

GAZ et **VAPEURS**
ANESTHESIQUES
et **ANESTHESIE**
PAR **INHALATION**
RECOMMANDATIONS

DECEMBRE 2015



SAARSIU

Société Algérienne d'Anesthésie, de Réanimation, des Soins Intensifs et des Urgences

RECOMMANDATIONS

DECEMBRE 2015

EXPERTS AYANT PARTICIPE AU TRAVAIL

O. BACHIRI,
S.M. BENSALEM,
S. BOUDIAF,
L. CHERFI,
M. DAHMANI,
A. DEHDOUH,
W. FILALI,
M. GHELAMI,
K. GUENANE,
M. GUERINIK,
A. HIRECHE,
T. IAICHE ACHOUR,
H. MAOUCHE,
R. MEHYAOUI,
R. MOKRETAR KARROUBI,
M. OUCHTATI,
O. RAHIL,
K. SAI,
R. SAKHRAOUI,
A. SOUFI,
N. SOUILAMAS,
Y. TOUHAMI

SOMMAIRE

Cinétique des gaz et vapeurs anesthésiques	5
Recommandations portant sur :	
● Cuves de vaporisation et circuits	15
● Monitoring (capno et analyseur de gaz)	21
Conduite anesthésique inhalatoire :	
● chez l'enfant	30
● chez l'adulte	37
Toxicité, exposition professionnelle et cadre réglementaire	44

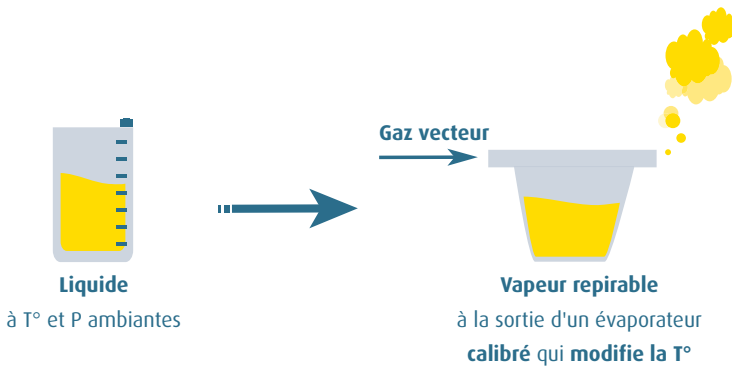
GAZ et VAPEURS ANESTHESIQUES et ANESTHESIE PAR INHALATION
RECOMMANDATIONS

CINÉTIQUE DES GAZ ET VAPEURS ANESTHÉSIIQUES

CINÉTIQUE DES GAZ ET VAPEURS ANESTHÉSIIQUES

1. Résumé des propriétés physicochimiques :

- Les anesthésiques halogénés sont **LIQUIDES** à température et pression ambiantes (Sauf le desflurane qui est spontanément gazeux à 23,5°C. C'est le plus volatil et sa cuve est spéciale avec thermostat et chambre sous-pressurisée.)
- Ils doivent être transformés en VAPEURS respirables :
 - soit par un système d'injection spécifique
 - soit par un évaporateur calibré car leur absorption est pulmonaire.
- Les principaux facteurs de VOLATILITÉ sont la température d'ébullition et la pression de vapeur saturante (pression de vapeur maximale à température donnée)

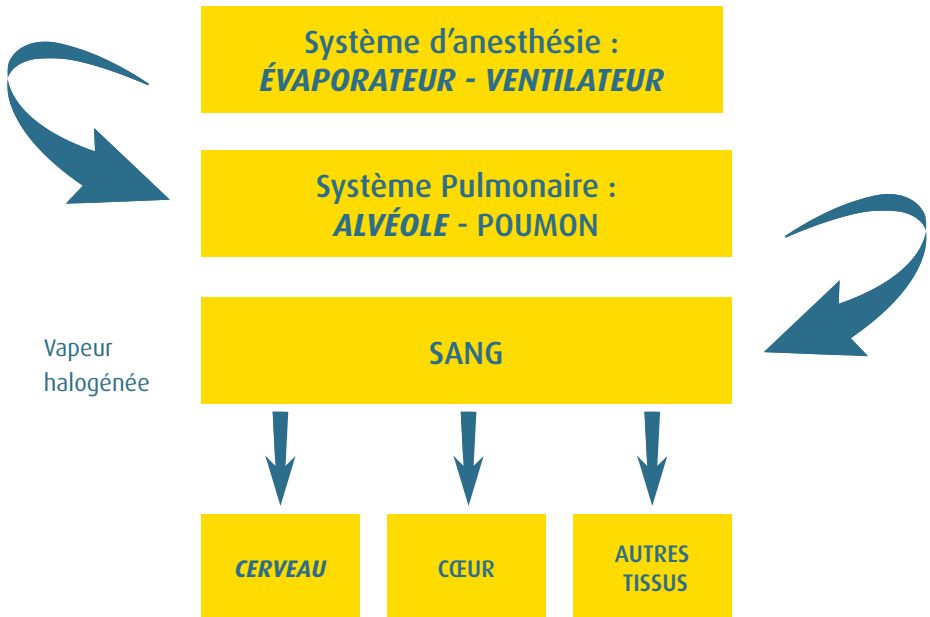


- Pour tous les halogénés, sauf le desflurane, l'évaporateur va saturer le gaz vecteur (air + O₂) par des vapeurs d'halogéné « flottant » à la surface du liquide.
- Plus on a de la facilité à obtenir de la vapeur (point d'ébullition bas, pression de vapeur saturante élevée) plus on disposera d'anesthésique à inhaler.

	SEVO	ENFLU	HALO	ISO	DES
Point d'ébullition à 1 ATA degré °C	58,6°	56°	50°	48,5°	23,5°
Pression de vapeur saturante à 20°C en mmHg	157	175	240	240	644
Autres caractéristiques	Peu stable chaux sodée			Âcreté	Âcreté

- La chaux sodée peut dégrader les halogénés :
 - Production de CO sur la chaux déshydratée.
 - Interaction avec le sévoflurane qui produit de l'oléfine, toxique rénal chez l'animal mais sans effet délétère rapporté chez l'homme.
- L'absence d'irritation des VAS avec le sévoflurane en fait un produit de choix pour l'induction au masque.

2. Pharmacocinetique



Le sommeil anesthésique dépend de la concentration cérébrale en halogéné. A l'équilibre il existe une relation proportionnelle entre concentrations alvéolaire et cérébrale: c'est pourquoi on mesure en temps réel la **concentration de fin d'expiration**.

Il existe 2 types d'utilisation des halogénés :

- induction au masque : on recherche la vitesse
- entretien au long cours, en général en circuit fermé (bas débit de gaz frais) : on recherche stabilité et réversibilité (réveil).

- **Les propriétés de pharmacocinétique appliquée qui intéressent l'anesthésiste sont :**
 - puissance anesthésique
 - vitesse d'induction
 - stabilité et réveil
 - toxicité
- Ces propriétés dépendent de **différents facteurs :**
 - propres à l'anesthésique : puissance, solubilité dans le sang et les tissus et toxicité
 - sur lesquels agit l'anesthésiste : concentration inspirée, ventilation alvéolaire, constante de temps du système respiratoire, débit cardiaque.

2.1 1^{er} facteur « anesthésique dépendant » : ppA et puissance anesthésique :

La puissance anesthésique (ou profondeur) est un facteur de **la pression partielle alvéolaire** (ppA) développée par la vapeur halogénée.

(PRESSION PARTIELLE ALVEOLAIRE : pression qu'exercerait l'halogéné s'il occupait seul le volume alvéolaire " loi de Dalton ").

