

# Anesthésiques intraveineux *versus* anesthésiques inhalés ?

J.-P. LAVENTURE, V. BILLARD

## I. Introduction

Lorsque l'on parle du coût de l'anesthésie, le premier élément qui vient à l'esprit est le coût des médicaments. Cependant, de nombreux autres éléments entrent également dans le coût d'une anesthésie, et le coût en médicaments est loin d'être le plus important (*Fig. 1*).

Doivent également être pris en compte :

- le coût en matériel (matériel lourd, consommable réutilisable et à usage unique) ;
- le coût en personnel médical et paramédical en peropératoire et en SSPI ;
- le traitement des complications et des effets indésirables liés à l'anesthésie (morbidity).

L'augmentation d'un des éléments peut s'accompagner d'une diminution d'un autre. C'est pourquoi le coût d'une anesthésie doit être envisagé de façon globale et non élément par élément, afin de pouvoir exprimer un rapport coût/bénéfice ou coût/efficacité.

Le rapport coût/bénéfice compare les dépenses (facturées au service) aux bénéfices ou aux économies financières réalisés avec une technique par rapport à une autre.

Le rapport coût/efficacité exprime pour chaque technique le nombre de patients traités avec succès (« succès » peut vouloir dire anesthésie générale sans complication, ou patient ambulatoire réellement sorti, etc.) [1, 2].

Le but de cette présentation est de discuter dans quelle mesure le choix d'un hypnotique intraveineux ou halogéné pour l'induction ou l'entretien peut influencer le coût global d'une anesthésie par rapport à son efficacité.

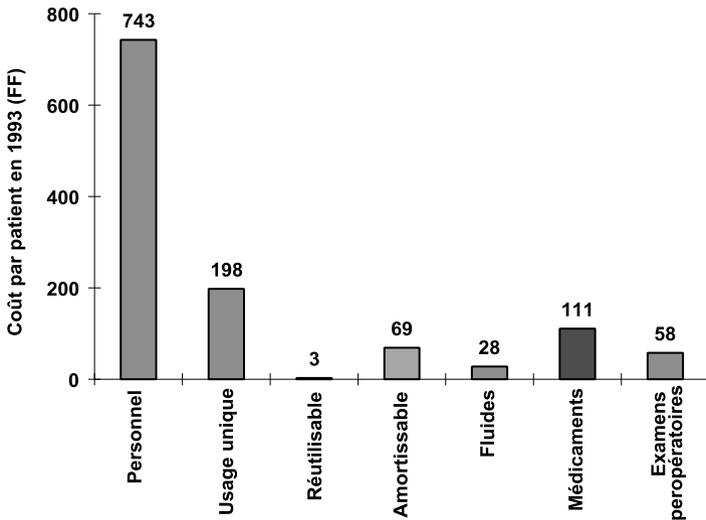


FIG. 1

Répartition des éléments du coût d'une anesthésie à l'hôpital Bichat, estimé prospectivement sur 1 mois. Le coût total par patient était en moyenne de 1 205 F avec des extrêmes allant de 119 à 8 377 F [4].

## I.1 Calcul du coût

Il existe plusieurs manières d'exprimer le coût d'une anesthésie.

Le coût facturé à la Sécurité sociale (nomenclature en K) est un coût global qui ne permet pas de différencier les hypnotiques utilisés [3].

Le coût peut être exprimé par l'ICR bêta, index de coût relatif basé sur le PMSI. Cet index global n'intègre que peu de détails sur le type d'anesthésie (AG ou ALR), et est centré sur la pathologie, le type et la durée de chirurgie, l'état général du patient. Il peut refléter l'activité d'une équipe, mais est peu utile pour estimer les coûts réels de l'anesthésie [4].

La seule façon rigoureuse de calculer le coût vrai d'une anesthésie consiste à additionner tous les éléments de coût. Pour différencier les techniques d'anesthésie, ces coûts doivent être considérés depuis l'induction jusqu'à la sortie de SSPI, la consultation d'anesthésie et le bilan préopératoire étant *a priori* identiques.

## I.2 Éléments du coût

Certains éléments sont systématiques, voire légalement obligatoires.

*Le matériel* doit comporter le respirateur avec surveillance de la  $\text{FiO}_2$ , et les moniteurs d'ECG, pression artérielle non invasive, capnographie, moniteur de température (arrêté du 3 octobre 1995).

*Le personnel* minimum nécessaire au bloc opératoire ou en SSPI est régi par décret.

Ces coûts sont à peu près identiques pour toutes les anesthésies générales, et ne varient pas avec le choix du protocole d'anesthésie.

Nous nous limiterons ici aux éléments de coût qui peuvent varier selon le protocole d'anesthésie générale. Des comparaisons des coûts entre AG et ALR ont fait l'objet de communications similaires [5].

