

TABLE DES MATIERES

Table des figures	3
Liste des abréviations	7
INTRODUCTION.....	9
I. Étude bibliographique	11
1) L'anesthésie en médecine vétérinaire.....	11
a) Définition de l'anesthésie.....	11
b) L'induction.....	11
c) Le maintien	12
d) Le réveil	12
2) Principe et place des agents anesthésiques volatils chez les vétérinaires canins et Nouveaux Animaux de Compagnie (NAC)	12
a) La place de l'anesthésie volatile en médecine des carnivores domestiques et NAC.....	12
b) Les molécules de l'anesthésie volatile	13
c) L'appareil d'anesthésie volatile	18
d) Les différents circuits d'anesthésie volatile	18
e) Les différents systèmes d'évacuation des gaz anesthésiques (SEGA)	20
f) Spécificité de l'anesthésie de certains animaux.....	21
3) Aspect réglementaire sur l'exposition du personnel aux AAV	22
a) Généralité sur la protection du personnel aux agents chimiques.....	22
b) Limites réglementaires d'exposition.....	22
c) Réglementation sur le matériel de prévention de l'exposition aux agents chimiques.....	23
4) Précédentes études sur les risques de l'exposition du personnel AAV	24
a) Risques liés à l'exposition aux AAV	24
b) Principales actions à risque en médecine vétérinaire.....	26
5) Mesures de prévention pour diminuer l'exposition aux AAV	28
a) L'évacuation des AAV polluants.....	28
b) Limiter la production de polluants	32
c) Limiter les fuites	34
d) Conclusion	37
II. Étude personnelle sur l'exposition des vétérinaires aux AAV	39
1) Cadre et objectif de l'étude.....	39
2) Matériel et méthode	39
a) Contrainte de la réalisation d'un questionnaire.....	39
b) Composition du questionnaire	40
c) Diffusion du questionnaire et traitement des données	42
3) Résultats	43
a) Analyse générale du taux de réponses au questionnaire	43
b) Données concernant les vétérinaires	44

c)	Nombre d'anesthésies et de personnes les réalisant.....	46
d)	Réalisation de l'anesthésie par AAV	52
e)	Technicité et matériel lors du remplissage de la cuve d'AAV	54
f)	Technicité et matériel utilisés lors d'anesthésies à l'aide d'agents volatils.....	57
g)	Risques liés aux AAV et personnel de la clinique	60
h)	Bilan des résultats de l'enquête.....	62
III.	Discussion sur l'étude personnelle et perspectives	63
1)	Réalisation du protocole	63
a)	Conception du questionnaire.....	63
b)	Sélection de l'échantillon.....	64
c)	Taux de participation au questionnaire	64
2)	Type de molécules utilisées.....	64
3)	Détermination du type de personnel exposé aux AAV	65
a)	Type de personnel exposé aux AAV au bloc opératoire.....	65
b)	Type de personnel exposé aux AAV lors du remplissage de la cuve	65
c)	Conclusion sur le type de personnel exposé	65
4)	Évaluation de la fréquence d'exposition aux AAV	66
a)	Fréquence globale d'utilisation des AAV	66
b)	Fréquence d'utilisation des AAV en fonction de l'espèce.....	66
c)	Fréquence d'utilisation des AAV en fonction du type de chirurgie	67
d)	Fréquence de remplissage de la cuve à AAV	67
e)	Conclusion sur le taux d'exposition des vétérinaires.....	68
5)	Détermination des phases d'exposition aux AAV.....	68
a)	Exposition lors du remplissage de la cuve d'halogéné	68
b)	Exposition lors d'induction et de maintien des anesthésies volatiles	69
c)	Exposition lors de la fin d'anesthésie	72
d)	Conclusion sur les phases d'exposition à risque.....	72
6)	Évaluation des moyens de prévention mis en œuvre vis-à-vis des AAV.....	73
a)	Entretien du matériel d'anesthésie volatile	73
b)	Équipement de prévention de la pollution du bloc	73
7)	Évaluation du ressenti de l'exposition aux AAV et conscience des risques par les vétérinaires	76
a)	Présence de symptômes en lien avec l'exposition aux AAV.....	76
b)	Prise de conscience des risques liés aux AAV.....	77
8)	Perspectives, principaux points de prévention et communication à destination des vétérinaires canins et NAC.....	77
	CONCLUSION	79
	BIBLIOGRAPHIE	81
	Annexe : Questionnaire sur l'exposition des vétérinaires aux AAV, diffusé en ligne.....	85

