

ANESTHÉSIE INHALATOIRE À OBJECTIF DE CONCENTRATION (AINOC)

Frédérique Servin

Service d'anesthésie- réanimation chirurgicale- APHP – HUPNVS – Hôpital Bichat, 46, rue Henri Huchard - 75018 Paris. E-mail : frederique.servin@aphp.fr

L'AINOC, DÉFINITION

L'anesthésie inhalatoire à objectif de concentration est un mode d'administration des halogénés par lequel l'anesthésiste désigne la concentration télé-expiratoire qu'il souhaite obtenir (cible, consigne), charge au respirateur de l'atteindre et de la maintenir stable dans le temps, jusqu'à modification de la consigne.

1. L'AINOC, POURQUOI ?

En anesthésie, l'effet obtenu est proportionnel à la concentration de l'agent en face des récepteurs, à tel point que la mesure de l'effet sert à définir cette concentration dite au site d'action. Cette concentration est à son tour reliée directement par un facteur temps à la concentration plasmatique, qui par commodité dans le cas des agents inhalés, est le plus souvent assimilée à la concentration alvéolaire, dont le reflet est la concentration télé-expiratoire. Ainsi le moteur de l'effet hypnotique des anesthésiques inhalés est cette concentration télé-expiratoire, et son contrôle permet de contrôler l'effet.

Malheureusement, pour des raisons écologiques et économiques, l'administration des agents inhalés se fait aujourd'hui toujours en circuit semi-fermé, avec des débits de gaz frais recommandés autour de 1 l.min^{-1} , voire $0,5 \text{ l.min}^{-1}$. Les évaporateurs sont extérieurs au circuit, directement couplés au débit de gaz frais (i.e. cuves à léchage), et par conséquent les modifications de la fraction délivrée des vapeurs halogénées sont amorties par les faibles débits de gaz frais. A de tels débits, la concentration télé-expiratoire obtenue n'a qu'un lointain rapport avec la consigne réglée par l'anesthésiste (concentration délivrée, débit de gaz frais) [1] (Figure 1 et 2). L'obtention d'une concentration donnée ne peut être acquise que par tâtonnements, un processus peu précis et consommateur de temps. Ceci est vrai dès le début de l'administration, mais devient critique lorsque l'état du patient impose de modifier la concentration souhaitée : quelle nouvelle concentration délivrée ? De combien modifier le débit de gaz frais ?

Ainsi, les agents dont la cinétique est la plus favorable à une titration efficace perdent-ils tous leurs avantages pendant l'entretien de l'anesthésie en circuit fermé. Toute tentative d'augmenter la maniabilité de ces agents ne peut se faire qu'en augmentant le débit de gaz frais, donc la consommation d'agents et le rejet de grandes quantités de polluants dans l'atmosphère.

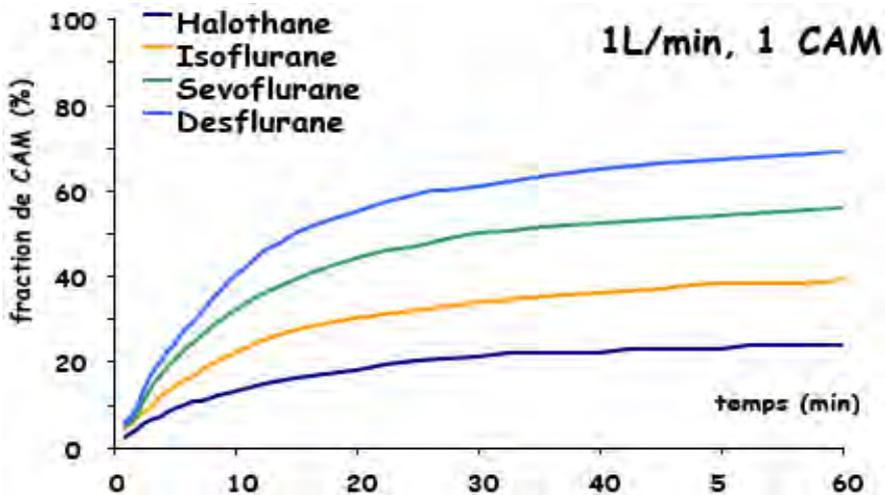


Figure 1 : évolution de la concentration télé-expiratoire d'halogénés lors d'une administration en circuit semi-fermé (1 l.min⁻¹). Simulation réalisée avec GazmanTM