## **II. Coût du matériel**

Le matériel à usage unique nécessaire à une anesthésie est à peu près identique que l'hypnotique soit intraveineux ou inhalé. En revanche, l'équipement des sites d'anesthésie (matériel amortissable) peut être différent si un secteur d'activité pratique exclusivement soit l'anesthésie inhalatoire, soit l'anesthésie intraveineuse.

### **II.1 Anesthésie par inhalation**

Elle nécessite impérativement une machine d'anesthésie pouvant fonctionner en circuit fermé pour diminuer la consommation d'halogéné et la pollution, mais induit une économie faible sur les fluides ( $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ). La surveillance des gaz expirés est hautement recommandée. Les agents sont administrés soit par un injecteur, soit le plus souvent par un évaporateur calibré. L'adjonction de  $\text{N}_2\text{O}$  (qui peut aussi être utilisé avec l'anesthésie intraveineuse) nécessite un mélangeur dont les alimentations en gaz sont protégées par une valve antirétropollution. Ces dispositifs nécessitent par eux-mêmes une surveillance et une maintenance supplémentaire [6, 7].

Parmi les pannes des respirateurs d'anesthésie, les défaillances concernant le mélangeur ou la valve antirétropollution sont graves (risque d'hypoxie) mais beaucoup moins fréquentes que les pannes du respirateur (fuites, défaillance de valve ou de capteur) [8]. La plupart de ces pannes ne peuvent donc pas être imputées à l'utilisation d'hypnotiques volatils. Tout au plus, la présence de chaux sodée dans les machines en circuit fermé a été soupçonnée d'être un facteur d'usure prématurée des composants du respirateur par corrosion.

### **II.2 Anesthésie intraveineuse**

Elle nécessite un pousse-seringue permettant, si possible, des hauts débits de perfusion et un mode de programmation en débits massiques.

L'utilisation de systèmes d'AIVOC double environ la dépense de matériel, soit par l'achat d'un système intégré (Diprifusor®) soit par

l'achat d'un micro-ordinateur (avec les restrictions légales d'utilisation qui y sont appliquées). Le bénéfice de l'AIVOC est net sur la stabilité hémodynamique [9, 10], sur la précision de la titration permettant, par exemple, le maintien de la ventilation spontanée) [11] et sur les délais de réveil, mais le bénéfice sur la consommation médicamenteuse n'est pas net et varie avec la durée de perfusion.

Un respirateur d'anesthésie n'est théoriquement pas indispensable, même si en pratique, l'anesthésie intraveineuse est souvent pratiquée sur les mêmes sites et avec le même équipement de base dans la salle que l'anesthésie par inhalation.

Quel que soit l'hypnotique choisi, une diminution de la consommation de 25 à 40% peut être observée si l'on dispose d'une estimation du niveau d'anesthésie comme celle que fournit l'index bispectral de l'EEG (BIS®). Mais cette surveillance supplémentaire introduit par elle-même un surcoût (dû à l'amortissement du matériel et au prix du consommable), et n'entraîne une économie nette que pour des longues durées de perfusion [12].

### **III. Ressources humaines per et postopératoires**

Le personnel représente de loin le premier poste budgétaire d'un service d'anesthésie (*Fig. 1*) [3, 4]. L'essentiel de ce coût est fixe. Une faible part peut être influencée par la technique d'anesthésie choisie par le biais de la charge de travail induite (par exemple, pour traiter une morbidité), ou par l'allongement de la durée de séjour au bloc opératoire ou en SSPI.

Pour la période peropératoire, la différence des besoins en personnel liée au choix des agents anesthésiques est faible et n'influence pas les coûts.

Les délais d'induction sont voisins entre induction intraveineuse (tous hypnotiques confondus) et sévoflurane (*Tabl. I*).

Les délais de réveil (extubation ouverture des yeux) diffèrent peu entre sévoflurane, desflurane et propofol (*Tabl. I*), alors qu'ils sont significativement augmentés après isoflurane surtout pour des durées d'anesthésie longues [13].

En revanche, en SSPI, la fréquence des effets secondaires au premier rang desquels les nausées et vomissements (NVPO) est plus importante avec les halogénés. Il en résulte un surcoût en traitement antiémétique, un allongement de la durée de séjour en SSPI, et un retard à l'autonomie (reprise de la déambulation, réalimentation, sortie) qui retentit sur les besoins en personnel.