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Structure chimiques des principaux AAV vétérinaires et du protoxyde d'azote.....	14
Figure 2 : Module de base de l'appareil d'anesthésie volatile	18
Figure 3 : Représentation schématique du circuit non réinhalatoire	19
Figure 4 : Représentation schématique du circuit réinhalatoire.....	20
Figure 5 : Systèmes d'évacuations passives et actives des gaz anesthésiques.....	21
Figure 6 : Concentration moyenne en N ₂ O au niveau de l'anesthésiste en fonction de l'efficacité du système de ventilation.....	29
Figure 7 : Système d'extraction des gaz anesthésiques artisanal conçu par Campbell.	31
Figure 8 : Présentation du double masque proposé par Friembichler <i>et al.</i>	33
Figure 9 : Sonde trachéale avec ballonnet.....	34
Figure 10 : Protocole de gestion de la fin de l'anesthésie pour limiter les pollutions environnementales.....	36
Figure 11: Présentation des effectifs cumulés des participants à l'enquête au cours des deux mois d'ouverture du questionnaire	43
Figure 12 : Répartition des participants à l'étude en fonction de leur âge	44
Figure 13 : Répartition des participants à l'étude en fonction du sexe.....	44
Figure 14 : Répartition des participants à l'étude en fonction de leur école ou université d'origine	45
Figure 15 : Répartition des participants à l'étude en fonction de leur structure d'exercice	46
Figure 16 : Proportions de vétérinaires (a) et d'ASV (b) par structure exposées aux AAV au cours d'une semaine	47
Figure 17 : Répartition des participants selon le nombre d'anesthésie volatiles réalisées en moyenne par semaine dans leur structure.....	48
Figure 18 : Répartition des participants selon le nombre maximal d'anesthésies volatiles réalisées quotidiennement	48
Figure 19 : Nombre d'anesthésies par semaine en fonction de l'espèce.....	49
Figure 20 : Fréquence d'utilisation des AAV en fonction de l'espèce.....	50
Figure 21 : Fréquence d'utilisation des AAV en fonction de la durée de l'intervention	51
Figure 22 : Type d'halogéné utilisé pour l'anesthésie volatile.....	52
Figure 23 : Type d'induction utilisée et fréquence	53
Figure 24 : Type d'entretien en fonction de l'espèce	54
Figure 25 : Personne en charge du remplissage de la cuve	55
Figure 26 : Période de remplissage de la cuve d'halogéné dans la journée.....	55
Figure 27 : Type de protection utilisée lors du remplissage de la cuve d'halogéné	56
Figure 28 : Fréquence de remplissage de la cuve d'halogéné	56
Figure 29 : Personne responsable du remplissage de la cuve en fonction de la fréquence du remplissage	57
Figure 30 : Fréquence des différents dispositifs de prévention des risques liés aux AAV au bloc	58
Figure 31 : Fréquence de vérification de la machine d'anesthésie volatile par un spécialiste	58

