



Anesthésie et changement climatique  
Pourquoi les anesthésistes doivent-ils s'en préoccuper ?

# L'empreinte environnementale des agents anesthésiques

Les gaz à effet de serre sont les principaux moteurs du changement climatique. La pratique de l'anesthésie et les technologies actuelles peuvent aider les anesthésistes à réduire les déchets anesthésiques afin de minimiser l'impact négatif sur notre environnement.

Auteur : Dr. Alain F Kalmar, MD, PhD



# Tout d'abord, ne pas nuire à l'environnement

Reduire notre impact environnemental peut protéger les patients et la planète, et faire des économies.

L'activité humaine modifie radicalement notre atmosphère et les agents anesthésiques contribuent au changement climatique.<sup>1</sup> En mettant en œuvre des changements relativement simples dans le choix des agents anesthésiques ou des réglages du ventilateur, chaque anesthésiste peut faire la différence pour notre planète.

## Les experts sont d'accord : l'activité humaine change notre planète<sup>1</sup>

La Terre se réchauffe de plus en plus. Les dix années les plus chaudes jamais enregistrées se sont toutes produites depuis 2010, et les neuf dernières années (2014-2022) figurent parmi les dix années les plus chaudes.<sup>2</sup> Cette augmentation de la température entraîne une modification radicale des écosystèmes, qui se traduit par des phénomènes météorologiques imprévisibles, des tempêtes dévastatrices, une perte de biodiversité, des sécheresses de longue durée, des incendies de forêt et la désertification.

“Nous sommes sur le point de franchir de dangereux points de basculement, nous obligeant à réduire immédiatement et radicalement les émissions de gaz à effet de serre.”<sup>3</sup>

## Comment les agents anesthésiques contribuent-ils au changement climatique ?

Les agents anesthésiques modernes sont de puissants gaz à effet de serre. **Lors d'une utilisation classique, moins de 5% de la quantité totale d'agents halogénés délivrée est métabolisée par le patient ; le reste est systématiquement évacué dans l'atmosphère** par le système de récupération de la salle d'opération.<sup>4</sup>

Deux caractéristiques principales déterminent le potentiel de réchauffement global (PRG) d'un agent volatil : la demi-vie atmosphérique et la capacité de l'agent à capter la lumière infrarouge en plus des gaz à effet de serre naturels. Les effets de chaque agent sur le réchauffement de la planète varient considérablement en raison des différences de capacité de piégeage de la chaleur et de demi-vie dans l'atmosphère.

# >95%

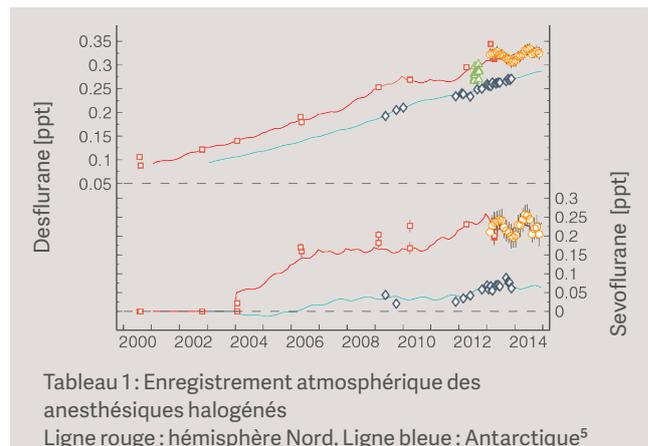
... de probabilité que les gaz à effet de serre sont à l'origine de l'augmentation de la température de la Terre.<sup>1</sup>

# Le potentiel de réchauffement global d'un agent halogéné est jusqu'à 7000 fois supérieur à celui du CO<sub>2</sub>.<sup>1</sup>