**Tableau I**

*Comparaison des délais moyens d'endormissement et de réveil selon l'hypnotique choisi, le type et la durée de chirurgie.*

<b>IVG / fausses couches ; durée : ≈ 10 minutes [40]</b>			
<b>Induction / Entretien</b>	<b>Propofol + alfentanil</b>	<b>Sevoflurane + N<sub>2</sub>O</b>	
Délai d'endormissement (min)	1*	2	
Délai ouverture yeux (min)	3,5*	6,5	
Délai reprise de boissons (min)	22	30	
Délai de déambulation (min)	57*	69	
Nausées ou vomissements	4%*	50 %	
Antiémétique	0%*	36 %	

<b>Chirurgie ambulatoire ; durée : 15 à 90 minutes [38]</b>			
<b>Induction / Entretien</b>	<b>Propofol-propofol</b>	<b>Propofol-sevoflurane</b>	<b>Sevoflurane-sevoflurane</b>
Délai d'insertion du masque laryngé (s)	93	87	140
Délai ouverture yeux (min)	6	7	6
Délai de déambulation (min)	135	137	156*
Nausées – vomissements (%)	5 / 0	11 / 8,6	31 / 17

<b>Chirurgie périphérique avec anesthésie locale ; durée moyenne : 30-40 minutes [39]</b>			
<b>Induction / entretien</b>	<b>Propofol-propofol</b>	<b>Propofol-sevoflurane</b>	<b>Sevoflurane-sevoflurane</b>
Délai ouverture yeux (min)	6 ± 2	6 ± 3	5 ± 2
Délai déambulation (min)	21 ± 12	20 ± 12	31 ± 24*
Délai reprise boissons (min)	22 ± 7*	30 ± 21	32 ± 14
Délai de sortie (min)	51 ± 14*	62 ± 20	61 ± 19
Nausées-vomissements (%)	3* / 0*	18 / 15	40 / 17
Traitement antiémétique (%)	0*	15	29

<b>Ligature tubaire sous cœlioscopie ; durée moyenne : 70 minutes [41]</b>			
<b>Induction / entretien</b>	<b>Midazolam + propofol desflurane</b>	<b>Id. sevoflurane</b>	<b>Id. propofol</b>
Délai d'extubation (min)	5,1	5,6	8,9*
Délai pour Aldrete = 10 (min)	10	12	16*
Délai de réalimentation (min)	58	57	60
Délai de sortie (min)	188	176	173

Gastroplastie chez l'obèse ; durée moyenne : 150-180 minutes [42]			
Induction / entretien	Propofol-desflurane	Propofol-isoflurane	Propofol-propofol
Délai ouverture yeux (min)	4*	10 ± 5	11 ± 7
Score de mobilité	3*	1	1
SpO <sub>2</sub> d'arrivée en SSPI (%)	97*	95	95
Délai de sortie (min)	126	180	198
Nausées-vomissements (%)	8 / 16	36 / 18	27 / 9
Antiémétique (%)	25	9	0

\* $p < 0,05$  par rapport aux autres groupes.

Enfin, certaines équipes du nord de l'Europe ont été jusqu'à étudier la durée d'arrêt de travail après une anesthésie, durée qui serait minimale après propofol + alfentanil [14].

## IV. Coût lié aux médicaments

### IV.1 Expression du coût

Le coût des médicaments peut être exprimé soit par la quantité délivrée (et facturée), soit par la quantité réellement consommée par le patient, la différence des deux étant la quantité perdue ou jetée au cours de l'anesthésie.

Pour les agents IV, la quantité jetée est liée au conditionnement, surtout lorsque les bonnes pratiques qui interdisent d'utiliser une même seringue pour plusieurs patients sont respectées. Ce phénomène peut être minimisé en estimant par avance les quantités nécessaires et en choisissant le conditionnement en fonction de cette estimation (par exemple, en n'ouvrant pas une seringue de 50 mL pour une sédation qui risque d'en nécessiter cinq), mais il ne peut pas être totalement supprimé. Dans la plupart des études, les quantités exprimées sont les quantités consommées par le patient, et ce facteur est rarement pris en compte [15].

Pour les halogénés, le problème est différent puisque le filtre antibactérien interposé sur le circuit patient permet d'enchaîner l'anesthésie de plusieurs patients sans vidanger la cuve. Par contre, un circuit peu fermé augmente la perte d'halogéné rejeté dans le gaz expiré [16, 17]. Celui-ci est responsable d'un surcoût et d'une pollution potentielle pour le personnel en l'absence de système d'aspiration spécifique. Ainsi, la quantité réellement consommée par le patient ne représente que 50 % de la quantité délivrée dans le circuit à 0,5 L/min de gaz frais, et tombe à moins de 5 % en circuit ouvert (Tabl. II). Seule la quantité délivrée peut être mesurée par la pesée de l'halogéné liquide ou de la cuve avant et

**Tableau II**

*Quantités d'halogénés délivrées et consommées par un patient\* (en L de vapeur) après administration de 1 MAC pendant 1 ou 4 heures. Estimation réalisée par simulation pharmacocinétique (logiciel Gasman™, Dr J Philips, Boston, MA).*