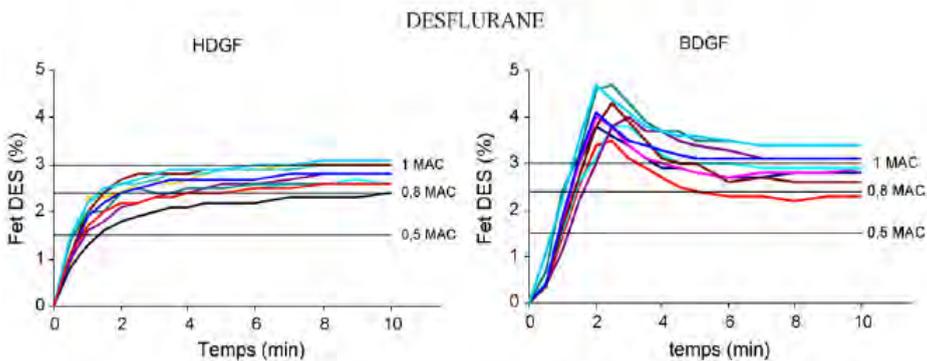


Figure 2 : évolution des concentrations télé-expiratoires de desflurane lors d'un début d'administration à haut (HDGF) ou à bas (BDGF) débit de gaz frais. D'après Quenet et al. [1].

2. DIFFÉRENCES AVEC L'ANESTHÉSIE INTRAVEINEUSE À OBJECTIF DE CONCENTRATION (AIVOC)

L'exemple de l'AIVOC a représenté un défi pour les fabricants de respirateurs qui ont proposé aux anesthésistes des machines capables de répondre au besoin d'obtenir et d'entretenir une concentration cible donnée de desflurane ou de sévoflurane.

Par rapport à l'AIVOC, où il n'y a pas de moyen simple de vérifier que la concentration prédite correspond bien à la concentration obtenue chez le patient, l'AIVOC a l'immense avantage que les concentrations d'halogénés peuvent être mesurées

instantanément. D'ailleurs, les algorithmes de l'AINOC ne sont que partiellement fondés sur des modèles pharmacocinétiques, et comportent une partie de feedback sur la concentration effectivement mesurée chez le patient. La conséquence est que très rapidement et chez tous les patients, la cible est obtenue avec précision et très peu de variabilité interindividuelle (Figure 3). La précision de l'administration perdure pendant toute la durée de l'anesthésie (Figure 4).

Par contre, avec les halogénés comme avec les agents intraveineux, la concentration au site d'action, qui génère l'effet, est retardée par rapport à la concentration télé-expiratoire ou plasmatique. Ainsi, l'AINOC aujourd'hui peut-elle être assimilée à une AIVOC plasmatique, mais pas à une AIVOC ciblant le site effet. Les données pour franchir ce pas existent cependant dans la littérature [2] et pourront sans doute représenter une étape ultérieure. L'estimation de la concentration d'halogénés au site d'action est déjà proposée par certains dispositifs de monitoring tels le Smart Pilot View™.

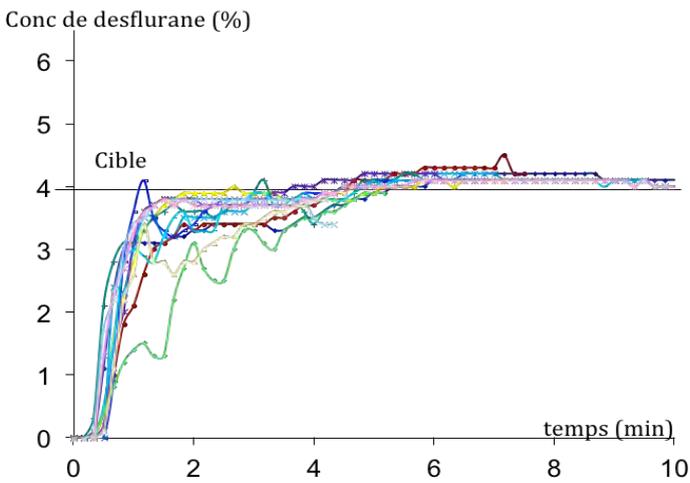


Figure 3 : début d'administration de Desflurane à objectif de concentration (Zeus™), cible télé-expiratoire à 4 %. Notez la faible variabilité interindividuelle par rapport à la Figure 2.