L'halothane et l'isoflurane sont des chlorofluorocarbones (CFC) halogénés, tandis que le sévoflurane et le desflurane sont des hydrofluorocarbones (HFC), tous connus comme étant des gaz à fort potentiel de réchauffement global (PRG). Ces gaz ont un PRG de plusieurs centaines ou milliers.<sup>1</sup> Cela signifie que pour leur masse, ils piègent des centaines, voire des milliers de fois plus de chaleur que le CO<sub>2</sub>, qui est la référence pour mesurer toutes les autres émissions.<sup>6</sup>

Par définition, le PRG du CO<sub>2</sub> est 1. En comparaison, 1 kg de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) a un PRG de 273, le même effet de piégeage de la chaleur que 273 kg de CO<sub>2</sub>. (tableau 2).

Les concentrations atmosphériques des gaz anesthésiques, en particulier le desflurane, augmentent rapidement (tableau 1).<sup>7</sup> La durée pendant laquelle ces gaz restent dans l'atmosphère varie considérablement. Alors que le sévoflurane disparaît relativement vite de l'atmosphère, le N<sub>2</sub>O émis aujourd'hui y reste en moyenne plus de 100 ans (tableau 3).<sup>6</sup>



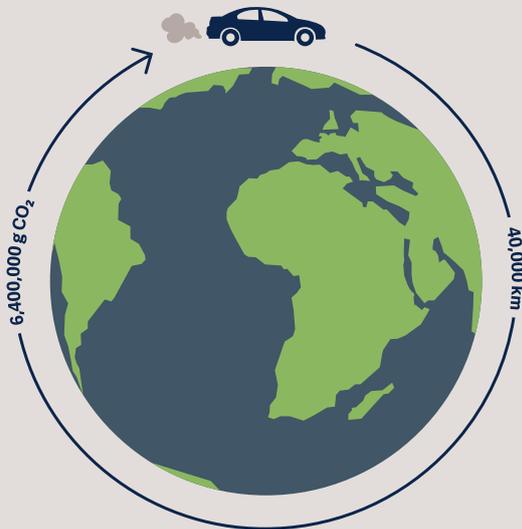
**Les gaz anesthésiques sont généralement exclus des accords environnementaux en raison de leur nécessité médicale.** Néanmoins, les effets des agents anesthésiques sont significatifs. 1 an (2 000 heures) d'utilisation d'anesthésie au desflurane, avec un débit de gaz frais de 2 litres/min., entraîne des émissions équivalentes à 706 000 kg de CO<sub>2</sub>, ce qui équivaut à brûler environ 300 000 litres d'essence ou à parcourir près de 2 millions de kilomètres.

Tableau 2 : Potentiel de réchauffement global (PRG)<sup>1</sup>

Molécule	PRG (20 ans)
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	81
N <sub>2</sub> O	273
Isoflurane	1,930
Sévoflurane	702
Desflurane	7,020

Tableau 3 : Durée de vie troposphérique de l'anesthésique inhalé<sup>1</sup>

Composé	Durée de vie (an)
Sévoflurane	1.9
Isoflurane	3.5
Desflurane	14.1
Protoxyde d'azote	109



**5 jours d'utilisation\*  
de desflurane  
équivalent à faire  
deux fois le tour du  
monde en voiture !**

\*8h/jour avec un Débit de Gaz Frais (DGF) de 2 L.<sup>1,8</sup>

### **D'autres facteurs déterminent les effets des agents anesthésiques sur le climat**

Les réglages du ventilateur déterminent le volume des déchets anesthésiques volatiles. L'effet combiné du choix de l'agent et les réglages du ventilateur résulte en un impact environnemental strikingly divergent pour une même profondeur d'anesthésie.

Les effets de rétention de chaleur de huit heures d'utilisation d'agents anesthésiques volatiles sont comparables au fait de conduire une voiture de taille moyenne (25 MPG) entre 152 et 38 000 km, en fonction du choix de l'agent volatile et du réglage du ventilateur.