Figure 32 : Fréquence de vérification des fuites de la machine d'anesthésie volatile par le vétérinaire	59
Figure 33 : Fréquence des transferts d'animaux au cours d'une anesthésie volatile	60
Figure 34 : Modalités de gestion de la fin de l'anesthésie	60
Figure 35 : Apparition de symptômes après l'exposition aux AAV	61
Figure 36 : Fréquence d'utilisation de l'anesthésie volatile en fonction de l'espèce	67
Figure 37 : Adaptation du diaphragme du masque faciale pour les NAC.....	71
Figure 38 : Schéma du double masque artisanal pour rongeur	71
Figure 39 : Double masque artisanal conçu par Balafas <i>et al.</i>	71
Figure 40 : Présentation du système d'aspiration au niveau de l'animal	76

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des agents anesthésiques volatils utilisés en France en médecine vétérinaire	17
Tableau 2 : Principales valeurs limites réglementaires d'exposition pour trois AAV en fonction des pays.....	23

LISTE DES ABREVIATIONS

AAV	Agents Anesthésiques Volatils
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygiene
ALAT	ALanine-AminoTransférase
ANMV	Agence Nationale du Médicament Vétérinaire
ANSES	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ASV	Auxiliaire Spécialisé Vétérinaire
CHUVA	Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire d'Alfort
CHV	Centre Hospitalier Vétérinaire
CO ₂	Dioxyde de carbone ou gaz carbonique
CRAM	Caisse Régionale d'Assurance Maladie
CRAMIF	Caisse Régionale d'Assurance Maladie d'Ile de France
ENVA	Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort
IC 95 %	Intervalle de confiance à 95 %
MAC	Concentration Minimale Alvéolaire (Minimum Alveolar Concentration)
N ₂ O	Protoxyde d'azote
NAC	Nouveaux Animaux de Compagnie
NIOH	National Institute of Occupational safety and Health
PIC	Pression Intra Crânienne
ppm	Partie par Million
QCM	Questionnaire à Choix Multiple
SEGA	Système d'Evacuation des Gaz Anesthésiques
VMC	Ventilation Mécanique Contrôlée

INTRODUCTION

Depuis l'utilisation de l'éther en 1540, puis du chloroforme en 1847, comme agent anesthésique, la médecine a fait de grands progrès avec l'arrivée dans les années soixante des halogénés. L'halothane a été le premier agent anesthésique volatil utilisé en médecine vétérinaire suivi par l'isoflurane dans les années quatre-vingt-dix. La médicalisation grandissante des animaux de compagnie depuis les années deux mille et l'amélioration de la palette des soins, favorisent le recours à l'anesthésie volatile. De nombreuses études ont analysé l'effet des halogénés sur les patients et ont permis de démontrer un rapport bénéfice-risque favorable, en particulier pour l'isoflurane et ses successeurs. Cependant, dès 1967, Vaisman a mis en évidence une augmentation du taux d'avortement chez les infirmières de blocs opératoires, ce qui a laissé suspecter un effet délétère sur le personnel exposé de façon chronique aux agents anesthésiques volatils (AAV). Cette première étude a ouvert la voie à de nombreuses études pendant toute la fin du 20^{ème} siècle concernant les risques d'une exposition chronique aux halogénés et le taux d'exposition du personnel.

Néanmoins, la grande majorité de ces études a été conduite en bloc de chirurgie humaine, avant les années deux mille et rarement en France. La première étude mesurant le taux d'exposition aux halogénés dans une structure vétérinaire a été conduite en 2013 par le Dr. Labruyère au sein du Centre Hospitalier Universitaire de l'École Vétérinaire d'Alfort (CHUVA). En revanche, aucune étude ne s'est attachée à analyser l'exposition globale et les pratiques à risques des vétérinaires français quant à l'utilisation des agents anesthésiques volatils.

Ce travail de thèse propose dans un premier temps, de présenter les données disponibles quant aux risques d'une exposition chronique aux agents anesthésiques volatils, les pratiques à risques et les bonnes pratiques. Dans un deuxième temps, sont présentés les résultats d'une enquête réalisée auprès des praticiens utilisant les agents anesthésiques volatils sur les carnivores domestiques et nouveaux animaux de compagnie afin d'établir leur degré d'exposition et leurs pratiques à risques. Dans un troisième temps, une analyse de ces résultats est réalisée afin de connaître le degré et le type d'exposition et établir des recommandations ciblées en fonction des pratiques à risques identifiées.

