectivement l'usage d'un hypnotique, d'un curare et d'un analgésique. Les trois phases principales de l'anesthésie générale sont l'induction, l'entretien et le réveil. • L'anesthésie peut se faire par inhalation ou par voie intraveineuse (anesthésie intraveineuse totale avec du propofol (TIVA) ou anesthésie locorégionale). L'anesthésie locorégionale, contrairement aux autres, n'est pas une anesthésie générale. • En anesthésie générale par inhalation, les gaz anesthésiants, étant peu métabolisés par le patient, peuvent être réinhalés par ce dernier grâce à un circuit d'anesthésie dit fermé. Le CO₂ expiré par le patient est alors capté par des absorbeurs de CO₂ pour l'éliminer du circuit. Afin de maintenir une oxygénation et une profondeur d'anesthésie adéquates, un mélange d'O₂ et de gaz anesthésiant est injecté dans le circuit, ce mélange se nommant gaz frais dont le débit peut varier selon le choix de l'anesthésiste et l'équipement disponible. • L'agent anesthésiant inhalé passe des poumons au sang pour atteindre le cerveau et permettre l'anesthésie générale. <p><u>Quels sont les gaz anesthésiants?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Les agents halogénés disponibles pour l'anesthésie générale sont le sévoflurane, l'isoflurane et le desflurane dans l'ordre chronologique de commercialisation au Canada. • Le protoxyde d'azote peut être utilisé comme gaz porteur en complément d'un gaz halogéné pour accélérer la vitesse et augmenter la puissance de ces derniers. | <ul style="list-style-type: none"> • Les PRG peuvent varier avec le temps selon la composition de l'atmosphère. • L'impact environnemental selon le cycle de vie des différents produits demeure méconnu. • Les procédés chimiques de synthèse des différents agents ne sont pas pris en compte dans les calculs de l'empreinte carbone (basés seulement sur la MAC et le PRG). |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|-------------------------------------|---|--|
| | <p><u>Quelles sont les caractéristiques pharmacologiques des agents anesthésiques inhalés?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • La puissance d'un gaz anesthésiant se compare avec le paramètre de la concentration alvéolaire minimale (CAM ou MAC en anglais). Le plus puissant est l'isoflurane et le moins puissant est le desflurane, qui est environ 4 et 6 fois moins puissant que l'isoflurane et le sévoflurane, respectivement. Autrement dit, pour le même temps d'anesthésie générale, il faut plus de volume de desflurane que de sévoflurane. • La solubilité du gaz dans le sang et les tissus détermine sa diffusibilité, soit la vitesse d'induction et le temps de réveil. Plus un gaz se diffuse rapidement, plus l'induction va être rapide et plus le réveil le sera aussi. • Le protoxyde d'azote ayant une valeur de MAC de 104 %, il n'est pas considéré comme un gaz anesthésiant. <p><u>Comment se mesure l'empreinte carbone des agents inhalés?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Les gaz à effet de serre (GES) sont des gaz ayant la capacité d'absorber les rayonnements du soleil, contribuant ainsi au dérèglement climatique. • Le potentiel de réchauffement global (PRG) est un indice qui reflète le potentiel de réchauffement d'un gaz à effet de serre en tenant compte de sa stabilité dans le temps. Il est souvent exprimé sur une période de 20 (PRG20) ou 100 (PRG100) ans. Par exemple, le PRG20 du desflurane est de 7020, celui du sévoflurane est de 720 et celui de l'isoflurane est de 1930. Les valeurs de PRG100 pour le desflurane, le sévoflurane et l'isoflurane sont 2 590, 195 et 539 respectivement. Autrement dit, le desflurane a un potentiel de GES 7 020 fois plus important que le CO₂ sur une période de 20 ans et 2 590 fois plus sur 100 ans. • La durée de vie des gaz halogénés dans l'atmosphère est inférieure à 20 ans (desflurane :14,1 ans; soflurane : 3,5 ans; sévoflurane : 1,9 an). En revanche, celle du protoxyde d'azote est de 109 ans. • L'analyse du cycle de vie d'un produit est, d'un point de vue environnemental, l'ensemble des impacts environnementaux tout au long du cycle de vie du produit étudié (ce qui comprend l'extraction des ressources naturelles, la fabrication, l'emballage, le transport, l'utilisation et le | <p>L'impact environnemental des déchets générés notamment par la fabrication, ou l'élimination des produits résiduels ou périmés, y compris les contenants, demeure méconnu.</p> |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|---|---|---|
| | <p>recyclage ou l'élimination). Les données relatives au cycle de vie complet étant actuellement très limitées, seule l'analyse des émissions directes de gaz à effet de serre a été prise en compte dans cet avis.</p> <p><u>Quelles sont les caractéristiques environnementales des gaz inhalés?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Les agents halogénés, tout comme le protoxyde d'azote, sont des sources de gaz à effet de serre (GES), bien que l'impact varie d'un agent à l'autre (6^e rapport du GIEC). Le desflurane a une empreinte carbone de 30 à 40 fois plus importante que le sévoflurane sur 20 ans et de 40 à 50 fois sur 100 ans. (PRG x Volume/MAC). <p>Le protoxyde d'azote et l'isoflurane sont en plus néfastes pour la couche d'ozone.</p> | |
| Socioculturelle | | |
| <p><i>Est-ce que l'intervention s'insère dans le contexte de la société québécoise d'une façon qui favorise son évolution vers le bien commun?</i></p> <p><i>C'est-à-dire est-ce qu'elle contribue à une évolution socioculturelle axée sur le bien commun et visant la promotion des valeurs de la société québécoise?</i></p> | <p>Quels sont les éléments du contexte (historique, juridique, politique, social ou culturel) qui pourraient influencer le jugement porté sur les interventions?</p> <p>Quelles sont les positions publiques ou officielles des parties prenantes qui pourraient agir sur les interventions?