En utilisant une autre comparaison : Dans un délai de seulement 5 jours d'anesthésie de 8 heures par jour avec 1 MAC de sévoflurane à 2 L de DGF, un anesthésiste émet l'équivalent de 560 kg de CO<sub>2</sub> (40 heures sevo 2% 2LDGF = 525 ml sevo ~ 560 kg CO<sub>2</sub> (GWP20)). La même période avec 1 MAC de desflurane à 6 L DGF émet 42 000 kg d'équivalent CO<sub>2</sub> (40 heures des 6% 6LDGF = 4 119 ml des ~ 42359 kg CO<sub>2</sub> (GWP20)). Ainsi, un anesthésiste peut, sans le savoir, émettre en une semaine autant d'équivalents CO<sub>2</sub> par le seul biais des substances volatiles que trois citoyens américains moyens en une année entière.

### **Certains gaz anesthésiques endommagent également la couche d'ozone**

Outre l'effet de serre, certains anesthésiques volatils ont également la capacité d'appauvrir la couche d'ozone.

Les CFC, tels que l'halothane ou l'isoflurane, finissent par atteindre la couche d'ozone dans la haute stratosphère. Lorsqu'un CFC est touché par un photon ultraviolet (UV) de la lumière du soleil, un radical chlore libre est libéré. Le chlore agit comme un catalyseur pour transformer l'ozone (O<sub>3</sub>) en oxygène (O<sub>2</sub>), après quoi le radical chlore est régénéré. Ce cycle peut être répété des millions de fois et, par conséquent, une seule molécule de CFC peut détruire des millions de molécules d'ozone avant que le radical chlore ne soit finalement neutralisé. 80 % de l'appauvrissement de l'ozone stratosphérique est attribué aux CFC libérés. Le sévoflurane et le desflurane n'ont pas d'atomes de chlore et n'ont donc aucun effet sur la couche d'ozone.<sup>10</sup>

# Comment réduire l'impact des gaz anesthésiques sur le changement climatique ?

Il est clair que l'impact des agents anesthésiques est important. En l'absence d'une approche globale normalisée, une meilleure prise de conscience de l'impact que peut avoir chaque anesthésiste est une première étape essentielle pour réduire considérablement les émissions du secteur de l'anesthésie.

**L'impact des émissions de gaz à effet de serre provenant des agents anesthésiques peut facilement être réduit de manière significative en adhérant à quelques principes de base.** Ces changements peuvent être effectués sans compromettre la sécurité des patients.

## Changer l'agent anesthésique

Tous les agents anesthésiques n'ont pas le même PRG et ne sont pas utilisés de la même manière.

Étant donné que la MAC et le PRG intrinsèque déterminent l'effet final, le desflurane a un effet 25 fois supérieur à celui du sévoflurane pour un niveau d'anesthésie égal avec un DGF égal. Ainsi, une heure d'anesthésie à réglages de ventilateur et profondeur d'anesthésie égaux avec le desflurane émet la même quantité d'effet de piégeage de la chaleur que 25 heures d'anesthésie avec le sévoflurane.<sup>1</sup>

Remplacer le desflurane par le sévoflurane est ainsi une première étape clé qui peut réduire drastiquement les émissions de gaz à effet de serre des anesthésistes.

## Réduction du débit de gaz frais pour réduire la consommation

La réduction du débit de gaz frais permet de diminuer la consommation d'anesthésiques volatils et leur émission dans l'atmosphère. Dans l'anesthésie à bas débit - conventionnellement défini comme un débit de gaz frais inférieur à 1,0 L/min - un système de système de recirculation utilise moins d'agents anesthésiques que les systèmes ouverts. **Ces systèmes émettent moins de gaz dans l'atmosphère et améliorent la dynamique du flux d'air inhalé.**

La réduction du débit de gaz frais (DGF) pendant l'anesthésie générale est une stratégie simple qui permet de réduire les coûts grâce à la réduction de la consommation d'anesthésiques volatils.<sup>9</sup> Il est possible de réduire les débits de gaz frais par des ajustements manuels des réglages de gaz ou par l'utilisation d'une fonction de contrôle automatique des gaz.