En pratique on a défini une grandeur qui permet de comparer les puissances anesthésiques, **c'est la CAM : Concentration Alvéolaire Minimale** pour laquelle 50% des sujets n'ont pas de réaction motrice à l'incision chirurgicale.

HALO	ISO	ENFLU	SEVO	DES
0,76	1,15	2	2	6 à 7,25

CAM 50 en % - en O₂ pur

PLUS LA CAM EST BASSE, PLUS LA PUISSANCE EST GRANDE

Il existe, en pratique, quatre types de MAC :

- **MAC 95** : concentration alvéolaire qui empêche la réaction motrice chez 95% des individus ($\pm 1,2 \times \text{MAC}$)
- **MAC-EI** (endotracheal intubation) : concentration alvéolaire qui empêche la réaction motrice à l'intubation ($1,3 \times \text{MAC}$)
- **MAC-BAR** (blockade of adrenergic response) : pas de réaction adrénergique
- **MAC-Réveil** (MAC-awake) : 0.3 à 0.4 MAC

Halogéné et N_2O

- Le Protoxyde d'Azote ou N_2O est un gaz (et non une vapeur) très peu puissant ($\text{CAM} = 105\%$), mais qui occupe du volume alvéolaire.
- Pour un même effet anesthésique, il va permettre de diminuer la concentration nécessaire d'halogéné.
- Les CAM sont en effet additives

CAM 50	HALO	ISO	ENFLU	SEVO	DES
CAM O_2 pur	0,76	1,15	2	2	6 à 7,25
CAM + 60 % N_2O	0,25	0,5	0,6	0,66	4

LE monitoring des halogènes est donc indispensable, car il va mesurer FiHa , FeHa (= concentration cérébrale à l'équilibre) et indiquer la CAM du produit utilisé (par convention la CAM50): pour le sévoflurane en O_2 pur, le moniteur qui mesure $\text{FeHa} = 2\%$ va indiquer 1 CAM.

Exemple: SEVO induction Fi 8%, intubation à Fe 4%, et entretien en circuit à $2\text{l}/\text{mn}$ à Fi 1 à 3 % pour avoir à peu près 1 CAM (avec N_2O 70%)

2.2 2^{ème} facteur « anesthésique dépendant » : sa solubilité dans le sang

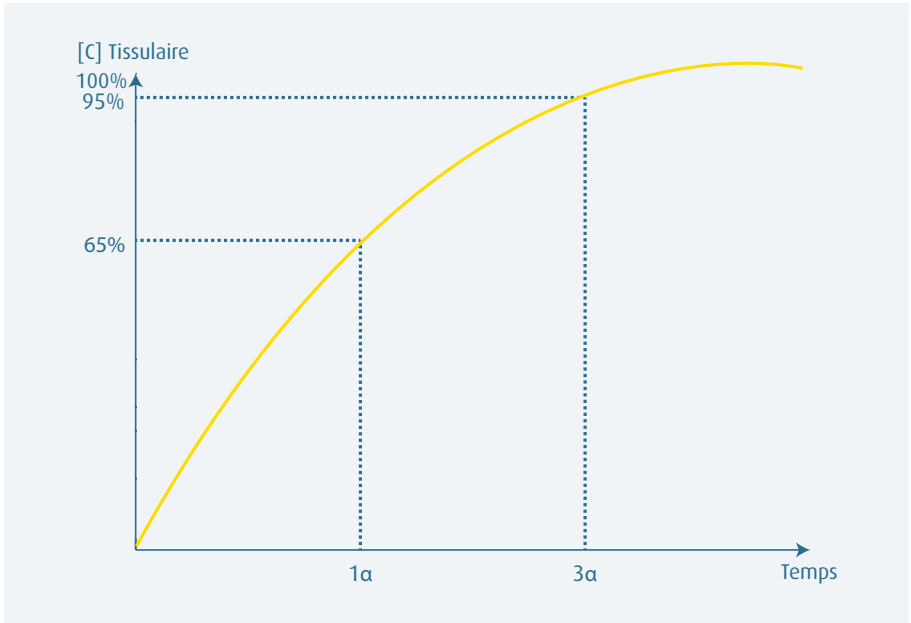
	HALO	ISO	ENFLU	SEVO	DES
CAM en %	0,76	1,15	2	2	6 à 7,25
Solubilité Sang λS	2,4	1,4	1,8	0,69	0,46

La vitesse d'élévation de la concentration cérébrale d'halogéné est inversement proportionnelle à sa solubilité dans le sang (coefficient de partage sang-air λS).

Mais pas strictement : le Sévo n'endort pas 2 fois plus vite que l'Iso à même CAM (rôles de la concentration inspirée et du transfert vers les autres tissus)

2.3 3^{ème} facteur « anesthésique dépendant » : sa solubilité dans les tissus

La notion de constante de temps (alpha) s'applique à tous les compartiments tissulaires. chaque tissu a son coefficient de partage avec l'halogéné inhalé et la stabilité de l'anesthésie n'est obtenue que quand les tissus les plus « lents » ont capté l'halogéné et sont saturés.



On admet que la concentration de sortie est égale à 95% celle d'entrée au bout de trois alpha (sorte d'équilibre entre les concentrations)

Tissus très vascularisés (**cerveau, cœur, rein**)
α = 1 à 2 minutes

Tissus gras
α ≥ 50 minutes

- **déperdition alvéolaire durable avant de saturer ce tissu**
- **explique l'apport constant d'halogéné en circuit fermé**

2.4 4^{ème} facteur « anesthésique dépendant » :
sa toxicité

2.5 1^{er} facteur « anesthésiste dépendant » :
concentration inspirée

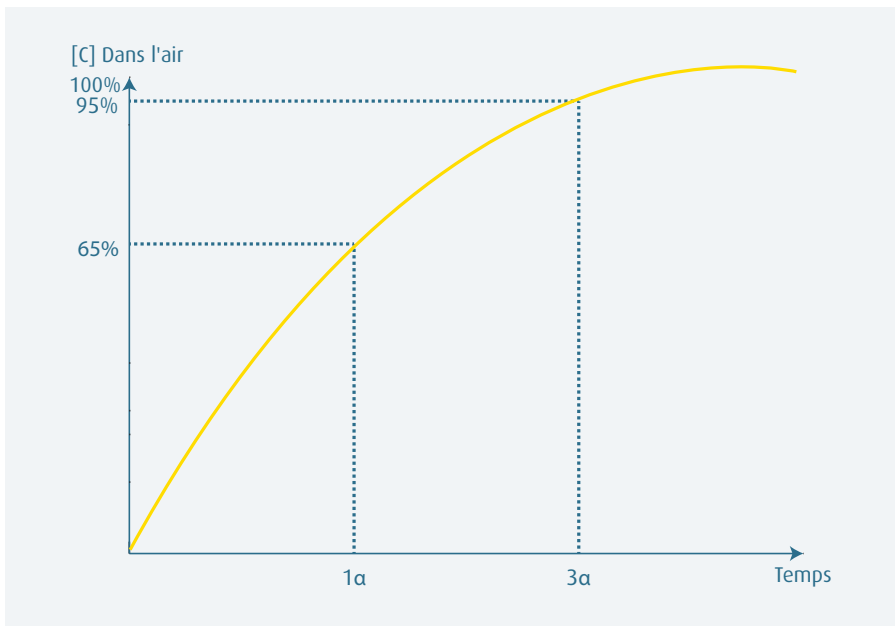
qui est un facteur majeur de la vitesse d'induction.

La concentration inspirée est plus importante que la solubilité dans le sang de l'halogéné pour la vitesse d'endormissement au masque.