</p> <p>LES ACTIONS EN MATIÈRE DE LUTTE CONTRE LES GES DES GAZ INHALÉS</p> <p><u>Dans le monde occidental :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Pour donner suite à la COP21 et à l'accord de Paris en 2015, 120 pays, dont le Canada et la province de Québec, se sont engagés pour atteindre la carboneutralité en 2050, c'est-à-dire qu'ils ne devront pas émettre plus de gaz à effet de serre qu'ils ne peuvent en absorber. Les National Health Service (NHS) d'Écosse, en 2023, et de l'Angleterre, en 2024, ont mis en place des mesures pour déclasser le desflurane comme agent anesthésique. La baisse de l'utilisation du desflurane avait commencé en Angleterre dès 2018, la part du desflurane passant de 25 % des agents halogénés à 2,5 % au début de 2023. | <ul style="list-style-type: none"> Les appels à l'action et les réglementations reposent sur une analyse incomplète du cycle de vie des agents ciblés. <p>Portrait québécois</p> <ul style="list-style-type: none"> En date du 13 mars 2024, l'INESSS n'a pas été en mesure d'obtenir des données d'achats ou des quantités prévues au |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|-------------------------------------|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • À compter de 2026, l'Union européenne interdira l'utilisation du desflurane sauf si, pour des raisons médicales, aucun autre anesthésique ne peut être utilisé. <p><u>Au Québec :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Le gouvernement du Québec s'est récemment doté d'une stratégie de développement durable pour la période 2023-2028. • Le secteur de la santé génère des émissions de GES. Au Québec, ce secteur représente 3,6 % des émissions de GES. De ce pourcentage, les gaz anesthésiants et les inhalateurs représenteraient 3 %. • Il n'existe pas de directives provinciales concernant l'utilisation de gaz halogénés dans le but de réduire l'empreinte carbone des anesthésies générales. En revanche, le MSSS vient d'introduire dans son Plan d'action de développement durable (PADD) une action – Verdir les pratiques au bloc opératoire – visant notamment la diminution des émissions de GES (tonnes éq. CO₂) associées aux gaz anesthésiants. <p><u>Position des sociétés savantes :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Les guides de pratique clinique en anesthésiologie, au Canada et à travers le monde, intègrent des lignes directrices pour la pérennité environnementale. • Dans le but de réduire l'empreinte carbone des anesthésies, les guides recommandent, entre autres, qu'à bénéfice clinique égal pour le patient, le choix de l'agent anesthésique soit guidé par son empreinte carbone. On devrait donc : <ul style="list-style-type: none"> - limiter l'usage du desflurane et le remplacer par le sévoflurane ou la voie intraveineuse; - éviter l'utilisation du protoxyde d'azote comme gaz porteur. • Si certains anesthésiologistes sont contre une interdiction formelle du desflurane, d'autres vont plus loin et souhaitent privilégier les anesthésies sans gaz halogénés ou protoxyde d'azote en utilisant des options de rechange telles que l'anesthésie intraveineuse totale (TIVA), les anesthésies locorégionales ou les méthodes de diversion. | <p>contrat de protoxydes d'azote (cylindre J et bonbonnes de types K et E).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les résultats à l'égard des agents halogénés excluent certains centres hospitaliers, dont les volumétries n'ont pas encore été communiquées. • Les données étaient manquantes pour certains établissements de santé en raison des changements de logiciel de gestion de l'information – lorsque possible, des calculs ont été employés afin d'approximer les volumes |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|--------------|-------------|------------|------------|------|-----|-----|----|------|-----|----|----|-------|-------------|------------|------------|------|-----|-----|----|------|-----|-----|----|---|
| | <p><u>Portrait au Québec¹</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selon les parties prenantes consultées, des initiatives ont déjà été entreprises par les anesthésiologistes et leur département dans plusieurs hôpitaux du Québec dans le but de réduire l'utilisation du protoxyde d'azote. Selon les données recueillies auprès des établissements de santé du Québec, le virage pour réduire l'usage du desflurane est déjà entamé dans toutes les régions du Québec, et ce, depuis au moins 5 ans. En 2023, 28 % des pharmacies ayant partagé leurs données n'ont fourni aucune bouteille de desflurane au bloc opératoire. • Le desflurane ayant un pouvoir anesthésique moins puissant et un plus grand PRG que le sévoflurane, l'utilisation du desflurane par une minorité d'anesthésiologistes peut toutefois représenter plus de la moitié des GES des agents anesthésiants utilisés au bloc opératoire. En 2023, il a été estimé que, même si le nombre d'heures d'anesthésie associées au desflurane ne représentait que 3 % du nombre total d'heures d'anesthésie associées aux agents halogénés, il a engendré 52 % des tonnes de CO₂ associées aux agents halogénés : <div data-bbox="604 824 1675 1015"> <p>Proportion du nombre d'heures d'anesthésie, pour les années 2019 et 2023</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Année</th> <th>Sévoflurane</th> <th>Desflurane</th> <th>Isoflurane</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019</td> <td>82%</td> <td>16%</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>95%</td> <td>3%</td> <td>2%</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div data-bbox="604 1026 1675 1216"> <p>Proportion de l'équivalent CO₂, pour les années 2019 et 2023</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Année</th> <th>Sévoflurane</th> <th>Desflurane</th> <th>Isoflurane</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019</td> <td>14%</td> <td>85%</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>47%</td> <td>51%</td> <td>2%</td> </tr> </tbody> </table> </div> <ul style="list-style-type: none"> - Autre exemple : à l'hôpital général de Montréal, l'utilisation du desflurane par 7 % des anesthésistes représentait 63 % des gaz à effet de serre des anesthésies générales au bloc opératoire. • La quantité de bouteilles de sévoflurane n'a augmenté que d'environ 4 % entre 2019 et 2023. Lors de cette dernière année, le volume de sévoflurane représentait toutefois 88 % du volume total | Année | Sévoflurane | Desflurane | Isoflurane | 2019 | 82% | 16% | 3% | 2023 | 95% | 3% | 2% | Année | Sévoflurane | Desflurane | Isoflurane | 2019 | 14% | 85% | 1% | 2023 | 47% | 51% | 2% | <p>manquants. Les données manquantes étaient généralement observées pour l'année 2019.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les années rapportées représentent des années civiles. Certains établissements ont toutefois fourni des données par année financière, nécessitant des calculs d'approximation. |
| Année | Sévoflurane | Desflurane | Isoflurane | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2019 | 82% | 16% | 3% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2023 | 95% | 3% | 2% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Année | Sévoflurane | Desflurane | Isoflurane | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2019 | 14% | 85% | 1% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2023 | 47% | 51% | 2% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|-------------------------------------|--|--------------|