Débit de gaz frais	Q consommée en 1 h	Q délivrée en 1 h	Q consommée en 4 h	Q délivrée en 4 h
Desflurane : Fd = 6 %				
0,5 L/min	0,73	1,95	2,32	7,21
2 L/min	1,16	7,26	3,14	28,82
8 L/min	1,39	29,28	3,41	115,29
Sevoflurane : Fd = 2 %				
0,5 L/min	0,29	0,6	1,1	2,4
2 L/min	0,56	2,41	1,73	9,6
8 L/min	0,72	9,62	2	38,42

\* pour un patient de 70 kg, en supposant une ventilation alvéolaire de 4 L/min et un débit cardiaque de 5 L/min.

après une anesthésie. La quantité consommée par le patient peut seulement être estimée par le calcul en utilisant des programmes de simulation comme Gasman, et peu d'études expriment ce paramètre.

Par ailleurs, le prix des agents anesthésiques est extrêmement variable, d'un pays à l'autre, voire d'un hôpital à l'autre selon les volumes de commandes et les prix négociés des marchés. C'est pourquoi il est préférable d'exprimer les consommations en volume de produit plutôt qu'en unités monétaires, en laissant à chacun le soin de convertir selon ses contraintes locales.

## IV.2 Comparaison des hypnotiques

Dans les études ayant évalué le coût des médicaments d'anesthésie, les agents hypnotiques représentent une proportion importante, quelles que soient les habitudes du service (*Fig. 2*).

Les agents intraveineux semblent aujourd'hui davantage plébiscités pour l'induction chez l'adulte par les anesthésistes français [18] et par certains patients [19], alors que l'entretien est plus souvent assuré par les halogénés [20].

Lorsque l'on exprime le coût non pas par la consommation d'un service mais par la dépense par patient, les études publiées retrouvent un coût médicamenteux de l'anesthésie plus élevé avec l'anesthésie totale intraveineuse au propofol par rapport aux agents halogénés [15, 21-23]. L'écart le plus faible est retrouvé avec le sévoflurane. Cela peut être dû à

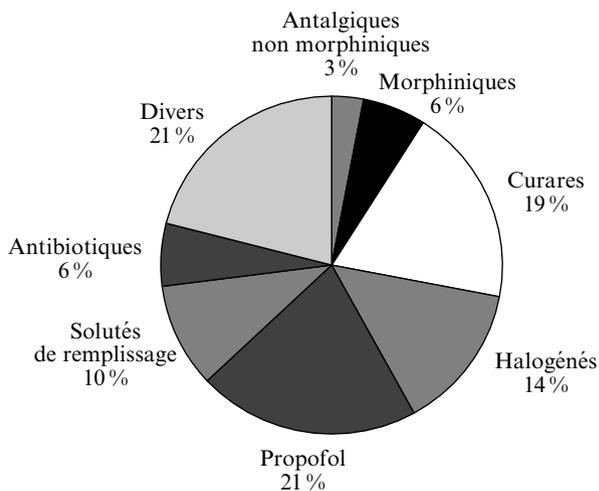
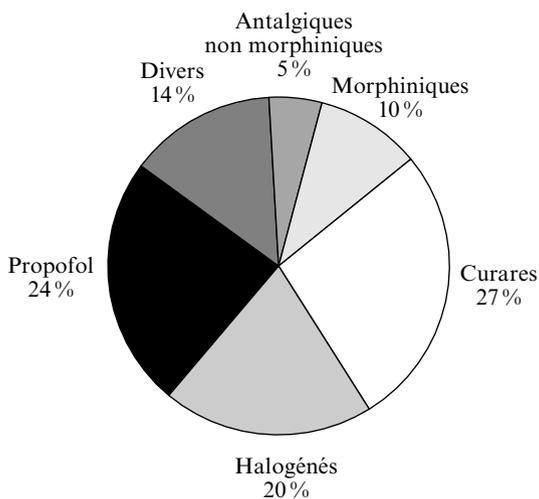


FIG. 2  
Répartition des coûts médicamenteux au CHU de Limoges (en haut) [3]  
et à l'IGR (en bas, données non publiées).

son utilisation à plus haut débit de gaz frais ( $> 2$  L/min), à une consommation initiale importante pour l'induction, ou à un surcoût associé à des NVPO postopératoires [24].

Si l'on compare les différents halogénés entre eux, l'isoflurane a un coût médicamenteux moindre que les nouveaux agents. Il permet par ailleurs des délais de réveil qui ne diffèrent pas significativement des autres hypnotiques lorsque la chirurgie est de courte durée [25]. En revanche, pour de longues durées de chirurgie (> 2 à 3 h), l'économie du coût de médicament réalisée avec l'isoflurane est annulée par l'allongement des délais de réveil (*Tabl. I*) [13, 26].