Il faut adapter la concentration inspirée à l'effet anesthésique recherché (objectif CAM) et au retentissement obtenu, hémodynamique en particulier.

2.6 2^{ème} facteur « anesthésiste dépendant » :
constante de temps du système respiratoire circuit – poumon

La constante de temps alpha de l'espace circuit - poumon est le rapport entre son volume et le débit de gaz frais qui le balaye : V/Q .



Exemple d'influence de la constante de temps lors d'une induction au masque:

DGF = 8l/mn. Volume circuit soufflet du respirateur non affaissé = 4l

$\alpha = 4/8 = 30$ sec. **Et concentration sortie = 95% entrée à $3\alpha = 90$ sec.**

DGF = 8l/mm. Volume circuit soufflet du respirateur affaissé = 2l

$\alpha = 2/8 = 15$ sec. **Et concentration sortie = 95% entrée à $3\alpha = 45$ sec.**

Selon le même principe de réduction de la constante de temps pulmonaire :

- en anesthésie par inhalation au masque on peut aussi accélérer l'induction en réduisant le délai de saturation de la CRF par la technique dite de capacité vitale (expiration forcée puis inhalation par inspiration forcée bloquée au moins 45 secondes)
- chez l'enfant, l'obèse ou le sujet âgé, le délai d'endormissement est également réduit car leur CRF est diminuée.

2.7 3^{ème} facteur « anesthésiste dépendant » : ventilation alvéolaire

Dans le poumon, la ventilation alvéolaire est l'un des deux paramètres de la constante de temps : toute augmentation de ventilation alvéolaire accélère l'équilibre et l'hyperventilation augmente la concentration alvéolaire en halogéné et raccourcit le temps d'induction. Attention au passage en ventilation assistée qui peut augmenter brutalement la concentration alvéolaire et cérébrale. L'hypoventilation ralentit l'induction.

2.8 4^{ème} facteur « anesthésiste dépendant » : débit cardiaque

- Débit cardiaque élevé (anxiété, douleur) : la captation tissulaire de l'halogéné est augmentée et la concentration alvéolaire monte plus lentement : le sommeil peut être retardé.
- Bas débit cardiaque: captation tissulaire faible et accélération brutale de la montée de concentration halogénée dans l'alvéole avec sommeil immédiat mais aussi effet hémodynamique dramatique si la CAM est élevée (passage immédiat en circuit ouvert et en oxygène pur).

GAZ et VAPEURS ANESTHESIQUES et ANESTHESIE PAR INHALATION
RECOMMANDATIONS

**RECOMMANDATIONS
CUVES DE VAPORISATION
ET CIRCUITS**

RECOMMANDATIONS

3.1 Cuves de vaporisation et circuits :

Circuits anesthésiques et anesthésie inhalatoire

1 Définition

1.1 Gaz et vapeurs anesthésiques :

- **Vapeur** : état gazeux d'une substance qui à température et pression ambiantes habituelles existe à l'état liquide.
Les vapeurs sont obtenues par un processus de vaporisation.
- **La vaporisation** : est la transformation d'un liquide en **gaz**. La vaporisation peut se faire par ébullition ou évaporation.
- **Évaporation** : les molécules du liquide quittent sa surface jusqu'à ce que la pression partielle de vapeur dans l'atmosphère qui surmonte le liquide atteigne une valeur maximale. Cette valeur spécifique pour chaque liquide est appelée **pression de vapeur saturante**. On parle de vapeur saturante quand elle est en équilibre dans son contenant avec sa phase liquide.
- Le mélange de gaz administré par le système d'alimentation en gaz frais (SAGF) est dit "**gaz frais**" et il est dit "**gaz vecteur**" après avoir traversé le vaporisateur pour se charger en vapeur anesthésique. Le DGF est administré en continu, alors que le patient reçoit des volumes (Vt) par intermittence. Le DGF s'accumule dans un ballon réservoir et/ou se rajoute à un DGF.
- **Le ballon réservoir doit être le plus près possible des voies aériennes du patient.**

1.2 Circuit anesthésiques :

c'est l'ensemble des éléments (tuyaux, valves) permettant d'insuffler l'oxygène et les gaz de vapeurs anesthésiques au patient et d'éliminer le CO₂. Les gaz expirés à travers le circuit sont évacués soit vers l'extérieur, soit par passage sur un absorbeur (Chaux sodée). Ils permettent d'assurer la ventilation spontanée, assistée et contrôlée, manuelle ou automatique. L'appareil d'anesthésie comporte deux circuits : le circuit principal et le circuit accessoire.

Toute induction inhalatoire doit être réalisée à travers le circuit anesthésique principal

Un circuit est dit « ouvert » ou « semi-ouvert » s'il ne comporte pas de chaux sodée et « fermé » ou semi-fermé » s'il passe par de la chaux sodée.

La ventilation du patient en per opératoire a changé, passant du circuit totalement ouvert dans les années 50, circuit **semi-fermé** dès les années 80, et actuellement au circuit **fermé strict**.

1.2.1 Circuits à haut débit de gaz frais :

Circuit ouvert (≥ 4 litres)

- ▶ Le débit de gaz frais (DGF) doit être supérieur à la ventilation minute (VM) du sujet.
- ▶ Le ballon réservoir doit être le plus près possible des voies respiratoires du sujet.
- ▶ Le patient rejette à l'extérieur la totalité des gaz expirés.
- ▶ Le circuit est muni d'une valve de non réinhalation.

Avantages :

- Pas de ré inhalation.
- Si un anesthésique volatil est utilisé, la concentration inhalée est assez précise. Les modifications de la concentration de l'halogéné sont rapides.

Inconvénients :

- Coût élevé : **dix fois** plus de gaz inhalés non utilisés par le patient
- Pollution de l'atmosphère par les gaz expirés.

1.2.2 Circuit à bas débit de gaz frais :

Circuit semi-fermé (1 à 3 litres)

- ▶ Le débit de gaz frais est inférieur à la VM mais supérieur à la consommation du patient.
- ▶ Autorise la réinhalation des gaz expirés, rendue possible par le passage de ces gaz sur la chaux sodée (réchauffe, hydrate, épure et extrait le CO₂).
- ▶ Comporte deux valves unidirectionnelles et une valve expiratoire, le réservoir à chaux sodée ou " canister ", une alimentation en gaz frais et un ballon réservoir.

Avantages :

- Système économique.
- Réchauffement et humidification des gaz expirés grâce à la chaux sodée.
- Pas de pollution.

Inconvénients :

- Coût initial d'équipement (Appareils coûteux et sophistiqués)

Précautions :

- **Les deux valves unidirectionnelles doivent être situées loin du raccord en Y.**
- **Le réservoir de chaux sodée doit être vertical sur le circuit des gaz expirés.**

1.2.3 Circuit à très bas débit de gaz frais :

Circuit fermé (\leq 1 litre)

- ▶ La ventilation en circuit semi fermé ou fermé pourrait être à l'origine de ré-inhalation excessive de gaz rejeté par le patient si on n'utilise pas un analyseur des gaz expirés.

2 Entretien du matériel d'anesthésie inhalatoire

2.1 Quotidiennement :

vérification des circuits principal et accessoire, des valves, ballons, de la pression des gaz frais (3.5 ± 0.07 bar), avec $P.O_2 > P.Air > P.N_2O$

La vérification comporte plusieurs étapes :

- A) l'inspection à la recherche d'éléments manquants ou assemblés de façon incorrecte (malgré les systèmes de détrompage, en particuliers sur les valves de Digby Leigh)
- B) le contrôle des valves
- C) le test d'étanchéité des valves
- D) le contrôle du fonctionnement du circuit en ventilation spontanée et en manuel
- E) La vérification du fonctionnement de la valve de surpression (Éviter les barotraumatismes)

2.2 Régulièrement :

les vaporisateurs peuvent administrer des concentrations de vapeurs d'halogénés très différentes de celles affichées sur le bouton de réglage.