| | <p>d'agents halogénés fourni, alors qu'en 2019, cette proportion s'élevait à 61 %. La proportion du nombre d'heures d'anesthésie associée au sévoflurane a augmenté de 83 % à 95 % entre 2019 et 2023.</p> <ul style="list-style-type: none"> • À travers les années étudiées, l'isoflurane n'a été employé que dans 8 établissements de santé. Le nombre de bouteilles d'isoflurane fournies par les pharmacies d'établissements a diminué de 34 % entre 2019 et 2023. <p><u>Réactions au retrait du desflurane des blocs opératoires :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Selon les articles d'opinions, éditoriaux et la consultation publique à la suite de l'avis publié par la Commission européenne sur la réglementation de l'utilisation du desflurane, la grande majorité des opinions approuve le remplacement du desflurane par le sévoflurane. • Une petite minorité est plus pour un encadrement permettant l'atténuation des effets des GES liés à l'utilisation du desflurane au lieu de son interdiction. Cet encadrement repose sur l'utilisation d'un débit de gaz frais pour réduire la consommation de desflurane lors de l'anesthésie générale, de même que sur l'utilisation d'un système de capture, dont l'efficacité est actuellement analysée par la communauté scientifique. Cette minorité souligne aussi l'avantage du desflurane pour l'obtention d'un réveil plus rapide chez les personnes souffrant d'obésité étant donné que le sévoflurane s'accumule plus rapidement dans les tissus adipeux que le desflurane. • D'autres souhaitent aller plus loin et prônent une diminution de l'utilisation de tous les gaz anesthésiants qui ont un effet sur le réchauffement climatique au profit de solutions de rechange comme la TIVA et les anesthésies locorégionales, cette dernière n'étant pas une anesthésie générale. • La recherche systématique de la littérature scientifique n'a pas repéré de lettres d'opinions exprimant des arguments contre le retrait du protoxyde d'azote au bloc opératoire ou la mise hors service du système centralisé de distribution de ce gaz. | |
| Clinique | | |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|---|--|--|
| <p><i>Est-ce que l'intervention améliore la santé et le bien-être des usagers?</i></p> <p><i>C'est-à-dire est-ce qu'elle produit des résultats recherchés de santé et de bien-être en termes d'efficacité, d'innocuité, de qualité de vie et d'expérience de soins et de services pour les usagers et leurs proches, tout en respectant leurs contextes individuels et leurs valeurs?</i></p> | <p>Dans quelles circonstances cliniques ou pour quelles populations particulières (enfants, aînés, conditions de santé particulières) n'est-il pas possible, pour des raisons de sécurité ou d'un avantage clinique établi,</p> <ul style="list-style-type: none"> • de remplacer le desflurane par du sévoflurane (ou de l'isoflurane), lors de l'entretien de l'anesthésie générale d'une personne soumise à une intervention chirurgicale? • d'éliminer le protoxyde d'azote comme gaz porteur d'un agent anesthésique halogéné ou lors de la TIVA? <p>Le cas échéant, quelles sont la ou les pratiques cliniques pouvant contribuer à mitiger les impacts environnementaux des agents anesthésiques inhalés lors de l'anesthésie générale?</p> <p>LES RECOMMANDATIONS DES GUIDES DE PRATIQUE CLINIQUE ET DES LIGNES DIRECTRICES.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tous les guides de pratique et lignes directrices qui abordent la question de l'impact environnemental se positionnent en faveur de la réduction de la consommation des gaz halogénés. La majorité préconise le remplacement du desflurane au profit du sévoflurane. Ils recommandent également la réduction de l'utilisation du protoxyde d'azote. <p>LES DIFFÉRENCES CLINIQUES PRINCIPALES DES AGENTS HALOGÉNÉS.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le profil d'innocuité des différents agents halogénés est similaire. Cependant, le desflurane est contre-indiqué pour son utilisation avec un masque lors de la phase d'induction à cause de son âcreté. <i>Selon les anesthésiologistes et inhalothérapeutes consultés, le desflurane n'est pas utilisé chez les enfants.</i> - Le desflurane, l'isoflurane et le sévoflurane ont des contre-indications communes (p. ex. sensibilité connue à un anesthésique halogéné, hyperthermie maligne). - Le sévoflurane et l'isoflurane sont les plus polyvalents, car ils peuvent être utilisés lors des phases d'induction et d'entretien de l'anesthésie générale. - L'isoflurane est l'agent halogéné dont l'action est la moins rapide, donc avec un temps d'induction et de réveil plus long. | <ul style="list-style-type: none"> • L'INESSS a fait une appréciation secondaire des données scientifiques sur l'efficacité et l'innocuité des différents agents anesthésiques à la suite de l'interprétation faite par les auteurs des documents retenus. • Le NICE travaillerait actuellement à colliger les situations cliniques exceptionnelles où le desflurane pourrait procurer un avantage clinique par rapport au sévoflurane. La fin anticipée des |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|-------------------------------------|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Le desflurane étant moins soluble dans le sang et les tissus humains, en particulier dans la graisse, son élimination est plus rapide que le sévoflurane. Il permet un réveil plus rapide de <u>quelques minutes</u> comparativement au sévoflurane, chez les personnes souffrant d'obésité notamment. <i>Cette différence n'est toutefois pas significative sur le plan clinique et n'a aucun impact organisationnel selon les parties prenantes consultées.</i> - L'utilisation du sévoflurane chez les enfants atteints de trisomie 21 ou les enfants avec une maladie de Pompe peut nécessiter une vigilance particulière. <i>Néanmoins, selon la perspective des spécialistes en anesthésiologie consultés, dont un pratiquant en pédiatrie et en obstétrique, ces deux conditions ne sont pas suffisantes pour justifier le choix du desflurane comme agent anesthésiant</i> <p>LE CHOIX DE L'AGENT HALOGÉNÉ.