I. Étude bibliographique

1) L'anesthésie en médecine vétérinaire

a) Définition de l'anesthésie

L'anesthésie générale est un état d'inconscience suite à l'administration de médicaments. Elle est contrôlée et la dépression du système nerveux centrale est réversible. Les fonctions sensorielles, motrices et les reflexes sont diminués (Thurmon et Short, 2007).

En médecine vétérinaire, l'anesthésie locale est utilisée généralement pour les équins ou les bovins. Pour les carnivores domestiques et les nouveaux animaux de compagnie (NAC), l'anesthésie locale est rarement pratiquée seule. En effet, le stress engendré par la manipulation ne permet pas d'obtenir une contention correcte. L'anesthésie générale est donc très largement prédominante en pratique vétérinaire des petits animaux.

L'anesthésie générale se subdivise en quatre grandes phases décrites par McGregor et Jones en 1998 :

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">- La prémédication- L'induction- Le maintien- Le réveil |
|--|

La prémédication est une étape facultative qui permet de diminuer le stress et de faciliter le relâchement de l'animal. Elle permet de potentialiser les molécules anesthésiques et ainsi de réduire les doses d'agents anesthésiques volatils et leurs effets secondaires. La prémédication se réalise par voie injectable dite voie parentérale 20 à 30 minutes avant l'induction.

b) L'induction

L'induction est la phase permettant de passer de l'état de conscience à l'état d'inconscience recherchée lors d'anesthésie générale. Elle peut se réaliser par voie parentérale, ou par inhalation.

i. Par voie parentérale

L'induction par voie parentérale est l'administration de molécules anesthésiques par voie veineuse ou intramusculaire. Il s'agit par exemple du thiopental et du propofol dans le premier cas ou de la dexmédétomidine et de la kétamine dans le deuxième cas.

ii. Par inhalation

L'induction par inhalation est l'administration d'un mélange gazeux comportant un AAV et un gaz de transport tel que l'oxygène ou le protoxyde d'azote (N₂O). Ce gaz peut être administré directement via un masque facial que l'on appose au niveau de la gueule de l'animal. Cette démarche, considérée comme stressante pour l'animal, est réalisée généralement sur des NAC ou de jeunes animaux. L'animal peut aussi être placé dans une chambre hermétique en plexiglas dans laquelle parvient le mélange gazeux. Ce système est couramment appelé « cage à induction ».

c) Le maintien

Le maintien est la phase durant laquelle l'animal est maintenu dans un état d'inconscience. Au cours de cette étape, il convient d'atteindre un niveau d'anesthésie suffisant pour permettre l'intervention, sans atteindre le seuil du coma. Pour cela, l'anesthésiste s'appuie sur la présence ou non d'un certain nombre de réflexes permettant d'évaluer la profondeur de l'anesthésie. Le maintien de l'anesthésie peut se réaliser par voie parentérale ou par inhalation.

i. Par voie parentérale

L'anesthésie peut être maintenue par l'administration d'agents anesthésiques par voie parentérale sous forme de bolus répétés ou sous forme de perfusion continue permettant d'atteindre une concentration supérieure à la concentration efficace.

ii. Par inhalation (intubation ou masque facial)

L'anesthésie peut être maintenue par l'administration d'un mélange gazeux *via* un masque facial posé au niveau de la gueule, un masque laryngé ou par l'intermédiaire d'une sonde endo-trachéale amenant le mélange directement au niveau de la trachée.

d) Le réveil

Le réveil est l'étape opposée de l'induction permettant le passage de l'état d'inconscience à l'état de conscience. Lorsque l'entretien a été réalisé par l'administration d'un mélange gazeux à l'aide d'une sonde endo-trachéale, il convient d'attendre une première déglutition avant de retirer la sonde afin de ne pas risquer de spasme laryngé et une fausse déglutition.