Pour cela, il est nécessaire de vérifier leur précision, régulièrement, au moins une fois par an.

Il est aussi conseillé de vérifier l'étanchéité des vaporisateurs chaque fois qu'il est retiré ou rajouté sur la rampe de suspension.

Lors de cette opération, il faut maintenir la cuve en position verticale.

GAZ et VAPEURS ANESTHESIQUES et ANESTHESIE PAR INHALATION
RECOMMANDATIONS

RECOMMANDATIONS
MONITORAGE

RECOMMANDATIONS

3.2 Monitoring (capno et analyseur de gaz):

monitorage des gaz en anesthésie

Il a été rapporté que le **monitorage des gaz expirés** par les patients était **sur, fiable** et **sécurisant** lors d'une anesthésie générale utilisant de l'oxygène, du protoxyde d'azote, et des gaz halogénés.

1. Monitoring directe du protoxyde d'azote

Du fait de la cinétique rapide du N_2O , le seul **monitorage de la concentration inhalée** de protoxyde d'azote apparaît suffisant.

Par ailleurs, du fait de l'utilisation de fortes concentrations d'une part, de pannes matérielles malheureusement toujours possibles d'autre part, il est essentiel de faire porter le **monitorage sur la fraction inhalée en protoxyde d'azote**, afin de ne pas administrer de **mélange hypoxique**.

2. Monitoring d'oxygène

2.1 Concentration inhalée en oxygène (FiO_2)

Le monitoring de l'oxygène est essentiel, car tout défaut d'apport en oxygène engage le pronostic vital du patient. Le monitoring de FiO_2 est un monitoring vital, dont **devrait bénéficier tout patient ventilé** à l'aide d'un circuit anesthésique.

En effet, le monitoring de FiO_2 surveille le bon fonctionnement du circuit. Lui seul donne l'assurance que le patient n'est pas ventilé avec un mélange hypoxique.

Une baisse inattendue de FiO_2 doit faire rechercher une fuite ou une déconnexion à un niveau quelconque sur le circuit. Avec un **circuit-filtre**, il peut s'agir d'un apport **excessif en N_2O** face à un faible débit d' O_2 .

Par ailleurs, la surveillance de FiO_2 est un monitoring indirect de FiN_2O . Quand on administre un mélange $\text{O}_2/\text{N}_2\text{O}$, on peut admettre que $\text{FiN}_2\text{O} = 100 \text{ vol } \% - \text{FiO}_2$.

Cependant, si cette simplification est vraie lors de la ventilation avec un circuit ouvert ou un circuit-filtre avec haut débit de gaz frais, **elle ne peut être acceptée** telle quelle lors d'une ventilation **à bas débit de gaz frais**. Dans ce cas en effet, de l'air (donc de l'azote) peut être aspiré au niveau d'une ouverture même minuscule (fissure, tuyau mal ajusté, valve mal fermée), par exemple lors de la descente du soufflet du respirateur sous l'effet de la gravité [2].

2.2 Concentration expirée en oxygène (FEO_2)

Le monitoring de FEO_2 surveille le **patient proprement dit** : il donne **l'assurance** que le patient a reçu un mélange suffisamment riche en oxygène, lorsque la FEO_2 de fin d'expiration est supérieure 20%.

Cependant FEO_2 varie tout au long de l'expiration; il est **donc indispensable** d'avoir recours un capteur rapide pour bénéficier d'une mesure fiable de la concentration d'oxygène de fin d'expiration, non polluée par le balayage premier de l'espace mort. Par ailleurs, les variations de FEO_2 observées au cours de l'anesthésie sont d'interprétation difficile, car FEO_2 dépend principalement de **trois facteurs** :

- ▶ Essentiellement de FiO_2 : toute variation de FiO_2 retentit mécaniquement sur FEO_2 ;
- ▶ Secondairement de la ventilation alvéolaire : un sujet hypo ventilé, même avec un mélange enrichi en oxygène, présente une concentration alvéolaire en O_2 relativement basse, surtout par rapport un sujet normal ventilé avec la même FiO_2 ;
- ▶ Très accessoirement de la consommation de l'organisme en oxygène (VO_2). Les modifications de la ventilation alvéolaire, et donc de la mixing pulmonaire, voire de FiO_2 , sont largement prépondérantes vis-à-vis de celles induites par une variation de VO_2 tant sur la FEO_2 elle-même que sur la différence inspirée-expirée en oxygène.

De tout ce qui précède, il résulte que le monitoring de la **concentration inspirée en oxygène est primordial** en toutes circonstances. En revanche, celui du **protoxyde d'azote** ne se justifie guère qu'en cas d'utilisation de **mélanges de trois gaz** ou d'un **circuit-filtre à bas débit**. Ce monitoring peut alors se limiter à la seule concentration inspirée de protoxyde d'azote.

3. Monitoring des agents anesthésiques halogènes (AAH)

Le monitoring des AAH est justifié par trois types de préoccupation : **cinétiques, pharmacodynamiques et matérielles.**

3.1 Rappels

- ▶ A l'inverse du protoxyde d'azote, les agents halogénés ont une solubilité élevée, en particulier dans le sang ($\lambda_S = 2,3$ pour l'halothane, $1,78$ pour l'enflurane et $1,41$ pour l'isoflurane).
- ▶ La profondeur de l'anesthésie dépend de la concentration cérébrale en AAH, très proche de la concentration alvéolaire lorsque le pseudo-plateau est atteint.
- ▶ Seul le monitoring des concentrations expirées en AAH permet de savoir quelle est la concentration alvéolaire réelle du sujet et permet d'adapter au plus vite l'administration de l'AAH, de façon à avoir une concentration expirée stable et donc éviter un approfondissement ou un allègement inopiné de l'anesthésie.

3.2 Monitoring de la concentration inhalée (FIAAH)

FEEAH est proche de la concentration alvéolaire et la profondeur de l'anesthésie est liée la concentration cérébrale en AAH, dont la concentration alvéolaire est un bon reflet, une fois le pseudo-plateau atteint.

Après quelques dizaines de minutes d'anesthésie, le monitoring de la FEEAH est un témoin de la profondeur d'anesthésie, certes indirect mais fiable. Cela permet de maintenir le niveau d'anesthésie constant, simplement en maintenant constante FEEAH, pour autant que l'imprégnation en agents anesthésiques intraveineux (morphiniques surtout) reste stable.

Ainsi le monitoring de F_{EAAH} apparaît primordial pour la conduite d'une anesthésie par inhalation.

Le maintien de F_{EAAH} à un niveau donné passe par une modification de F_{IAAH}. Celle-ci dépend de F_{DAAH} et du débit de gaz frais. Toute modification de F_{IAAH} n'est pas instantanée et son retentissement sur F_{EAAH} est nécessairement retardé. Ce retard peut aller jusqu'à 15 min en circuit semi-fermé. Pour accélérer une variation de F_{EAAH}, on peut modifier F_{IAAH} plus brutalement, au-delà de ce qui sera nécessaire en phase d'entretien (par une augmentation franche de F_{DAAH} et/ou du débit de gaz frais), ou augmenter la ventilation alvéolaire.