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le choix du desflurane repose souvent plus sur l'habitude et les préférences personnelles de l'anesthésiste que sur des raisons médicales. - L'état actuel des connaissances scientifiques ne permet pas d'identifier des situations ou conditions médicales pour lesquelles le remplacement du desflurane par un autre halogène (p. ex. sévoflurane) ou encore par un anesthésique intraveineux est impossible. <i>Selon la perspective des spécialistes en anesthésiologie consultés, il n'y a aucune raison clinique de recourir au desflurane plutôt qu'au sévoflurane.</i> <p>LES APPROCHES POUR UNE ANESTHÉSIE GÉNÉRALE PAR INHALATION PLUS RESPECTUEUSES DE L'ENVIRONNEMENT</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'ajustement du débit de gaz frais et de la concentration des gaz halogénés dans les anesthésies inhalées à objectif de concentration (AINOC) réduit la consommation des agents anesthésiants. Les appareils d'anesthésie permettant cette méthode adaptent le débit de gaz frais selon la concentration cible de la fraction d'air expiré par le patient (FetCible) déterminée au préalable. - <i>Selon la perspective des experts consultés, l'utilisation de l'indice bispectral (BIS) ou de l'électroencéphalographie (EEG) pour surveiller et moduler la profondeur de l'anesthésie réduit la consommation d'agents halogénés de seulement quelques pourcentages alors que l'anesthésie inhalée à objectif de concentration (AINOC) permet une réduction d'environ 15 %. Avec l'AINOC, la</i> | <p>travaux est en mars 2024.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La perspective des anesthésiologistes québécois avec une préférence pour le desflurane n'a pas pu être colligée – aucune suite n'a été donnée à l'interpellation de l'INESSS pour joindre le comité consultatif. |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|---|--|--|
| | <p><i>concentration de l'agent halogéné dans la fraction expirée par le patient est déterminée au préalable et l'appareil d'anesthésie adapte en continu la concentration de l'agent halogéné injecté dans le circuit et le débit de gaz frais. Les experts en anesthésie consultés estiment par ailleurs qu'il est possible de réduire la consommation des agents halogénés en combinant le faible débit de gaz frais (0,3 L/min) avec l'AINOC.</i></p> <p>LES UTILISATIONS DU PROTOXYDE D'AZOTE AU BLOC OPÉRATOIRE</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Le protoxyde peut être utilisé comme gaz porteur pour accélérer l'induction et diminuer la quantité de gaz halogénés nécessaire pour une anesthésie générale. Cependant, les spécialistes en anesthésiologie consultés mentionnent qu'en pratique, son utilisation comme gaz porteur est presque abandonnée.</i> - <i>Certains anesthésiologistes ont supprimé l'utilisation du protoxyde d'azote dans leur pratique et d'autres soulignent une utilisation très occasionnelle dans des cas spécifiques. Dans les cas de césariennes d'urgence où la péridurale ne peut se faire ou quand les personnes sont à risque d'hyperthermie maligne, le protoxyde d'azote s'avère un anesthésiant de choix.</i> - <i>Le besoin de recourir au protoxyde d'azote lors de la pose de voies intraveineuses chez les enfants et adultes non coopératifs est remis en doute par les spécialistes consultés.</i> | |
| Organisationnelle | | |
| <p><i>Est-ce que l'intervention s'insère dans le contexte organisationnel des soins et services d'une façon qui contribue à renforcer le système de santé</i></p> | <p>Quels sont les effets positifs et négatifs à anticiper sur la prestation des soins, l'accessibilité aux produits et à l'équipement anesthésique approprié, de même que le flux des patients au bloc opératoire?</p> <p><u>Les effets sur la prestation des soins et le flux des patients au bloc opératoire</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Le choix du gaz halogéné n'a pas d'impact significatif sur le déroulement de l'anesthésie (organisation du travail et flux des patients au bloc opératoire). | <p>Les professionnels de la santé exerçant au bloc opératoire, autres que les anesthésiologistes et les inhalothérapeutes, n'ont pas été consultés dans les présents travaux (p.</p> |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|--|--|---|
| <p><i>et de services sociaux?</i></p> <p><i>C'est-à-dire est-ce qu'elle contribue à renforcer la qualité des soins et services et à optimiser les parcours de soins ainsi que l'organisation et la gouvernance du système?</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> • Le remplacement des canalisations de protoxyde d'azote par des bonbonnes portables n'a pas d'impact significatif sur le déroulement de l'anesthésie (organisation du travail et flux des patients au bloc opératoire). <p><i>Selon les avis recueillis, il n'y a aucun impact sur le déroulement de l'anesthésie selon le choix du gaz halogéné. Les différences de temps de réveil entre le desflurane et le sévoflurane sont cliniquement peu significatives et aucune différence n'est observée en pratique en ce qui concerne le temps que la personne passe en salle de réveil ou le flux des usagers au bloc opératoire. De même, les parties prenantes consultées rapportent qu'aucun impact significatif n'a été observé sur l'organisation ou la prestation des soins lorsque les canalisations du système centralisé de distribution de N₂O ont été mises hors service et remplacées par des bonbonnes portables.</i></p> <p><u>Les effets sur l'accessibilité aux produits et à l'équipement anesthésique approprié</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Avec trois fournisseurs potentiels de sévoflurane (original et générique), le risque de pénurie absolue de ce produit demeure faible. - L'isoflurane s'utilise majoritairement à des fins de recherche. Il pourrait être une option de rechange en cas de rupture d'approvisionnement de sévoflurane. Des établissements possèdent leur propre évaporateur compatible. - Le système centralisé de distribution de N₂O peut être remplacé par des bonbonnes portables (type E). Ces dernières peuvent répondre aux besoins particuliers (p. ex. césarienne d'urgence, pédiatrie). <p><i>Selon les parties prenantes consultées, le risque d'une pénurie de sévoflurane est peu probable et d'autres options sont disponibles pour réaliser une anesthésie générale, telles que le recours à l'isoflurane ou à la TIVA. Plusieurs établissements québécois ont déjà procédé à la mise hors service des canalisations du système centralisé de distribution du N₂O. Dans ces installations, des bonbonnes portables de N₂O sont mises à disposition des cliniciens qui souhaiteraient y avoir recours. Les cliniciens consultés ont rapporté que l'utilisation du N₂O au bloc opératoire est pratiquement abandonnée, mais que certains l'utilisent pour des césariennes nécessitant une anesthésie générale en situation d'urgence ou pour des situations particulières (anesthésie régionale insuffisante, personnes susceptibles d'hyperthermie maligne, installation de voie intraveineuse chez les enfants peu coopérants). Les bonbonnes portables répondent à ce besoin et</i></p> | <p>ex. chirurgiens, infirmières).</p> <p>Aucun responsable de l'infrastructure n'a été consulté dans les présents travaux.</p> <p>Consultation en cours des ingénieurs biomédicaux.</p> |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|-------------------------------------|--|--|