2) Principe et place des agents anesthésiques volatils chez les vétérinaires canins et Nouveaux Animaux de Compagnie (NAC)

a) La place de l'anesthésie volatile en médecine des carnivores domestiques et NAC

L'éther est le premier agent anesthésique volatil découvert en 1540 par Paracelsus, qui met en évidence le pouvoir soporifique de l'éther sur les oiseaux. Il sera véritablement utilisé pour l'anesthésie à la moitié du XIX^{ème} siècle par Jackson (Thurmon et Short, 2007).

L'utilisation des AAV s'est développée en médecine humaine avec l'arrivée de l'halothane dans les années soixante. Cependant, son utilisation en médecine vétérinaire en France remonte aux années quatre-vingt, quatre-vingt-dix avec une augmentation notable dans les années deux mille. En 2008, 55 % des vétérinaires français disposaient d'une machine d'anesthésie volatile (communication personnelle), ce chiffre est passé à 71 % en 2013 (Farges, 2012). L'anesthésie volatile est utilisée pour la manipulation d'animaux particulièrement agressifs ou dangereux, pour réaliser des examens complémentaires nécessitant une immobilisation parfaite (radiographie, IRM, scanner, endoscopie ...), pour éviter le stress lors de certains soins (détartrage ...) ou plus couramment lors de chirurgies. La médicalisation et le développement des techniques aboutissent à l'essor de ce type d'anesthésie.

b) Les molécules de l'anesthésie volatile

L'halothane est le premier AAV à avoir été mis sur le marché en 1956, suivi de l'isoflurane en 1985, puis du sévoflurane et du desflurane dans les années quatre-vingt-dix. Il aura fallu attendre 2010 pour disposer d'isoflurane et de sévoflurane vétérinaire en France (Vandaele, 2011).

Les AAV sont directement administrés au niveau des poumons. Leur intérêt réside dans la facilité d'administration, la bonne connaissance de leur pharmacocinétique et leur rapidité d'ajustement. La bonne connaissance de leur pharmacocinétique permet de prédire la réponse de l'individu. Ces différents aspects ont permis une meilleure prise en charge des patients et une baisse de la morbidité¹ et de la mortalité² lors de l'anesthésie générale (Steffey et Mama, 2007).

Il existe une vingtaine d'agents anesthésiques volatiles, mais seulement quelques-uns sont utilisés en médecine vétérinaire : l'halothane, l'isoflurane, le sévoflurane, le desflurane, l'enflurane et le methoxyflurane. Ce dernier étant quasiment totalement abandonné en raison de sa néphrotoxicité³.

La pharmacocinétique et la toxicité des AAV s'expliquent par leurs caractéristiques chimiques et physiques. Nous exposerons ici les principaux éléments qui permettent de mieux comprendre les raisons de leur utilisation et leurs effets secondaires.

i. Caractéristiques chimiques des Agents Anesthésiques Volatils (AAV) vétérinaires