Le premier point requiert impérativement le monitoring de F_{EAAH} si on ne veut pas dépasser le but fixé et risquer un approfondissement ou un allègement excessif de l'anesthésie, d'autant que le retentissement hémodynamique et/ou respiratoire de l'anesthésie peut amplifier cette modification de la profondeur d'anesthésie. Comme pour tous les gaz alvéolaires, la concentration alvéolaire en AAH dépend de la mixing pulmonaire, appréciée par le rapport ventilation/perfusion. A débit cardiaque constant, une augmentation de la ventilation accélère les modifications de F_{EAAH} et donc de la concentration cérébrale: accélération et approfondissement de l'anesthésie lors de l'induction, accélération de l'élimination de l'AAH et donc du réveil lors de l'arrêt de son administration. Une baisse de ventilation a les effets inverses (ralentissement de l'induction, retard de réveil). Ainsi il est indispensable d'assister la ventilation du sujet non seulement à l'induction, mais aussi au réveil, tant que le niveau souhaité de F_{EAAH} n'est pas atteint.

A ventilation constante, le débit sanguin pulmonaire représente la principale fuite d'AAH hors du poumon. Par exemple toute augmentation du débit cardiaque se traduit par une baisse de F_{EAAH}. Chez le sujet en ventilation spontanée, on assiste à des variations concomitantes de la ventilation alvéolaire et du débit cardiaque. De ce fait, il est difficile d'apprécier la part de l'un et de l'autre surtout de prévoir leur retentissement sur la profondeur de l'anesthésie. Seul le monitoring de F_{EAAH}, au mieux couplé à celui de la ventilation, permet de répondre assez simplement la double question ; que se passe-t-il ? que peut on faire ?

En ventilation contrôlée, une fois le pseudo-plateau atteint et à FIAAH constante, donc en situation « stable », l'évolution de FEAAH ne dépend plus que du débit cardiaque. Ainsi une baisse de FEAAH traduit une augmentation du débit cardiaque. C'est un signe précoce de réveil, la disparition des effets des agents anesthésiques non halogénés (défaut de morphiniques par exemple). A l'inverse, une hausse rapide de FEAAH est le reflet d'une baisse de débit cardiaque, quelle qu'en soit la cause: approfondissement de l'anesthésie par un agent intraveineux ; insuffisance cardiaque (accident ischémique chez un sujet coronarien par exemple) ; embolie pulmonaire, quelle qu'en soit l'origine, d'autant que s'y associe un effet espace mort; baisse du retour veineux par hypovolémie (saignement, exsudation), par compression auriculaire ou cave, par pneumothorax, etc. Enfin une chute de FEAAH peut être le témoin d'un débranchement inopiné, mieux déposé par la surveillance de la spiromètre, des pressions respiratoires et de la capnographie.

En résumé :

Il se dégage de tout ce qui précède deux axes essentiels :

- ▶ Le monitoring de la **concentration inspirée** en halogéné, ou mieux de la concentration délivrée par les évaporateurs, permet de dépister la plupart des **accidents de cuve**; accessoirement, il permet de mieux appréhender le fonctionnement des circuits d'anesthésie, en particulier des circuit-filtres ;
- ▶ Le monitoring de la **concentration expirée** en halogéné est une aide précieuse au **maintien** d'une anesthésie stable; il donne en outre des renseignements sur la mixing pulmonaire qui dépassent le cadre des halogénés.

4. Rappels

Le monitoring du **protoxyde d'azote** et des **gaz anesthésiques** est réalisé au mieux au niveau de la branche-patient de la **pièce en Y** du circuit d'anesthésie. Du fait de la rapidité de réponse des capteurs, cela permet de surveiller simultanément les concentrations inspirées et expirées.

Le monitoring des **fractions inspirées** permet la surveillance du **circuit d'anesthésie**. Le monitoring de **FiO₂** est **indispensable** pour éviter toute **hypoxie**, potentiellement mortelle. La surveillance de la concentration inspirée en halogénés **peut être utile** (adaptation rapide de leur administration, dépistage des accidents de cuve), alors que celle du **protoxyde d'azote** n'a d'intérêt en dehors des **circuits à bas débit**.

Le monitoring des **fractions expirées** permet la surveillance **du patient** et donc l'adaptation de l'anesthésie à celui-ci. Le monitoring de la **concentration expirée** en halogéné est **particulièrement utile**, tant **pour l'anesthésie par inhalation** proprement dite (en particulier lorsque le débit de gaz frais est faible) que pour indiquer des **variations du débit cardiaque** du patient.

La surveillance de la **concentration expirée en O₂** est **indispensable** en l'absence de monitoring de FiO₂. Celle du N₂O a encore moins d'intérêt que celle de sa concentration inhalée. D'une façon générale :

- ▶ le monitoring de FiO₂ est **indispensable**.
- ▶ Le monitoring des gaz halogénés est d'autant plus **utile** que le circuit utilise un plus **faible débit de gaz frais**.

GAZ et VAPEURS ANESTHESIQUES et ANESTHESIE PAR INHALATION
RECOMMANDATIONS

RECOMMANDATIONS
Conduite anesthésique
inhalatoire

RECOMMANDATIONS

3.3.1 Conduite anesthésique inhalatoire chez l'enfant (Induction, entretien, réveil, situations particulières)

Introduction

L'anesthésie inhalatoire représente la technique de choix chez le jeune enfant. Son indication originelle était la mise en place d'une voie veineuse périphérique avant l'acte chirurgical; depuis, ses indications ont beaucoup évoluées grâce à l'apparition de nouveaux halogénés qui, du fait de leurs sécurité et propriétés pharmacocinétiques, permettent de réaliser également une intubation trachéale et la mise en place d'un masque laryngé. Toutefois, la réussite de cette technique est conditionnée par une bonne connaissance des principes régissant sa réalisation.

Particularités pharmacocinétiques des halogénés chez l'enfant

- Quelques notions à connaître :
- ▶ **La fraction délivrée (Fd)** : C'est la concentration affichée sur l'évaporateur, elle est réglée par l'anesthésiste. La concentration délivrée par l'évaporateur est dirigée vers le ventilateur. Cette concentration est diluée dans l'espace mort du circuit.
- ▶ **La fraction inspirée (Fi)** : C'est la fraction qui arrive au patient et qui entre dans le poumon, elle est lue sur l'analyseur de gaz.
- ▶ **La fraction alvéolaire (Fa)** : Elle correspond à la concentration alvéolaire de l'halogéné, elle peut être estimée par la fraction télé- expiratoire (Fet) lue sur l'analyseur de gaz. Elle est à l'état d'équilibre un témoin très fiable de la concentration cérébrale de l'halogéné.

- **Constante de temps :** La constante de temps reflète le délai existant entre une modification des concentrations des gaz frais et la modification des concentrations dans le mélange inspiré.

Un volume « V » traversé par un débit de gaz « Q » permet de définir la constante de temps comme étant $\alpha = V/Q$. Pour que la concentration de sortie de « V » soit égale à 95% de sa concentration d'entrée il faut 3 constantes de temps.