Le tableau 4 montre qu'une heure de sévoflurane à 2 % avec un débit de gaz frais de 2 L/min émet un effet de piégeage de chaleur égal à presque 14 kg de CO<sub>2</sub>. En revanche, une heure de desflurane à 6 % avec le même débit de gaz frais de 2 L émet un effet de piégeage de la chaleur égal à près de 354 kg de CO<sub>2</sub>.<sup>1,8</sup>

Tableau 4 : Impact d'une heure d'utilisation d'agents volatils sur le réchauffement climatique

Anesthésique	DGF (L/min)	gr/heure	PRG <sub>20</sub>	CO <sub>2</sub> e (g/h)	Ratio <sub>20</sub> CO <sub>2</sub> e
2% sévoflurane	2	20.0	702	14040	1
	0.5	2.8	1930	5440	0.38
	1	5.5	1930	10615	0.75
6% desflurane	2	11.1	1930	21423	1,52
	0.5	12.6	7020	88452	6.3
	1	25.2	7020	176904	12,6
	2	50.4	7020	353808	25,2

## Anesthésie à bas débit avec le contrôle automatique des gaz

Une fonction de contrôle automatique des gaz ajuste automatiquement la concentration de DGF et d'agent pour atteindre les objectifs de fin d'expiration de l'agent anesthésique (EtAA) et de l'O<sub>2</sub> inspiré. Cela permet de combiner des niveaux extrêmement stables de concentration volatile en fin d'expiration avec une consommation minimale. Le système assure automatiquement les valeurs cibles souhaitées pour l'oxygène inspiré et l'EtAA, tout en limitant efficacement le gaspillage. Il permet à la fois une réduction importante de la consommation d'agents anesthésiques et une administration totalement contrôlée et stable d'anesthésiques volatils, permettant à la fois une sécurité pour le patient et une conservation des agents volatils.<sup>11</sup> En outre, même en cas de débit élevé de gaz frais, certains de ces ventilateurs modernes limitent automatiquement le débit de gaz frais au volume minute, ce qui limite le gaspillage même en cas de débit ouvert.

## Avantages du contrôle automatique des gaz

Le contrôle automatique des gaz est conçu dans le but de concilier une induction et un maintien de l'anesthésie sûrs et efficaces avec un gaspillage minimal d'agents. Le contrôle automatique des gaz garantit une combinaison sûre de niveaux stables d'administration de substances volatiles avec un débit minimal, sans qu'il soit nécessaire d'ajuster constamment les réglages du ventilateur, ce qui améliore les flux de travail. Une étude comparant l'anesthésie à bas débit contrôlée manuellement à l'administration contrôlée automatiquement a montré que 244 ajustements étaient nécessaires en mode manuel pour atteindre et maintenir des niveaux d'anesthésie adéquats, contre zéro lors de l'utilisation du contrôle automatique des gaz.<sup>12</sup> Le contrôle automatique des gaz réduit également le risque de mélanges hypoxiques ou de profondeur inappropriée de l'anesthésie et, en fin de compte, favorise la sécurité du patient.<sup>13</sup>

## Une fraction plus élevée de réinspiration permettra également :

- améliorer la dynamique du flux des gaz inhalés.
- augmenter la clairance mucociliaire.
- maintenir la température corporelle et réduire la perte d'eau.