Pour des chirurgies de longue durée, certains auteurs ont proposé d'assurer l'entretien avec l'isoflurane (pour diminuer le coût), puis de relayer durant la dernière heure par le desflurane ou le sévoflurane pour accélérer le réveil, mais aucun n'a retrouvé de diminution significative des coûts en personnel avec cette attitude [27].

### IV.3 Interactions médicamenteuses

La présence d'un morphinique diminue considérablement les besoins en hypnotique aussi bien pour l'induction que pour l'entretien de l'anesthésie. Ainsi, en chirurgie abdominale, la MAC de l'isoflurane peut être réduite de plus de 90% à forte dose de rémifentanyl (*Fig. 3*) [28]. De même, la concentration de propofol est réduite de 65% en présence de faibles concentrations de fentanyl (1 ng/mL) et de 25% supplémentaires en présence de concentrations plus importantes (3 ng/mL) [29].

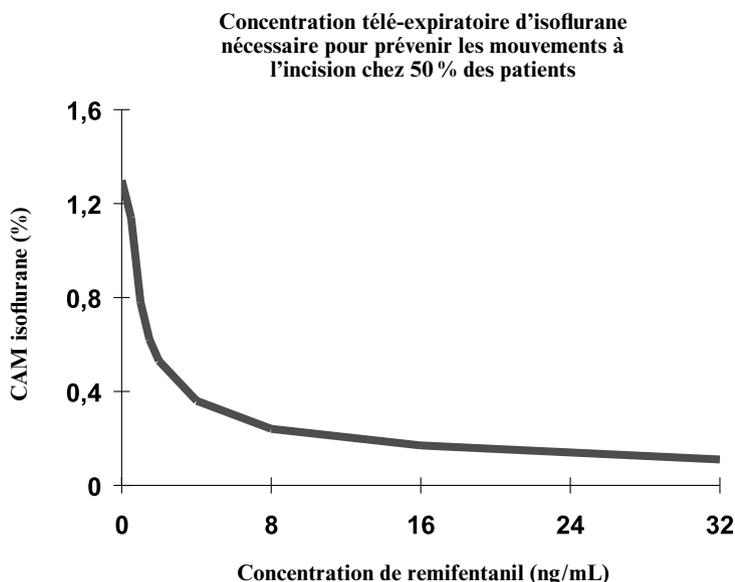


FIG. 3  
Réduction des besoins en isoflurane par le rémifentanyl [28].

Lorsque l'on compare plusieurs protocoles d'anesthésie (par exemple, hypnotique intraveineux *vs* inhalés), il est donc indispensable de vérifier qu'on se place à niveau d'analgésie égal (ou à consommation de morphinique égale). Lorsque cette précaution est omise, on croit comparer deux hypnotiques, et on compare en fait une technique à forte concentration de morphinique et une autre à faible concentration de morphinique. Ainsi par exemple, en chirurgie abdominale sous anesthésie totale intraveineuse, les concentrations de propofol recommandées sont de 5,5  $\mu\text{g}/\text{mL}$  en présence de fentanyl, de 4 à 4,5  $\mu\text{g}/\text{mL}$  en présence de sufentanil ou d'alfentanil, et 2,8  $\mu\text{g}/\text{mL}$  avec du rémifentanil [30]. Cela ne signifie pas que le propofol est moins cher que lui-même lorsqu'on y ajoute du rémifentanil, mais seulement qu'il est possible d'entretenir l'anesthésie avec des concentrations de propofol allant de 2,8 à 5,5  $\mu\text{g}/\text{mL}$ . La consommation et le coût correspondant peuvent donc être très variables, et ne sont pas contrebalancés par le coût du morphinique. Les concentrations recommandées par Vuyk correspondent au délai de réveil le plus rapide. En d'autres termes, même si le rémifentanil est le plus cher des morphiniques, l'anesthésie balancée avec du rémifentanil est la moins chère des anesthésies intraveineuses à la fois par la réduction de la consommation de propofol et par les délais de réveil !

De même, dans la chirurgie de la thyroïde, l'augmentation de la concentration de sufentanil de 0,1 à 0,2  $\text{ng}/\text{mL}$  permet de réduire de 750 à 600  $\text{mg}/\text{h}$  d'anesthésie la consommation de propofol. Une augmentation supplémentaire (de 0,2 à 0,3  $\text{ng}/\text{mL}$ ) permet de réduire encore la consommation de propofol mais au prix d'un réveil plus tardif (le délai d'extubation passe de 10 à 20 min) [31].

Un raisonnement tout à fait similaire s'applique aux halogénés qui peuvent être utilisés entre 0,4 et 1,5 MAC selon la concentration de morphinique associé. Il est déconseillé de descendre en dessous de ce seuil, même en présence de fortes concentrations de rémifentanil, car 0,3 MAC correspond à la concentration moyenne de réveil (*MAC awake*) et le morphinique associé protège mal de la mémorisation peropératoire [32].