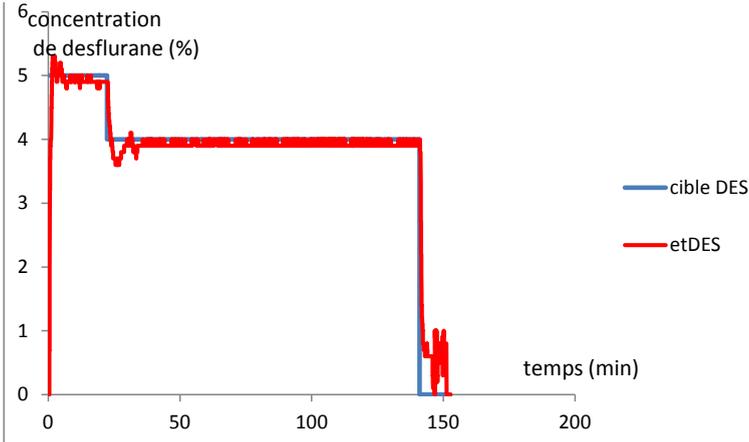


Figure 4 : évolution de la concentration télé-expiratoire de desflurane au cours d'une anesthésie à objectif de concentration (Aisys™)

3. L'AINOC DANS LA LITTÉRATURE ANESTHÉSIQUE

Le premier respirateur à proposer une administration à objectif de concentration dans un circuit complètement fermé fut le Physioflex™, et il fut à l'origine des premières publications sur le sujet dès les années 90 qui déjà soulignaient la réduction importante de la consommation de vapeurs [3]. Ce ne fut cependant qu'avec la commercialisation du Zeus™ (Dräger) en 2003 que des données plus précises et correspondant à une réelle utilisation clinique ont été mises à la disposition des praticiens [4], après de premières analyses in vitro [5]. Tous les travaux ont montré une diminution importante de la consommation de vapeurs halogénées, et une réduction significative de la charge de travail de l'anesthésiste. Par ailleurs, ces systèmes sont tous associés à un asservissement de la fraction inspirée (ou expirée) d'oxygène qui régule la fraction délivrée au cours du temps pour éviter l'habituel appauvrissement en oxygène du mélange inhalé par accumulation d'azote ou de protoxyde d'azote [6]. Avec les respirateurs qui n'ont pas de limite inférieure pour le débit de gaz frais, ce débit a même pu servir d'estimation de la consommation d'oxygène du patient [7]. Ces données ont été confirmées avec d'autres dispositifs, en particulier l'Aisys™ (G.E.).

4. QUELS RESPIRATEURS AUJOURD'HUI ? CRITÈRES DE CHOIX

- Le Zeus™ (Dräger). Ce respirateur, commercialisé en 2003, est le descendant direct du Physioflex™. Il comporte un circuit complètement fermé dans lequel les gaz circulent très rapidement (environ 50 l.min⁻¹), poussés par une turbine. Les halogénés y sont directement injectés sous forme de vapeur concentrée indépendamment du débit de gaz frais, et en particulier de l'oxygène. Le ballon réservoir, dédié, y est maintenu à un niveau constant de remplissage. S'il a tendance à se vider, le débit de gaz frais augmente ce qui procure une compensation automatique des fuites. Si au contraire le ballon se surgonfle, le débit de gaz frais diminue sans limitation, et peut même s'annuler pendant un ou deux cycles respiratoires. Ce débit de gaz frais a ainsi pu servir à estimer la consommation d'oxygène du patient. Le Zeus™ a dans son circuit deux analyseurs de gaz dont les résultats doivent être cohérents pour que l'AINOC soit possible. La FiO₂ est également asservie, ce qui permet de maintenir la valeur cible de FiO₂ quelle que soit la durée de l'intervention, à l'inverse de ce qui est observé avec un circuit traditionnel. Le Zeus est plus maniable que ne l'était le Physioflex™ en ce sens qu'il peut également être utilisé comme un circuit filtre traditionnel.
- Le Félix AINOC™ (Taema), fait partie de la gamme des « Felix » avec la version classique et le Félix Dual, qui permet d'administrer du Xénon.
- L'Aisys™ avec module Fet (GE). L'Aisys™ est un respirateur à soufflet ascendant dans lequel un module d'AINOC peut être introduit. Il dispose d'un analyseur de gaz unique, mais qui prélève les gaz alternativement sur les branches inspiratoire et expiratoire du circuit. Au début de l'administration d'halogénés, il se calibre par un bolus très visible sur les courbes (Figure 4). La réduction du débit de gaz frais est limitée et ne peut pas descendre en dessous de 0,5 l.min⁻¹. La FeO₂ est asservie. Au réveil de l'anesthésie, il faut prendre garde à mettre le respirateur sur « purge » sinon le circuit se referme et la décroissance des concentrations est lente, ce que certains voient comme un avantage.
- Le Flow i™ (Maquet) a récemment proposé une version avec AINOC. La durée de la montée initiale des concentrations peut être adaptée par l'anesthésiste