► **La MAC, la MAC-BAR, MAC awake :**

- Concentration alvéolaire minimale exprimée en pourcentage volumique.
- La MAC correspond à la Fa pour laquelle 50% des patients bougent lors de l'incision chirurgicale.
- La MAC – BAR : c'est la concentration qui bloque une réaction cardiovasculaire à l'incision ; elle est de 1,5 MAC.
- La MAC-awake : concentration qui provoque la perte de conscience chez 50% des patients ; elle est de 0,3 – 0,4 MAC.
- Un morphinique diminue la MAC de plus de 60% et la MAC-BAR jusqu'à 90%, effet modeste sur la MAC awake.
- La MAC d'intubation est de 40 % plus élevée que la MAC nécessaire à l'incision

	MAC halothane (%)	MAC sevoflurane (%)	MAC isoflurane (%)	MAC desflurane (%)
NN	0,90		1,60	9,20
0-6 mois	1,20	3,10	1,90	9,40
6-12 mois	1	2,70	1,80	9,90
36-60 mois	0,90	2,50	1,60	8,60
Adulte	0,75	1,7 - 2	1,15	6

- Le but de l'induction inhalatoire chez l'enfant est d'obtenir une concentration cérébrale efficace permettant un accès veineux périphérique, voire une intubation trachéale. Cette concentration sera d'autant plus rapidement atteinte que la fraction alvéolaire en gaz halogéné est importante. Celle-ci dépend à son tour de la liposolubilité de l'agent anesthésique, du volume alvéolaire à saturer et de la fraction inspirée.
- Certaines spécificités pharmacologiques et physiologiques de l'enfant permettent d'accélérer l'ascension de la fraction alvéolaire et d'obtenir une induction rapide équivalente à une induction intraveineuse.
- La capacité résiduelle fonctionnelle (CRF), plus basse chez l'enfant, ainsi qu'une ventilation alvéolaire plus importante que chez l'adulte permettent une augmentation plus rapide de la fraction alvéolaire. De plus, l'augmentation du débit cardiaque associé à une proportion d'organes richement vascularisés supérieure à l'adulte, accélèrent également l'induction, car la majorité du débit cardiaque sera dirigée vers le cerveau.

Indications de l'anesthésie inhalatoire chez l'enfant

- L'anesthésie inhalatoire peut être réalisée à tout âge.
- Toutefois, afin d'éviter le stress secondaire à la mise en place des voies veineuses périphériques, pouvant générer des troubles du comportement postopératoires, l'induction inhalatoire s'impose chez les enfants âgés de moins de 6 ans, car elle permet une immobilisation et une veinodilatation.
- Cette technique sera également choisie en cas d'intubation difficile, d'anesthésies itératives et chez les enfants allergiques.
- L'induction inhalatoire partage les mêmes contre-indications que chez l'adulte.

Comment conduire une anesthésie inhalatoire chez l'enfant ?

1. Faut-il prémédiquer les enfants avant une induction inhalatoire ?

- Afin d'améliorer le confort de l'enfant et l'acceptation du masque facial, une prémédication sera réalisée avant une induction inhalatoire chez les enfants d'âge préscolaire.
- La clonidine à 4 µg/kg per os, 90 mn avant l'induction permettrait une meilleure anxiolyse, une bonne qualité de sédation, une meilleure acceptation du masque facial et moins d'agitations que le midazolam.

2. Quel circuit utiliser : machine ou accessoire ?

- Lors de l'induction inhalatoire, l'utilisation du circuit machine (principal) est recommandée car il permet la surveillance des gaz expirés, de la spirométrie et des pressions d'insufflations.

3. Quel agent halogéné utiliser lors de l'induction inhalatoire ?

- L'agent anesthésique à utiliser lors de l'induction inhalatoire chez l'enfant doit être non irritant pour les voies aériennes, permettant une induction rapide (peu soluble) et une bonne tolérance hémodynamique.
- Le fluothane est cardio-dépresseur, hépatotoxique et fortement soluble entraînant une induction lente et un réveil retardé, il est fortement déconseillé voire contre indiqué dans certains cas particulier chez l'enfant : obèse, intubation difficile, capitale veineux médiocre, plus les ASA2 et 3 ; cardiopathie et trouble de la conduction ainsi que les troubles du rythme
- Le sevoflurane est un halogéné peu soluble, très stable sur le plan hémodynamique et qui peut être utilisé à toutes les phases de l'anesthésie versus isoflurane et desflurane
- Le desflurane est contre indiqué pour l'induction anesthésique provoquant des spasmes laryngés à cause de son âcreté mais il peut être utilisé pour l'entretien de l'anesthésie

- Isoflurane est contre indiqué en cas de QT long congénital et décalage du segment ST, il déprime le SNA et il fortement hypotenseur.
Le Sevoflurane est l'halogéné qui répond au mieux à ce cahier des charges. Par conséquent, c'est l'agent de choix pour l'induction inhalatoire chez l'enfant.

4. Quelle est la concentration inhalée de départ du Sevoflurane ?

- Pour réduire l'incidence de l'activité épileptiforme secondaire au Sevoflurane, il faut de préférence limiter la concentration inhalée de départ à 6%.
- Une concentration plus basse retarde l'endormissement.

5. Quelle technique choisir : ventilation à volume courant ou à capacité vitale ?

- Lors de l'induction, la ventilation à volume courant peut être utilisée à tous les âges.
- Un débit de gaz frais de 6 litres est suffisant et la saturation du circuit n'est pas nécessaire.
- La ventilation à la capacité vitale n'est réalisable que chez le grand enfant, mais nécessite un apprentissage.
- La technique à la capacité vitale ne réduit pas le délai d'endormissement et le délai d'intubation.
- Il n'y a aucun avantage à pratiquer la ventilation à la capacité vitale chez l'enfant.

6. Comment délivrer le Sevoflurane : par palier ou à une concentration maximale ?

- Le Sevoflurane est bien toléré sur le plan hémodynamique, de ce fait il peut être administré d'emblée à une forte concentration. De plus, cette technique permet une induction plus rapide que l'augmentation par palier.
- L'augmentation par palier permettrait de réduire l'incidence de l'activité épileptiforme.

7. A quel moment doit-on mettre en place la canule de Guédel ainsi que la voie veineuse périphérique ? Comment ventiler l'enfant ?

- Il faut insérer la canule de Guédel après la perte du réflexe ciliaire et en cas d'obstruction des voies aériennes supérieures. Mise en place trop précocement ou de taille trop petite, elle peut entraîner un laryngospasme ou une obstruction des voies aériennes.
- L'accès veineux périphérique peut être réalisé 90 secondes après la perte du réflexe ciliaire.
- Après l'abord veineux et pour assurer une meilleure induction, l'enfant est ventilé en mode contrôlé afin de mieux monitorer les paramètres ventilatoires ainsi que la fraction expirée de l'halogéné. De plus, la ventilation manuelle entraîne une insufflation gastrique et une augmentation de la pression intra-abdominale gênant par conséquent le jeu diaphragmatique.

8. Quels sont les critères d'intubation ?

L'intubation orotrachéale ou la mise en place d'un masque laryngé ne pourra se faire qu'avec le Sevoflurane :

- Il faut réaliser une laryngoscopie ou mettre en place un masque laryngé lorsque les pupilles sont centrées.
- Cet état est atteint en moyenne en 4 minutes.
- L'utilisation de la fraction expirée de l'halogéné comme critère d'intubation est aléatoire.

9. Quel est l'intérêt d'associer des adjuvants à l'induction (NO₂, morphiniques, clonidine) ?

- Il faut associer le NO₂ au Sevoflurane lors de l'induction afin de réduire l'agitation, d'accélérer l'endormissement, de baisser la MAC de 25% et la MAC d'intubation.
- Le NO₂ ne permet pas de réduire le délai d'intubation.
- Il faut l'associer à une concentration de 50% ou 60%.

- L'association des morphiniques au Sévoflurane est synergique mais a un effet plateau.
- Elle permet de réduire : la MAC, la MAC d'intubation et le délai d'intubation.
- Les morphiniques doivent être administrés en prenant en considération leurs pharmacocinétiques afin de coïncider leurs pic d'effet avec celui du Sévoflurane.
- Les délais nécessaires pour atteindre l'effet optimal des morphiniques est de : 90 secondes pour l'alfentanyl, 4 minutes pour le fentanyl, 6 minutes pour le sufentanyl et 75 secondes pour le rémifentanyl. Le moment de l'administration des morphiniques dépendra de ce délai, mais aussi de la présence ou non d'une voie veineuse au préalable.
- Les doses recommandées des morphiniques sont : 10µg/kg pour l'alfentanyl, 0,2µg/kg pour le sufentanyl, 2µg/kg pour le fentanyl et 0,75µg/kg pour le rémifentanyl.
- La prémédication à la clonidine permet également la réduction de la MAC et la MAC d'intubation.