| | <p><i>aucun enjeu concernant leur utilisation n'a été soulevé lors des consultations. Selon les parties prenantes consultées, il est essentiel d'évaluer le besoin en N₂O avec les anesthésiologistes afin d'ajuster le nombre de bonbonnes disponibles.</i></p> <p>Quels sont les enjeux et les barrières liés aux ressources humaines, matérielles et financières?</p> <p><u>Les enjeux organisationnels relatifs aux agents halogénés</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Les techniques d'anesthésie à très faible débit total de gaz frais permettent de réduire la consommation de gaz anesthésique. - Les nouveaux appareils d'anesthésie avec un système de monitoring intégré peuvent accueillir les trois agents halogénés (avec des cassettes compatibles). Ils permettent d'utiliser un très faible débit de gaz frais et d'utiliser l'anesthésie inhalée à objectif de concentration (FetCible). - Dans les contrats en cours, le nombre d'évaporateurs/cassettes compatibles avec le desflurane qui sont loués par les établissements se situait à environ 270 (40 % sont loués dans les régions de l'Est, 37 % dans les régions de l'Ouest et 23 % dans les régions de Montréal et Laval). - Les équipements d'anesthésie sont hétérogènes entre les établissements : équipement plus ou moins récent, mise à jour du logiciel réalisée ou non, possibilité de faire du FetCible. - Le contrat actuel des agents halogénés pour les régions de l'Ouest se termine à l'été 2024, alors que la fin de celui des régions de Montréal et Laval est à l'été 2026, et à l'automne 2027 pour les régions de l'Est. <ul style="list-style-type: none"> o À moins d'une modification des contrats venant à échéance en 2026 et 2027, des gaspillages de desflurane non utilisé – donc une gestion de leur élimination – ou des pénalités pour résiliation anticipée des contrats, notamment pour la location des évaporateurs/cassettes compatibles avec cet agent, sont à envisager. <p><i>D'après les consultations menées, les établissements québécois ne disposent pas tous des mêmes équipements. Certains possèdent des équipements récents permettant d'utiliser le FetCible (également appelé méthode AINOC), qui permet d'optimiser la quantité d'agents utilisés et d'éviter le gaspillage.</i></p> | <p>Le portrait des équipements dans les établissements québécois (p. ex. appareils permettant un très faible débit, système de monitoring intégré ou non) est incomplet – seules les quantités prévues lors de l'appel d'offres d'avril 2021 et les quantités acquises en avril 2023 ont été obtenues.</p> |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|-------------------------------------|--|--|
| | <p><i>D'autres possèdent des équipements plus anciens qui ne permettent pas de descendre à des débits de gaz frais aussi bas que les équipements plus récents, et qui ne sont pas équipés pour faire du FetCible.</i></p> <p><i>Le renvoi des évaporateurs de desflurane en location est associé à des frais de réhomologation. Ainsi, certains établissements préfèrent conserver les équipements – et continuer à payer la location – plutôt que de payer ces frais. Ces équipements continuent d'être utilisés ou sont stockés dans des locaux spécifiques afin de restreindre leur accès.</i></p> <p><u>Les enjeux organisationnels relatifs au protoxyde d'azote</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - La fermeture du système centralisé de distribution de N₂O, qui est une source importante de fuites, permet d'atténuer l'émission de N₂O dans l'atmosphère. - Plusieurs établissements du Québec ont déjà mis hors service leur système centralisé de distribution de N₂O. - L'ajout de bouteilles portables de N₂O dans les salles nécessite des mesures de sécurité contre le vol. <p><i>Selon les parties prenantes consultées, la mise hors service des canalisations du système centralisé de distribution du N₂O est à prioriser dans les établissements qui l'utilisent, compte tenu des fuites importantes de gaz qui sont observées, aux niveaux international et provincial, et des risques pour la santé du personnel hospitalier et des usagers. De plus, il a été rapporté que certains établissements ont souscrit des contrats pour la mise à niveau des canalisations, à la suite d'un changement de fournisseur, sans que les utilisateurs de protoxyde d'azote soient questionnés sur leur utilisation, engendrant des frais alors que la volonté est de cesser l'utilisation des canalisations. De même, il a été rapporté que les bâtiments en construction du nouveau complexe hospitalier de Québec seront équipés de canalisations de distribution de protoxyde d'azote. Par conséquent, les parties prenantes consultées estiment que les gestionnaires d'établissement devraient être un peu plus imputables des mesures à prendre pour atteindre la carboneutralité, mais également en ce qui concerne l'exposition du personnel hospitalier aux fuites de protoxydes d'azote.</i></p> <p><i>Les parties prenantes consultées n'ont pas connaissance de faits rapportés pour des vols de bonbonnes au sein des établissements québécois. Toutefois, ces derniers considèrent qu'il est nécessaire de sécuriser les</i></p> | <p>Le portrait complet des établissements qui utilisent encore un système centralisé de distribution de N₂O n'est pas disponible.</p> <p>Manque de données pour broser le portrait de la consommation du N₂O comme gaz porteur au bloc opératoire au Québec.</p> <p>En date du 13 mars 2024, manque d'information sur les contrats du CAG pour le N₂O et les quantités achetées pour chaque type de bonbonne (J, K, E).</p> |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|-------------------------------------|--|--------------|