selon une échelle sans unité qui permet de la prolonger jusqu'à une dizaine de minutes. L'intérêt clinique d'un tel dispositif par rapport à une titration adaptée à l'état du patient reste à démontrer. Le débit de gaz frais est là aussi bridé, et ne peut descendre en dessous de $0,3 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. La FiO_2 est asservie.

5. L'OPTION VAPOR-VIEW DU PERSEUS™ (DRÄGER)

Le Perseus™ (Dräger) n'est pas doté d'une option permettant de faire de l'AINOC. Cependant, moyennant des cuves particulières dotées d'une microcaméra qui enregistre la fraction délivrée, il peut, en fonction de cette fraction délivrée et du débit de gaz frais, prédire le devenir de la fraction télé-expiratoire d'halogéné dans le futur immédiat (jusqu'à 20 minutes). Cette option, appelée « vapor view » permet à l'anesthésiste d'obtenir une concentration recherchée (cible), mais c'est lui qui doit faire le travail d'ajustement pris en charge par le respirateur dans les systèmes d'AINOC.

CONCLUSION

L'AINOC a aujourd'hui atteint sa maturité par la mise à disposition des praticiens de plusieurs respirateurs dotés de cette option. Elle diminue la consommation des agents, simplifie le travail des anesthésistes et rend aux halogénés leur maniabilité peropératoire. Le praticien peut toujours s'appuyer sur la fraction télé-expiratoire mesurée de la vapeur anesthésique, et ainsi le passage du circuit semi-fermé traditionnel à l'usage de l'AINOC est simplifié et se fait naturellement. Il y a donc fort à parier que cette technique représente l'avenir de l'administration des halogénés.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Quenet E, Weil G, Billard V. Optimisation de l'administration des agents anesthésiques inhalés : débit de gaz frais ou fraction délivrée ? *Ann Fr Anesth Reanim.* 2008;27(11):900-8.
- [2] Rehberg B, Bouillon T, Zinserling J, Hoeft A. Comparative pharmacodynamic modeling of the electroencephalography-slowning effect of isoflurane, sevoflurane, and desflurane. *Anesthesiology.* 1999;91(2):397-405.
- [3] Nathan N, Sperandio M, Erdmann W, Westerkamp B, Van Dijk G, Scherpereel P, et al. Le PhysioFlex: ventilateur de circuit fermé autoregule d'anesthésie par inhalation à objectif de concentration. *Ann Fr Anesth Reanim.* 1997;16(5):534-40.
- [4] Lortat-Jacob B, Billard V, Buschke W, Servin F. Assessing the clinical or pharmaco-economical benefit of target controlled desflurane delivery in surgical patients using the Zeus anaesthesia machine. *Anaesthesia.* 2009;64(11):1229-35.
- [5] Struys MM, Kalmar AF, De Baerdemaeker LE, Mortier EP, Rolly G, Manigel J, et al. Time course of inhaled anaesthetic drug delivery using a new multifunctional closed-circuit anaesthesia ventilator. In vitro comparison with a classical anaesthesia machine. *Br J Anaesth.* 2005;94(3):306-17.
- [6] Pauchard JC, Morel L, Biais M, Nouette-Gaulain K. Rapidité d'obtention d'une concentration cible en oxygène : comparaison de l'Anesthésie Inhalée à Objectif de Concentration (AINOC) et de différents débits de gaz frais (DGF) entre les respirateurs Félix AINOC et Aisys. site de soumission de résumés médecins SFAR 2014. 2014:R208.
- [7] Gonzalez-Arevalo A, Gomez-Arnau JI, delaCruz J, Lacoma F, Galdos P, Garcia-del-Valle S. Oxygen consumption measurement: agreement between the closed-circuit PhysioFlex anaesthesia machine and the Deltatrac II indirect calorimeter. *Anesth Analg.* 2003;97(6):1680-5.