L'anesthésie balancée à haute concentration de morphinique a donc trois conséquences :

- elle diminue le coût médicamenteux de l'anesthésie, car les morphiniques sont d'une façon générale moins chers que les hypnotiques, qu'ils soient intraveineux ou inhalés ;
- elle amortit considérablement les différences de coût entre les différents hypnotiques ;
- elle peut retarder le réveil lorsque le morphinique utilisé n'est pas du rémifentanil.

Enfin, sur la *figure 2*, on peut également remarquer l'importance du coût lié aux curares. De ce point de vue, il existe avec les halogénés une prolongation du bloc neuromusculaire qui n'est pas retrouvée avec le

propofol. Cette prolongation peut être regardée comme un avantage en chirurgie abdominale car elle diminue les nécessités de réinjections. Mais elle peut aussi être un inconvénient quand la curarisation n'est nécessaire que pour l'intubation car la prolongation de la curarisation peut induire une curarisation résiduelle postopératoire et une surcharge de travail.

## V. Morbidité

La morbidité est composée de complications peu fréquentes mais potentiellement graves, cardiaques (ischémie myocardique) ou respiratoires (dépression respiratoire, inhalation) et de complications moins sévères mais beaucoup plus fréquentes au premier rang desquelles se situent les nausées-vomissements postopératoires (NVPO) [33].

Lorsque l'anesthésie a été correctement conduite (titration décroissante à la fermeture, monitoring et antagonisation d'une curarisation résiduelle), aucune étude n'a retrouvé d'influence du choix de l'hypnotique sur la survenue de complications graves. Le risque infectieux lié au propofol est souvent cité, puisque pour l'instant, seul du propofol sans conservateur est disponible en France. Mais les quelques observations qui ont rapporté cet accident ont aggravé ce risque par de mauvaises pratiques.

Entre les différents halogénés, il existe une amélioration manifeste de la sécurité liée à l'utilisation des nouveaux agents. Le desflurane permet de contrôler les variations hémodynamiques peropératoires de façon plus reproductible et plus rapide que l'isoflurane [34]. En pédiatrie, le sévoflurane apparaît préférable à l'halothane à la fois pour sa maniabilité, sa réversibilité, et sa tolérance cardiovasculaire et respiratoire [35].

En revanche, toutes les études montrent une incidence plus faible des NVPO après anesthésie intraveineuse au propofol (*Tabl. I*), à tel point que l'anesthésie totale intraveineuse est devenue le protocole de référence pour les patients ayant des antécédents de NVPO sévères. Le surcoût lié au propofol est en partie minimisé par le surcoût lié aux antiémétiques, et surtout par la charge de travail liée au retard de sortie de SSPI et de reprise d'autonomie (*Tabl. I*) [36, 37]. Enfin, la survenue de NVPO influence deux facteurs difficilement chiffrables que sont le confort et la satisfaction du patient [38, 39].

## VI. Conclusion

Toutes les spécialités médicales cherchent à obtenir le meilleur résultat au moindre coût.

Mais il peut arriver que ces deux conditions soient contradictoires et que le moindre coût produise un résultat moins bon en termes

d'efficacité, de sécurité, mais aussi de confort ou de satisfaction du patient. C'est pourquoi il faut analyser globalement le coût rapporté à l'efficacité et non de façon dissociée.

Si le coût médicamenteux est essentiellement peropératoire et en faveur des halogénés, le coût lié au personnel (le plus important quantitativement) inclut à la fois les périodes per et postopératoires (au minimum en SSPI, et si possible jusqu'à la sortie du patient) et apparaît plutôt à l'avantage du propofol.

L'efficacité s'exprime surtout en postopératoire par l'incidence des effets secondaires et les délais de réveil.

Le rapport entre les deux peut varier selon le type et la durée de chirurgie, les médicaments associés et l'organisation de chaque structure. Le choix rationnel du « meilleur » hypnotique doit donc être réfléchi dans chaque établissement en tenant compte de la totalité des éléments que nous avons décrits dans cette présentation.