| | <p><i>bonbonnes portables pour éviter les vols potentiels en vue de la revente de ce gaz à des fins récréatives, puisque cela est observé dans des établissements d'autres pays occidentaux (États-Unis, Europe).</i></p> <p><u>Les enjeux et barrières organisationnels relatifs aux gaz anesthésiques inhalés</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Selon des expériences québécoises, la diminution, voire le retrait de l'usage du desflurane est faisable, tout comme la fermeture du système centralisé de distribution de N₂O, dans la mesure où des bonbonnes de N₂O de type E sont à la disposition des cliniciens pour un usage sélectif, si requis. - Une gestion inefficace des stocks et des coûts (p. ex. fin de contrat prématurée, pertes) pourrait être évitée par une meilleure évaluation des besoins actuels avant l'acquisition d'agents anesthésiques, et en informant les directions responsables des achats des changements de pratiques de leur département. - Les barrières au changement de pratique évoquées par la littérature et les parties concernées sont : <ul style="list-style-type: none"> o les processus de gouvernance et les contrats avec les fournisseurs, de même que la mise hors service des collecteurs de N₂O; o le manque : <ul style="list-style-type: none"> • de connaissance ou d'information sur les sujets liés au développement durable, • d'engagement de certains professionnels de la santé, • de temps pour établir un programme de formation ou mettre en œuvre des initiatives, • de soutien institutionnel ou l'absence de mandat de la part de la direction, • de financement ou le coût perçu des initiatives, • d'installations ou des installations non adaptées. <p><i>Différentes parties prenantes consultées ont rapporté que le partage d'information sur les impacts environnementaux des gaz anesthésiques ne suffit pas à faire changer la pratique chez certains anesthésiologistes, telle que l'utilisation de desflurane.</i></p> | S.O. |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|-------------------------------------|--|---|
| | <p><i>Le manque de soutien au niveau institutionnel est rapporté comme une barrière importante à la mise hors service des canalisations du système centralisé de distribution du N₂O. Les démarches au sein des établissements peuvent être longues (démarches supérieures à un an) et compliquées (p. ex. consultation de chaque échelon jusqu'au directeur général). La mise hors service se serait faite plus facilement dans des établissements en région. Les contrats signés avec les fournisseurs sont également une barrière importante à l'élimination du desflurane pour plusieurs établissements québécois.</i></p> <p><i>Selon les avis colligés, il est essentiel que les responsables des acquisitions (p. ex. pharmaciens-chefs, magasins, génie biomédical, CAG) soient informés des changements de pratique concernant les agents anesthésiques inhalés afin de permettre une gestion efficace des stocks en gaz et en équipements (p. ex. annuler des contrats, gérer les pertes).</i></p> <p>Quels sont les facteurs clés de succès et les stratégies organisationnelles à préconiser afin de soutenir l'implantation de pratiques cliniques permettant une réduction de l'empreinte carbone de l'anesthésie générale par inhalation ?</p> <p><u>Les stratégies organisationnelles permettant de faciliter la mise en œuvre des initiatives de développement durable pour les gaz anesthésiques inhalés</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Les facilitateurs au changement de pratiques sont : <ul style="list-style-type: none"> o la collecte de données sur la consommation de gaz inhalés et l'estimation de l'empreinte carbone associée au sein des établissements; o le transfert de connaissance et le partage d'information par les pairs; o la restriction de l'accessibilité aux gaz et aux équipements (p. ex. diminution du nombre de cassettes de desflurane, isolement des équipements, modification des contrats d'approvisionnement lors des renouvellements, contrôle des commandes, mise hors service des collecteurs de N₂O, retrait du formulaire thérapeutique). <p><i>Les parties prenantes consultées ont mentionné collecter des données afin de suivre la consommation des gaz anesthésiques inhalés dans leur établissement et de communiquer de l'information sur l'empreinte carbone associée à ces gaz, auprès des anesthésiologistes et des gestionnaires de l'établissement, pour faciliter les changements de pratique. L'importance de sensibiliser les résidents a également été</i></p> | <p>Manque d'information concernant l'acceptabilité de certaines mesures au sein des établissements québécois (p. ex. retrait du desflurane du formulaire thérapeutique ou de la Liste des médicaments – Établissement, fermeture des canalisations de N₂O).</p> <p>L'INESSS n'a pas fait l'inventaire des formations</p> |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|--|---|--|
| | <p><i>mentionnée, que ce soit par des présentations ou par l'ajout d'un cours sur l'empreinte carbone dans leur cursus universitaire, puisque ces derniers peuvent faciliter l'adoption de pratiques plus écoresponsable en confrontant la pratique de leurs formateurs et en diffusant les nouvelles pratiques (p. ex. abandon du desflurane).</i></p> <p><i>Les parties prenantes consultées ont mentionné qu'avant d'avoir recours à des stratégies de restriction de l'accessibilité aux gaz anesthésiques inhalés ou aux équipements, des consultations en interne ont été réalisées (p. ex. sondage) afin d'évaluer la volonté des anesthésiologistes de retirer le desflurane ou de mettre hors service les canalisations de protoxyde d'azote. De plus, la restriction de l'accès au desflurane s'est faite de façon progressive. Le nombre d'équipements disponibles (cassettes, évaporateurs) a été diminué progressivement avant d'utiliser des stratégies plus définitives, telles que l'arrêt complet des locations d'évaporateurs (avant la fin du contrat ou lors du renouvellement) ou le retrait du desflurane du formulaire thérapeutique. Par ailleurs, le retrait du formulaire ne s'est pas fait systématiquement dans les établissements qui n'y ont plus recours. Néanmoins, cette stratégie permet d'éviter l'achat de nouvelles bouteilles de desflurane qui ne pourront pas être utilisées après le renvoi des évaporateurs au fournisseur. Les parties prenantes consultées sont en faveur du retrait du desflurane de la Liste des médicaments – Établissement, afin que cet agent anesthésique ne soit plus disponible dans la province.</i></p> | <p>disponibles, pour les professionnels pratiquant au Québec, sur les agents anesthésiants et les pratiques pour des soins anesthésiques plus respectueux de l'environnement.</p> |
| Économique | | |