## Réduction des coûts significative avec des débits plus bas

Les agents anesthésiques représentent une grande partie du coût total de possession des appareils d'anesthésie. La mise en œuvre d'une stratégie de bas débit permet de réduire la consommation d'anesthésiques volatils de 25 à 50 % par rapport au débit de gaz frais conventionnel (2L-4L/min), tout en fournissant un niveau plus stable de FiAA et de FiO<sub>2</sub> si l'on utilise un contrôle automatique des gaz.<sup>12,13</sup> Avec une moyenne de 10 appareils d'anesthésie fonctionnant 2 000 heures par an, cela représenterait une réduction de 170 000 à 680 000 ml/an.<sup>8,14</sup> À un prix estimé à 0,50 \$/ml, cela représente une économie de 85 000 à 340 000 \$/an.\*

Des hôpitaux ont fait état de réductions significatives des agents, allant jusqu'à 58 %, en adoptant une stratégie de bas débit utilisant le contrôle automatique des gaz (AGC).<sup>13</sup> Il en résulte des économies importantes, ainsi que des réductions significatives des impacts sur l'environnement.

Réduction des coûts/an\*  
**\$ 340 000**

# Actions simples pour limiter l'impact écologique des agents anesthésiques de votre hôpital

En résumé, il existe des moyens simples de réduire l'empreinte environnementale de votre établissement sans compromettre la sécurité des patients. En choisissant des agents respectueux de l'environnement et en réduisant les débits de gaz frais, chaque anesthésiste peut réduire son impact sur l'environnement à un niveau équivalent aux émissions totales de 1 à 50 citoyens américains moyens.

## 1. Choix d'agents anesthésiques

Tous les paramètres étant égaux, le remplacement du desflurane par le sevoflurane peut réduire l'impact sur l'environnement de 96 %.<sup>15</sup>

## 2. Utiliser l'anesthésie à bas débit lorsque cela est possible

Des débits de gaz frais plus faibles réduisent considérablement la consommation d'agents, ce qui a des conséquences positives pour les patients, les dépenses hospitalières et l'environnement.<sup>13</sup>

## 3. Éviter les fuites

Cela peut sembler évident, mais éviter les déversements de liquides volatils peut réduire l'empreinte environnementale d'une installation.

## 4. Éviter l'utilisation du protoxyde d'azote

Le protoxyde d'azote est utilisé à des concentrations plus élevées que les autres agents anesthésiques et a une demi-vie atmosphérique extrêmement longue. La limitation de l'utilisation du N<sub>2</sub>O peut réduire considérablement les émissions de gaz à effet de serre.<sup>16,17</sup>

Le respect de ces quelques principes de base peut permettre de réduire de 99 % les émissions de gaz à effet de serre tout en préservant la commodité et les avantages de l'anesthésie volatile.



## Biographie d'Alain Kalmar

Prof. Dr. Kalmar est anesthésiste à l'hôpital St-Jean de Bruges en Belgique et professeur invité à l'université de Gand, au département d'électronique et de systèmes d'information. Il a obtenu un diplôme en ingénierie biomédicale avant de suivre une formation en anesthésie à l'hôpital universitaire de Gand. Il a obtenu un doctorat en sciences médicales à l'université de Groningue, un doctorat en ingénierie à l'université de Gand et un MBA à la Vlerick Business School. Il s'intéresse particulièrement à la durabilité des soins de santé et s'emploie à sensibiliser le public aux effets des anesthésiques volatils sur l'atmosphère.