10. Faut-il associer une aide inspiratoire lors de l'induction ?

- L'application d'une aide inspiratoire lors de l'induction permet de compenser l'hypoventilation induite par le Sévoflurane (évitant ainsi un retard d'endormissement) et de monitorer correctement la fraction expirée du Sévoflurane.
- L'aide inspiratoire est introduite après l'abord veineux.

11. Quelles précautions prendre chez l'enfant épileptique ?

- L'utilisation du Sévoflurane n'est pas contre-indiquée chez l'enfant épileptique équilibré par un traitement adéquat. Certaines précautions doivent être prises pour éviter le déclenchement de l'effet épileptogène du produit :
 - Recours à la prémédication.
 - Concentration inhalée à 6%.
 - Augmentation de la concentration inhalée par paliers.
 - Éviter l'hypocapnie.
 - Une Mac d'entretien >1,5 Mac.

3.3.2 Conduite anesthésique inhalatoire chez l'adulte (Induction, entretien, réveil, situations particulières)

Introduction

L'anesthésie inhalatoire est toujours à objectif de concentration confirmée par un monitoring continu de la fraction alvéolaire, elle contribue indéniablement à l'amélioration de la qualité de l'anesthésie chez l'adulte.

Il existe deux types d'utilisation des halogénés : lors d'une induction et, ou d'un entretien d'une anesthésie.

Induction de l'anesthésie

La pratique de l'induction au masque chez l'adulte bénéficie d'un intérêt récent. C'est une alternative à la voie intraveineuse qui permet d'utiliser un même agent hypnotique pendant toute la durée d'anesthésie et est réalisée avec un contrôle des concentrations au site effecteur et cela par un analyseur des gaz.

L'induction inhalatoire reste cependant une technique très peu utilisée chez l'adulte.

Conduite de l'anesthésie

1. Choix de l'agent

Le choix de l'agent à administrer à l'induction est guidé par ses propriétés physicochimiques et pharmacocinétiques :

- **Absence d'âcreté** permettant une induction calme.
- **Faible solubilité dans le sang** (qui conditionne la puissance et la cinétique de l'halogéné et accélère l'induction)
- **Faible liposolubilité.**
- **Absence d'effets latéraux** et stabilité notamment cardiaque.

Le sevoflurane est l'agent de choix d'une induction anesthésique au masque.

2. Influence du circuit anesthésique

Au cours de l'induction la concentration de l'halogéné dans le circuit d'anesthésie dépend du:

- **Réglage de l'évaporateur**
- **Mélange gazeux** : Le sévoflurane peut être administré avec de l'oxygène seul ou avec un mélange oxygène/protoxyde d'azote.
- **Débit de gaz frais.**

3. Techniques d'induction par inhalation

L'induction peut être réalisée selon deux techniques

A) Capacité vitale

Expiration forcée puis inspiration forcée avec blocage de la respiration le plus longtemps possible ($\geq 45''$) en fin d'inspiration forcée; puis respiration normale.

L'Induction est rapide, nécessitant la coopération du patient.

B) Volume courant

Ventilation spontanée : fréquence et volume courant normaux

L'Induction est plus lente avec plus d'apnées et de mouvements involontaires, nécessite moins la coopération du patient.

4. Préparation du circuit

Nous pouvons procéder à l'induction anesthésique en utilisant le circuit ouvert ou encore le circuit avec ré inhalation

A) Circuit ouvert

- L'induction peut être rapide, en circuit ouvert la fraction inspirée est rapidement égale à la fraction délivrée $FI=FD$
- Le vaporisateur à 8% de sevoflurane d'emblée ou alors augmenter progressivement la fraction délivrée par paliers de 0.5%.

B) Circuit avec ré inhalation partielle

L'induction en circuit avec ré inhalation nécessite que le circuit anesthésique soit au préalable saturé avec du Sevoflurane :

- Saturation du circuit machine :
- Obturer la pièce en Y.
- Régler le vaporisateur à 8 %.
- Le ventilateur en ventilation contrôlée.
- Un débit de gaz frais de 8 à 10 litres .
- Un volume courant supérieur à 500 ml.

La concentration du sévoflurane dans le circuit atteint 90% de la concentration délivrée en 1 à 3 min

- Arrêt ventilation contrôlée dès que le circuit est saturé à la concentration désirée
- Vaporisateur fermé (FD=0%)

5. Prémédication et adjuvants

L'utilisation de sédatifs (Midazolam, Fentanyl-midazolam, ...) entraîne, globalement :

- une réduction du temps d'induction, avec diminution de la fraction télé expiratoire de l'halogéné
- une diminution de la réponse hémodynamique à l'intubation ou à l'insertion d'un masque Laryngé
- une réduction dans la survenue d'épisodes de toux lors de l'intubation

6. Pré oxygénation sur le circuit externe ou accessoire

Débit de gaz frais à 8 l/min (100 % O₂)

Puis choisir une des deux techniques citées précédemment (volume courant ou capacité vitale) et l'expliquer au patient

7. Branchement sur circuit machine

● Composition du mélange gazeux

- Sevoflurane + 100% O₂.
- Sevoflurane + O₂/N₂O. Ce mélange réduit :
 - Le délai d'intubation
 - La fraction délivrée
 - La concentration alvéolaire théorique.
- **Débit de gaz frais** entre 6 et 8 l/min (100 % O₂, O₂/N₂O).
- Vaporisateur à 8% de sevoflurane
- Dès la perte de conscience réduire le débit de gaz frais à 4 l/min.
- Adaptation de la fraction délivrée de Sévoflurane pour maintenir une fraction expirée cible pendant plusieurs minutes.
- La perte de conscience est définie comme la disparition de la réponse à la commande verbale.
- Pas de stimulation du patient pendant toute l'induction.
- Pas de canule oropharyngée avant la disparition du réflexe ciliaire
- Respect d'une éventuelle apnée pouvant survenir au début de l'induction.
- **Aide inspiratoire** : introduite après la perte du réflexe ciliaire, elle permet d'accélérer le délai de l'induction, assure de meilleures conditions d'intubation et limite le risque d'obstruction des VAS avec une FeCO₂ plus basse après intubation et moins d'événements respiratoires.

8. Association avec les morphiniques

- Effet synergique.
- Réduit le temps d'induction.
- Réduit le délai d'intubation et la MAC d'intubation.
- Module les effets hémodynamiques de l'intubation.
- Association bradycardisante.

9. Association avec les curares

Un curare peut être associé pour améliorer les conditions d'intubation.

10. Intubation

- Critères cliniques: La position des pupilles fixes, centrées et en myosis témoigne d'un stade III de Guedel permettant l'intubation.
- Atteinte de la CAM 95 d'intubation

11. Entretien de l'anesthésie

- Maintien d'une fraction expirée de sévoflurane proche de la CAM avec un débit de gaz frais bas à 1l/min (35 % O₂ - 65 % N₂O)
- L'isoflurane, le desflurane et le sévoflurane peuvent être utilisés après une induction intraveineuse pour l'entretien de l'anesthésie.
- L'administration des morphiniques diminue la MAC de plus de 60 % et la MAC-BAR jusqu'à 90 %,

12. Réveil

- Un halogéné de faible solubilité dans le sang permet un réveil rapide.
- Les délais de réveil sont plus courts après une anesthésie au sévoflurane ou desflurane qu'avec les autres agents anesthésiques volatils, le réveil est rapide et de bonne qualité.
- **Mesures à prendre:**
- Ouverture du débit de gaz frais et fermeture de l'évaporateur.
- Diminution rapide la fraction alvéolaire de 80 % en moins de 10 min même après plusieurs heures d'administration.