| <p><i>Est-ce que l'intervention optimise l'utilisation des ressources pour leur gestion responsable et durable?</i></p> <p><i>C'est-à-dire est-ce qu'elle contribue à utiliser le plein potentiel des ressources</i></p> | <p>Quelle est l'efficacité des interventions évaluées¹?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le recours au desflurane n'est pas efficient (intervention dominée) considérant que, comparativement à l'isoflurane et au sévoflurane, il engendre : <ul style="list-style-type: none"> - des coûts d'acquisition supplémentaires; - des coûts sociaux additionnels associés à l'empreinte carbone. - Le sévoflurane permet de diminuer les coûts sociaux associés au carbone par rapport à l'isoflurane (- ■■■ \$), mais son coût d'acquisition demeure plus élevé que ce dernier (+■■■ \$). <i>Selon les parties prenantes, le coût total associé à l'isoflurane est probablement sous-estimé considérant que l'utilisation de cet agent augmente la durée d'anesthésie et pourrait ainsi avoir un impact majeur sur le roulement des usagers dans les blocs opératoires québécois à haut débit.</i> | <p>Les résultats reposent sur certaines hypothèses (p. ex. débit de gaz frais de 1 L/min) qui pourraient ne pas être représentatives de l'ensemble des interventions réalisées au bloc opératoire. Les</p> |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|--|--|--|
| <p><i>financières en atténuant les coûts, à la fois dans les perspectives à court et à long terme. Cela inclut également la préservation des ressources environnementales.</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> - L'utilisation du N₂O au bloc opératoire comme gaz porteur n'est pas efficiente considérant l'absence de données soutenant son efficacité différentielle, comparativement à l'absence de son utilisation. Son utilisation ne peut qu'engendrer des coûts supplémentaires en termes d'acquisition et d'empreinte carbone : - le coût social du carbone d'un kilogramme de N₂O est évalué sur 100 ans à 70 \$, alors que son coût d'acquisition est d'environ 12 \$ par kilogramme; <p><i>Les parties prenantes consultées ont par ailleurs souligné les pertes financières associées à l'utilisation des canalisations de N₂O dans les établissements québécois.</i></p> <p>le coût associé à un kilogramme de N₂O réellement consommé par l'utilisateur pourrait s'élever à environ 21 \$ et son empreinte carbone pourrait engendrer des coûts sociaux d'environ 126 \$ en considérant, sur la base des données de la littérature, que les canalisations puissent être associées à des fuites de 80 % de N₂O;</p> <p>Quel est l'impact budgétaire des différents scénarios possibles des interventions évaluées¹?</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'usage optimal des agents halogénés au bloc opératoire pourrait permettre de réduire l'impact budgétaire associé à leur remboursement. Le remplacement progressif du desflurane par le sévoflurane pourrait permettre des économies de 208 600 \$ sur trois ans. - L'ampleur des économies attendues est influencée par la vitesse d'élimination du desflurane. Toutefois, selon les modalités organisationnelles en place (location des évaporateurs et achat des agents), des pertes et/ou des pénalités pourraient réduire les économies attendues : <ul style="list-style-type: none"> - la résiliation d'un contrat de location d'évaporateurs de desflurane dont la fin est prévue dans moins de 16 mois n'est pas avantageuse économiquement. <p>Bien que les données disponibles ne permettent pas d'estimer l'impact budgétaire net associé à l'usage optimal du N₂O au bloc opératoire, une diminution de son utilisation devrait réduire les coûts liés à son acquisition, <i>notamment dans les établissements qui utilisent des canalisations de N₂O, considérant les pertes financières pouvant être engendrées par la présence de fuites.</i> Des coûts pourraient être engendrés afin d'adapter les appareils d'anesthésie pour recevoir les bonbonnes E de N₂O, en fonction de l'équipement disponible dans l'établissement.</p> | <p>valeurs de PRG peut évoluer selon les modèles utilisés pour leur calcul.</p> <p>Les estimations budgétaires s'appuient sur des données d'établissements, parfois incomplètes à travers les années, nécessitant certaines approximations.</p> <p>Les données disponibles ne permettent pas d'estimer l'impact budgétaire net associé à l'usage optimal du N₂O au bloc opératoire.</p> |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|---|---|--------------|
| Populationnelle | | |
| <p><i>Est-ce que l'intervention contribue à un meilleur état de santé et de bien-être pour l'ensemble de la population dans un souci d'équité?</i></p> <p><i>C'est-à-dire est-ce qu'elle cible des besoins de santé et de bien-être importants de la population et est accessible à tous ceux qui en ont besoin?</i></p> | <p>s.o.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aucun besoin non comblé identifié, ni enjeu d'équité pour la population | |
| PROPOSITIONS DE RECOMMANDATIONS | | |
| SUR LE PLAN CLINIQUE | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Lors d'une anesthésie générale réalisée au bloc opératoire, l'empreinte carbone des agents anesthésiques inhalés doit être considérée dans la prise de décision afin de tendre vers la carboneutralité, mais aussi pour minimiser l'exposition des usagers et des professionnels de la santé à ces gaz. <p>Spécifiques aux agents halogénés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lors d'une anesthésie générale par inhalation, le sévoflurane devrait être privilégié plutôt que le desflurane. Dans le cas contraire, les raisons médicales exceptionnelles nécessitant le recours au desflurane devraient être documentées dans le dossier patient ou le rapport d'anesthésie. | | |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|-------------------------------------|--|--------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> • L'utilisation de mesures d'atténuation de l'empreinte carbone des gaz halogénés, par exemple le faible débit de gaz frais ou l'anesthésie inhalée à objectif de concentration (AINOC), devrait être privilégiée, lorsque possible. • Pour optimiser le temps de réveil sous sévoflurane, la collaboration avec l'équipe d'inhalothérapie devrait être préconisée afin de cesser ou de diminuer ce gaz au moment opportun. <p>Spécifiques au protoxyde d'azote</p> <ul style="list-style-type: none"> • Au bloc opératoire, <ul style="list-style-type: none"> - le protoxyde d'azote ne devrait pas être utilisé comme gaz porteur, à moins d'une raison médicale justifiant son utilisation; - le recours au protoxyde d'azote à des fins de sédation devrait se limiter à des circonstances particulières. <p><i>Des mesures de diversion permettent généralement la coopération des enfants lors de l'induction de l'anesthésie générale.