### BIBLIOGRAPHIE

- [1] Pourriat JL. Place de l'anesthésie dans le budget d'un hôpital. *In* : JEPU, ed. Les aspects économiques de l'anesthésie. Paris : Anesthésie-Réanimation Pitié-Salpêtrière, 2000 : 9-18.
- [2] Beaussier M. L'application du concept d'efficacité à un médicament anesthésique. *In* : JEPU, ed. Les aspect économiques de l'anesthésie. Paris : Arnette, 2000 : 81-94.
- [3] Feiss P. Coût de l'anesthésie. *In* : SFAR, ed. Conférences d'actualisation. Paris : Elsevier, 1996 : 151-9.
- [4] Pontone S, Finkel S, Desmonts JM, De Pourvoirville G. L'ICR bêta est-il le reflet fidèle du coût réel de l'anesthésie au bloc opératoire? *Ann Fr Anesth Reanim* 1993 ; 12 : 539-43.
- [5] Zetlaoui P. L'anesthésie locorégionale génère-t-elle des économies par rapport à l'anesthésie générale? *In* : JEPU, ed. Les aspects économiques de l'anesthésie. Paris : Anesthésie-Réanimation Pitié-Salpêtrière, 2000 : 37-54.
- [6] Bourgain JL, Baguenard P, Puizillout JM, Damia E, Billard V. Contrôle qualité des appareils d'anesthésie après opération de maintenance. *Ann Fr Anesth Reanim* 1997 ; 16 : 14-8.
- [7] Klopfenstein CE, Walder B, Rohrbach A, Clergue FX, Forster A. Evaporateurs d'anesthésiques halogénés : importance des prescriptions d'entretien. *Ann Fr Anesth Reanim* 1998 ; 17 : 747-9.
- [8] Bourgain JL, Baguenard P, Puizillout JM, Ankri JC, Damia E, Billard V. Enquête sur les pannes des systèmes d'anesthésie. *Ann Fr Anesth Reanim* 1999 ; 18 : 303-8.
- [9] Billard V, Cazalaa JB, Servin F, Viviani X. Anesthésie intraveineuse à objectif de concentration. *Ann Fr Anesth Réan* 1997 ; 16 : 250-73.
- [10] Billard V, Deluze A, Penot C, Lohberger C, Kolb F, Elias D. Sufentanil en anesthésie balancée : Intérêt de raisonner sur les concentrations pour optimiser les doses. *Ann Fr Anesth Reanim* 1999 ; 18 : 237-42.
- [11] Bourgain JL, Cosset MF, Abdi M, Billard V. Intérêt de la sédation au propofol pour l'enseignement de l'intubation difficile. *Ann Fr Anesth Reanim* 1997 ; 16 : R074.
- [12] Yli-Hankala A, Vakkuri A, Annala P, Korttila K. EEG bispectral index monitoring in sevoflurane or propofol anaesthesia : analysis of direct costs and immediate recovery. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999 ; 43 : 545-9.

- [13] Beaussier M, Deriaz H, Abdelahim Z, Aissa F, Lienhart A. Comparative effects of desflurane et isoflurane on recovery after long lasting anaesthesia. *Can J Anaesth* 1998 ; 45 : 429-34.
- [14] Enlund M, Kobosko P, Rhodin A. A cost-benefit evaluation of using propofol and alfentanil for a short gynecological procedure. *Acta Anaesthesiol Scand* 1996 ; 40 : 416-20.
- [15] Heidvall M, Hein A, Davidson S, Jakobsson J. Cost comparison between three different general anaesthetic techniques for elective arthroscopy of the knee. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000 ; 44 : 157-62.
- [16] Weiskopf RB, Eger EI. Comparing the costs of inhaled anesthetics [see comments]. *Anesthesiology* 1993 ; 79 : 1413-8.
- [17] Eger EI. Economic analysis and pharmaceutical policy : a consideration of the economics of the use of desflurane. *Anaesthesia* 1995 ; 50 (Suppl) : 45-8.
- [18] Clergue F, Auroy Y, Pequignot F, Jouglu E, Lienhart A, Laxenaire MC. French survey of anesthesia in 1996. *Anesthesiology* 1999 ; 91 : 1509-20.
- [19] Thwaites A, Edmonds S, Smith I. Inhalation induction with sevoflurane : a double-blind comparison with propofol [see comments]. *Br J Anaesth* 1997 ; 78 : 356-61.
- [20] Clergue F, Auroy Y, Pequignot F, Jouglu E, Lienhart A, Laxenaire MC. [Anesthesia in France in 1996. Results of a study of the French Society of Anesthesia and Resuscitation (editorial)]. *Chirurgie* 1999 ; 124 : 115-21.
- [21] Rosenberg MK, Bridge P, Brown M. Cost comparison : a desflurane- versus a propofol-based general anesthetic technique. *Anesth Analg* 1994 ; 79 : 852-5.
- [22] Boldt J, Jaun N, Kumle B, Heck M, Mund K. Economic considerations of the use of new anesthetics : a comparison of propofol, sevoflurane, desflurane, and isoflurane. *Anesth Analg* 1998 ; 86 : 504-9.
- [23] Nathan N, Peyclit A, Lahrmi A, Feiss P. Comparison of sevoflurane and propofol for ambulatory anaesthesia in gynaecological surgery [see comments]. *Can J Anaesth* 1998 ; 45 : 1148-50.
- [24] Wagner BK, O'Hara DA. Pharmacoeconomic analysis of sevoflurane versus isoflurane anesthesia in elective ambulatory surgery. *Pharmacotherapy* 1997 ; 17 : 1006-10.
- [25] Alhashemi JA, Miller DR, O'Brien HV, Hull KA. Cost-effectiveness of inhalational, balanced and total intravenous anaesthesia for ambulatory knee surgery. *Can J Anaesth* 1997 ; 44 : 118-25.
- [26] Ebert TJ, Robinson BJ, Uhrich TD, Mackenthun A, Pichotta PJ. Recovery from sevoflurane anesthesia : a comparison to isoflurane and propofol anesthesia [published erratum appears in *Anesthesiology* 1999 ; 90 : 644] [see comments]. *Anesthesiology* 1998 ; 89 : 1524-31.
- [27] Neumann MA, Weiskopf RB, Gong DH, Eger EI, Ionescu P. Changing from isoflurane to desflurane toward the end of anesthesia does not accelerate recovery in humans. *Anesthesiology* 1998 ; 88 : 914-21.
- [28] Lang E, Kapila A, Shlugman D, Hoke JF, Sebel PS, Glass PS. Reduction of soflurane minimal alveolar concentration by remifentanyl. *Anesthesiology* 1996 ; 85 : 721-8.
- [29] Smith C, McEwan AI, Jhaveri R, Wilkinson M, Goodman D, Smith LR *et al.* The interaction of fentanyl on the Cp50 of propofol for loss of consciousness and skin incision. *Anesthesiology* 1994 ; 81 : 820-8.
- [30] Vuyk J, Mertens MJ, Olofsen E, Burm AGL, Bovill JG. Propofol anesthesia and rational opioid selection : determination of optimal EC50-EC95 propofol-opioid concentrations that assure adequate anesthesia and a rapid return of consciousness. *Anesthesiology* 1997 ; 87 : 1549-62.
- [31] Houfani M, Hentgen E, Capron F, Travagli JP, Ropars JM, Billard V. Influence de la concentration de sufentanil sur les besoins en propofol et le réveil au cours de la chirurgie thyroïdienne. *Ann Fr Anesth Reanim* 2000 ; 19 : R296.
- [32] Billard V. Réveil et mémorisation peranesthésique. *In* : JEPU, ed. *Perturbations neuropsychiques périopératoires*. Paris : Arnette, 1998 : 221-38.