RÈGLES DE BONNES PRATIQUES DE L'ANESTHÉSIE INHALATOIRE CHEZ L'ADULTE

- Utiliser un même agent hypnotique pendant toute la durée de l'anesthésie
- Sevoflurane agent inhalatoire de choix à administrer à l'induction (1)
- Il est recommandé d'utiliser un Circuit avec ré inhalation à l'induction.
- Saturer le circuit anesthésique.
- Vérifier l'étanchéité et l'absence de fuite.
- Préférer la technique d'induction à capacité vitale.
- Utiliser un masque facial approprié.
- Mettre l'évaporateur hors fonction entre deux utilisations.
- Monitoring continu de la fraction alvéolaire + capnographie.
- Prémédication : possible.
- Mélange N_2O/O_2 .
- Morphiniques associés sauf cas d'intubation difficile prévisible.
- La curarisation peut être associée.
- Connaître les différentes MAC et les facteurs les modifiant.
- Pas de stimulation du patient pendant l'induction.
- Pas de canule oropharyngée avant disparition du réflexe ciliaire.
- Respect d'une apnée pouvant survenir au début de l'induction.
- Utiliser une sonde endotrachéale à ballonnet.
- Utiliser un circuit avec ré inhalation après l'induction

Indication de l'induction par inhalation chez l'adulte et RCP

- **Patients à risque d'intubation difficile :**
 - ne pas administrer de prémédication.
 - ne pas associer de morphiniques.
- **Ponction veineuse.**
- **Intubation sans curares.**
- **Patients âgés ou à risque hémodynamique :**
 - diminuer la concentration délivrée dès la perte du réflexe ciliaire.
 - diminuer les doses de morphiniques après l'induction.

Indications spécifiques

- **Patients à risque d'intubation difficile :**

1. Intubation difficile :

L'induction par inhalation permet des conditions d'intubation excellentes

- Conserve la ventilation spontanée.
- Rapidement réversible en cas d'échec
- Sévoflurane peut être utilisé seul sans morphinique associé.

2. Sujets âgés:

- L'induction au sévoflurane bien tolérée
- Une induction et réveil rapide.
- Diminution de la PAM de 20 %,
- Une bonne stabilité hémodynamique lors de l'entretien de l'anesthésie.

Contre-indications de l'induction par inhalation chez l'adulte

- Refus du patient.
- Hypertension intracrânienne.
- Estomac plein.
- Symptomatologie active de reflux gastro-œsophagien.
- Hyperthermie maligne et myopathies.

GAZ et VAPEURS ANESTHESIQUES et ANESTHESIE PAR INHALATION
RECOMMANDATIONS

RECOMMANDATIONS
TOXICITÉ

RECOMMANDATIONS

4.3 Toxicité, exposition professionnelle et cadre réglementaire

Généralité :

- Les agents anesthésiques halogénés sont des xénobiotiques et peuvent donc induire des réactions de toxicité.
- Théoriquement tous les organes peuvent être atteints de façon spécifique.
- Les organes les plus lésés sont ceux participant au métabolisme et à l'élimination du produit : le foie, le rein, la moelle et les cellules de reproduction (en cas d'exposition chronique)

Ex : Halothane utilisé depuis 1956 mais dont l'hépatotoxicité a été suspectée 2 ans après ce qui n'a été authentifiée que 10 ans après.

A. Toxicité hépatique:

Le risque est proportionnel au degré de métabolisme

- **Halothane = 20%**
- isoflurane = 0,5%
- Sevo/enflurane = 3/5%
- desflurane = 0,05%

Surtout si associé à :

- Un métabolite « réactif » avec réaction immuno-allergique
- Un facteur prédisposant personnel (Obésité, Femme, Allergique)
- Des expositions répétées.

Il existe 2 types d'hépatites aiguës :

- Bénignes : fréquentes et asymptomatiques (non immuno-allergiques)
 - ▶ Halothane ++
 - ▶ Élévation isolée des ASAT et ALAT (12% des patients)
 - ▶ Ictère postopératoire
 - ▶ Il existe une formation en excès de radicaux libres par la réaction de réduction.
- Graves : rares mais catastrophiques (immuno-allergiques)
 - ▶ 1/30 000 chez adulte
 - ▶ 1/100 000 chez enfants
 - ▶ Elle survient : 1 à 2 semaines après 1^{ère} anesthésie
 - ▶ 6 à 12 heures après les suivantes

Entraîne une éviction à vie des Halogénés (sauf sévoflurane)

B. Toxicité rénale :

A débuté historiquement du méthoxyflurane en 1966, la néphrotoxicité du composé A issue de la dégradation du sévoflurane par la chaux sodée et surtout barytée (non utilisée en France) reste difficile à étudier chez l'homme.

Le risque rénal des fluorures est nul en clinique.

C. Hyperthermie maligne :

- existe théoriquement pour tous les halogénés.
- Plus fréquente chez les sujets jeunes.
- Le risque est de 1/60 000.
- Nécessité d'un monitoring systématique : ETCO_2 , température SaO_2 .

D. Toxicité chronique :

- **Effets neurologiques centraux :**
 - Ralentissement psychomoteur (vitesse cognitive, rapidité de perception, irritabilité)
- **Effets neurologiques périphériques :**
 - Dysesthésie
 - Lié à une surexposition prolongée au N_2O
- **Effets mutagènes et carcinogènes :**
 - Données divergentes, reste à évaluer
 - Pas reconnu comme carcinogène
- **Effets sur la reproduction :**
 - Isoflurane, sévoflurane, desflurane : pas d'effets
 - Les concentrations élevées d'halothane ou N_2O : hypofertilité et augmentation des avortements spontanés.
- **Effets hépatiques :**
 - Hépatites à l'halothane est considérée comme (maladie professionnelle)

Nécessité d'une législation et prévention : commission des gaz médicaux

Législation

- Pas de législation nationale
- Existence d'une circulaire ministérielle française d'octobre 1985 :
 - Obligation de salle d'anesthésie avec dispositifs assurant l'évacuation des gaz et vapeurs.
 - Création d'une commission locale de surveillance de la distribution des gaz médicaux en collaboration avec le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail.
- Élimination des gaz anesthésiques :
 - Renouvellement de l'air :
 - **Cartouche de charbon actif (ALDASORBER)**
 - Prise SEGA+++ : système le plus efficace (96% de réduction)
 - Masque double (MEDICVENT)

Surveillance

- Mesure des gaz dans l'atmosphère de travail :
 - Mesure directe : Spectrophotomètre infrarouge
 - Mesure indirecte : Badges-dosimètre passif
 - Surveillance biologique : taux plasmatique ou urinaire d'ATF (halothane), taux urinaire d'HFIP (sévoflurane)



Société Algérienne d'Anesthésie, de Réanimation, des Soins Intensifs et des Urgences

**Société Algérienne d'Anesthésie, de Réanimation,
des Soins Intensifs et des Urgences**

Service des Urgences Médico Chirurgicales
CHU Mustapha – Place de la Concorde - ALGER
Téléphone/Fax : 021 23 51 55 – 021 23 52 09
e-mail : saarsiu@hotmail.com
www.saarsiu.org

NW/ASEV150152