## Références

1. IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#FullReport>
2. US National Oceanic and Atmospheric Administration. <https://www.noaa.gov/news/2022-was-worlds-6th-warmest-year-on-record> accessed 2023/06/05
3. Climate Tipping Points. Insights for effective policy action. OECD report 2022. <https://www.oecd.org/environment/climate-tipping-points-abc5a69e-en.htm> accessed 2023/06/05
4. Gadani H, Vyas A. Anesthetic gases and global warming: Potentials, prevention and future of Anesthesia. *Anesth Essays Res.* 2011; 5: 5–10.
5. Vollmer MK, Rhee TS, Rigby M, et al. Modern inhalation anesthetics: Potent greenhouse gases in the global atmosphere. *Geophys Res Lett.* 2015;42:1606-1611.
6. <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases#f-gases> Accessed 2024-04-26
7. Charlesworth M, Swinton F. Anaesthetic gases, climate change, and sustainable practice. *The Lancet.* 2017;1:e216-e217.
8. Ryan SM, Nielsen CJ. Global Warming Potential of Inhaled Anesthetics: Application to Clinical Use. *Anesth Analg.* 2010; 11: 92-98.
9. Epstein RH, Dexter F, Maguire DP, et al. Economic and Environmental Considerations During Low Fresh Gas Flow Volatile Agent Administration After Change to a Nonreactive Carbon Dioxide Absorbent. *Anesth Analg.* 2016;122:996–1006.
10. Langbein T, Sonntag H, Trapp D, et al. Volatile anaesthetics and the atmosphere: atmospheric lifetimes and atmospheric effects of halothane, enflurane, isoflurane, desflurane and sevoflurane. *Br J Anaesth.* 1999; 82: 66-73.
11. Tay S, Weinberg L, Peyton P, et al. Financial and environmental costs of manual versus automated control of end-tidal gas concentrations. *Anaesth Intensive Care* 2013;41: 95-101.
12. Lucangelo U, Garufi G, Marras E, et al. End-tidal versus manually-controlled low-flow anaesthesia. *J Clin Monit Comput.* 2014; 28: 117-121.
13. Kalmar AF, Nicky Van Der Vekens, Frédéric De Rydt, Silvie Allaert, Marc Van De Velde, Jan Mulier. Minimizing sevoflurane wastage by sensible use of automated gas control technology in the flow-i workstation: an economic and ecological assessment. *J Clin Monit Comput* (2022) <https://doi.org/10.1007/s10877-021-00803-z>.
14. Laster MJ, Fang Z, Eger EI 2nd. Specific gravities of desflurane, enflurane, halothane, isoflurane, and sevoflurane. *Anesth Analg.* 1994; 78: 1152-1153.
15. Yasny JS, White J. Environmental implications of anesthetic gases. *Anesth Prog.* 2012 Winter;59(4):154-158.
16. Axelrod D, Bell C, Feldman J, et al. Greening the Operating Room and Perioperative Arena: Environmental Sustainability for Anesthesia Practice. *American Society for Anesthesiologists.* Revised 2017. *Anest Prog* 2012; 59: 154-158.
17. Sherman J, Le C, Lamers V, Eckelman M. Life cycle greenhouse gas emissions of anesthetic drugs. *Anesth Analg.* 2012; 114: 1086-1090.

Ces informations s'adressent exclusivement aux professionnels de la santé ou à d'autres publics professionnels et sont fournies à titre d'information, ne sont pas exhaustives et ne doivent donc pas se substituer au mode d'emploi, au manuel d'entretien ou à un avis médical. Getinge ne peut être tenu responsable de toute action ou omission d'une partie sur la base de ce matériel, et l'utilisateur s'y fie à ses propres risques.

Toute thérapie, solution ou produit mentionné peut ne pas être disponible ou autorisé dans votre pays. Les informations ne peuvent être copiées ou utilisées, en totalité ou en partie, sans l'autorisation écrite de Getinge.

PUB-2024-0672-A, version d'octobre 2024

**Fabricant** · Maquet Critical Care AB · 171 54 Solna, Sweden · Phone: +46 (0)10-335 00 00 · [info@getinge.com](mailto:info@getinge.com)

Getinge France, société par actions simplifiées au capital de 8.793.677,10 euros, dont le siège social est situé à MASSY (91300) – Carnot Plaza, 14/16 Avenue Carnot - immatriculée sous le numéro 562 096 297 RCS EVRY · 02 38 25 88 88 · [accueil.FRARD@getinge.com](mailto:accueil.FRARD@getinge.com)

© 2024 Getinge | Getinge et **GETINGE**  sont des marques ou des marques déposées de Getinge AB, ou ses filiales | Maquet Critical Care AB 2024, DMS-0007229 | Tous droits réservés.

**GETINGE** 