- [33] Shafer SL, Gambus PL. Inhalation versus intravenous anesthesia : a fictitious debate between EI Eger II and PF White. *J Clin Anesth* 1996 ; 8 : 38S-41S.
- [34] Avramov MN, Griffin JD, White PF. The effect of fresh gas flow and anesthetic technique on the ability to control acute hemodynamic responses during surgery. *Anesth Analg* 1998 ; 87 : 666-70.
- [35] Clergue F, Chaara M, Murat I. Critères de choix d'un agent halogéné. *In* : SFAR, ed. Conférences d'actualisation. Paris : Elsevier ; 1996 : 101-17.
- [36] Sinclair DR, Chung F, Mezei G. Can postoperative nausea and vomiting be predicted ? [see comments]. *Anesthesiology* 1999 ; 91 : 109-18.
- [37] Loewen PS, Marra CA, Zed PJ. 5-HT3 receptor antagonists vs traditional agents for the prophylaxis of postoperative nausea and vomiting [In Process Citation]. *Can J Anaesth* 2000 ; 47 : 1008-18.
- [38] Smith I, Terhoeve PA, Hennart D, Feiss P, Harmer M, Pourriat JL *et al.* A multicentre comparison of the costs of anaesthesia with sevoflurane or propofol [see comments]. *Br J Anaesth* 1999 ; 83 : 564-70.
- [39] Tang J, Chen L, White PF, Watcha MF, Wender RH, Naruse R *et al.* A. Recovery profile, costs, and patient satisfaction with propofol and sevoflurane for fast-track office-based anesthesia. *Anesthesiology* 1999 ; 91 : 253-61.
- [40] Nelskyla K, Korttila K, Yli-Hankala A. Comparison of sevoflurane-nitrous oxide and propofol-alfentanil-nitrous oxide anaesthesia for minor gynaecological surgery. *Br J Anaesth* 1999 ; 83 : 576-9.
- [41] Song D, Joshi GP, White PF. Fast-track eligibility after ambulatory anesthesia : a comparison of desflurane, sevoflurane, and propofol. *Anesth Analg* 1998 ; 86 : 267-73.
- [42] Juvin P, Vadam C, Malek L, Dupont H, Marmuse JP, Desmonts JM. Postoperative recovery after desflurane, propofol, or isoflurane anesthesia among morbidly obese patients : a prospective, randomized study. *Anesth Analg* 2000 ; 91 : 714-9.