</i></p> <p>SUR LE PLAN ORGANISATIONNEL ET DE LA GOUVERNANCE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le MSSS devrait sensibiliser les gestionnaires d'établissements et de départements concernés au regard des impacts environnementaux des agents anesthésiques inhalés (p. ex. émissions de gaz à effet de serre, effet sur la couche d'ozone). • En soutien à l'implantation des recommandations visant à réduire le recours à certains agents halogénés et au protoxyde d'azote, les stratégies organisationnelles suivantes devraient être envisagées par le MSSS ou les établissements et installations : <p>Agents halogénés</p> <ul style="list-style-type: none"> - prévoir au besoin la mise à jour des logiciels des appareils anesthésiques, ou renouveler les appareils, lors des prochains appels d'offres, afin de permettre de diminuer la quantité de sévoflurane utilisée et, par le fait même, les émissions de GES; - retirer le desflurane du formulaire thérapeutique; - retirer le desflurane de la Liste de médicaments – Établissements, et ce, à la fin des contrats sur les agents halogénés qui sont actuellement en vigueur; - retourner progressivement les évaporateurs et cassettes compatibles avec le desflurane d'ici la fin des contrats de location en vigueur, et ce, de façon à ce que les frais économisés mensuellement surpassent les pénalités associées aux retours anticipés; | |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|-------------------------------------|--|--------------|
| | <p>Protoxyde d'azote</p> <ul style="list-style-type: none"> - mettre hors service les systèmes centralisés de distribution de protoxyde d'azote des hôpitaux et les exclure des devis des futures infrastructures hospitalières du RSSS; - rendre disponibles des bonbonnes de protoxyde d'azote de type E pour un usage sélectif, par exemple au bloc opératoire ou en salle de césarienne, et ajuster les appareils d'anesthésie pour pouvoir les utiliser si nécessaire. <ul style="list-style-type: none"> o Le cas échéant, des mesures de suivi et de contrôle contre les vols devraient être mises en place. • Les chefs de département en anesthésiologie ou de l'unité du bloc opératoire devraient tenir informés les responsables des acquisitions (p. ex. pharmacies, magasins, génie biomédical, CAG) des changements de pratique concernant les agents anesthésiques inhalés afin <ul style="list-style-type: none"> - d'assurer une gestion optimale des stocks (agents, évaporateurs/cassettes, bonbonnes, dispositifs, appareils d'anesthésie); - de limiter les pénalités financières reliées aux contrats en vigueur (résiliation, modification, retour des périmés ou des appareils ou dispositifs en location). <p>SUR LE PLAN DU REHAUSSEMENT DES PRATIQUES ET DES CONNAISSANCES GÉNÉRALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les milieux universitaires devraient rehausser la formation de base des futurs professionnels de la santé, appelés à prescrire ou à administrer des agents anesthésiques, pour y introduire les considérations environnementales en lien avec l'anesthésie. • Les recommandations sur la diminution de l'empreinte carbone des gaz anesthésiques devraient faire l'objet d'un processus de diffusion et de communication structuré auprès des ordres, fédérations et associations professionnels, ainsi que dans les milieux universitaires. • Les ordres, fédérations et associations professionnels dont les membres sont amenés à utiliser le protoxyde d'azote dans leur pratique devraient : <ul style="list-style-type: none"> - les sensibiliser aux fuites possibles de protoxyde d'azote à partir des systèmes centralisés de distribution des gaz médicaux des hôpitaux québécois; - les encourager à revoir la pertinence clinique d'utiliser le protoxyde d'azote dans leur pratique et, lorsque nécessaire, à privilégier l'utilisation de protoxyde d'azote à partir de bonbonnes portables. | |

| DIMENSION DE LA VALEUR ET QUESTIONS | SYNTHÈSE DES DONNÉES, CONSTATS ET ENJEUX | INCERTITUDES |
|-------------------------------------|--|--------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Une formation continue sur le Web, conviviale et facilement accessible, et donnant accès à des crédits de formation, pourrait être élaborée en collaboration, par exemple, avec l'Association des anesthésiologistes du Québec ou l'Association des médecins pour l'environnement. Celle-ci permettrait de rehausser et de sensibiliser les médecins prescripteurs aux enjeux environnementaux des agents anesthésiques inhalés et aux pratiques permettant de diminuer les émissions de GES lors de leur utilisation. <p>AU REGARD DU SUIVI DES CHANGEMENTS DE PRATIQUES PROPOSÉS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les établissements de santé devraient considérer l'introduction d'un objectif sur le développement durable, avec indicateur(s), dans leurs plans d'action locaux, pour tendre vers une réduction globale de l'empreinte carbone des gaz anesthésiques, et plus largement sur les autres aspects environnementaux associés aux soins anesthésiques. • À la suite de la mise en œuvre des changements proposés, et en conformité avec l'action <i>Verdir les pratiques au bloc opératoire</i> de son plan d'action de développement durable 2023-2028, le MSSS (ou la future agence de santé) devrait entreprendre des démarches pour suivre, sur une période de trois ans : <ul style="list-style-type: none"> - la consommation des agents anesthésiques inhalés dans les établissements; - les coûts associés à l'achat des différents agents anesthésiques inhalés; - l'empreinte carbone des gaz anesthésiques consommés. <p><i>Ces mesures permettront notamment d'ajuster les cibles du prochain plan d'action de développement durable 2029-2033 et d'apprécier les retombées des changements de pratiques sur les plans économique et environnemental.</i></p> | |

1. Les résultats rapportés dans la grille délibérative ont été modifiés dans l'avis à la suite de la délibération par le Comité délibératif permanent – Modes d'intervention en santé, en raison de l'obtention de nouvelles informations et données.

**Institut national
d'excellence en santé
et en services sociaux**

Québec 

Siège social

2535, boulevard Laurier, 5^e étage
Québec (Québec) G1V 4M3
418 643-1339

Bureau de Montréal

2021, avenue Union, 12^e étage, bureau 1200
Montréal (Québec) H3A 2S9
514 873-2563

inesss.qc.ca