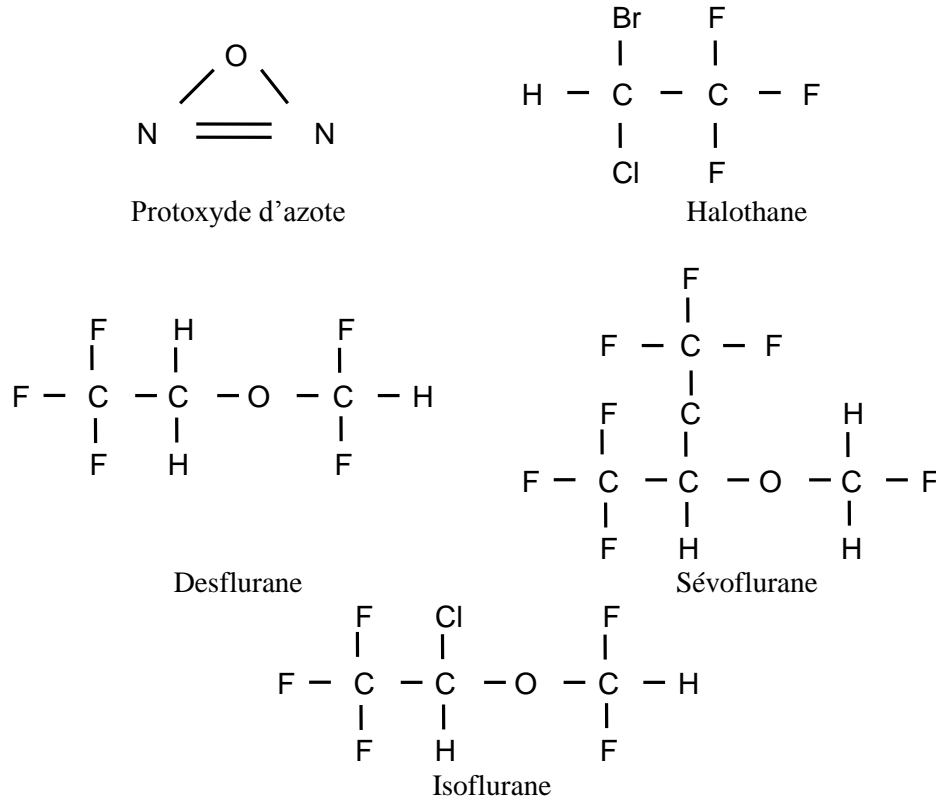
Tous les AAV vétérinaires sont des composés organiques, aliphatiques (sans cycle) disposant d'un groupement éther (R-O-R) et des atomes de la famille des halogénés (Chlore : Cl ; Brome : Br ; Fluor : F), (figure 1).

¹ Morbidité : nombre de malades rapporté au nombre d'individus susceptibles

² Mortalité : nombre de morts rapporté au nombre d'individus susceptibles

³ Néphrotoxicité : toxicité rénale

Figure 1 : Structure chimiques des principaux AAV vétérinaires et du protoxyde d'azote



La structure chimique des AAV conditionnent leur utilisation :

- Les atomes de brome et de chlore augmentent leur potentiel anesthésique mais en augmentent aussi la décomposition par la lumière et en diminuent le temps de conservation ;
- À l'inverse, l'atome de fluor rend le composé plus stable mais diminue la solubilité et le potentiel anesthésique. C'est pourquoi la tendance a été de développer des produits avec des atomes de fluor pour remplacer le brome ou le chlore afin d'augmenter la stabilité et éviter l'adjonction de conservateurs comme le thymol (présent avec l'halothane) qui perturbait les vaporisateurs des machines d'anesthésie. Cependant, une fois libre, l'ion fluorure est néphrotoxique. Ainsi, la métabolisation du méthoxyflurane libère des ions fluorures, ce qui a engendré de nombreux cas d'insuffisance rénale ayant entraîné l'arrêt de ce produit (Steffey et Mama, 2007). Le sévoflurane, dans une moindre mesure, pourrait libérer des ions fluorures et avoir un effet potentiellement néphrotoxique ;
- Le groupement éther réduit les arythmies, c'est pourquoi les composés créés après l'halothane, disposent tous d'un groupement éther.

Il est à noter que l'halothane et le sévoflurane réagissent avec la chaux sodée en produisant des métabolites. Le sévoflurane est dégradé en composé A lors de son passage au contact de la chaux sodée. Ce composé est néphrotoxique. L'utilisation de circuit réinhalatoire avec ces deux halogénés doit donc être limitée afin de ne pas engendrer une accumulation de métabolites toxiques (Steffey et Mama, 2007).

ii. Caractéristiques physiques des AAV vétérinaires

Les AAV vétérinaires sont tous des liquides à pression atmosphérique et à une température de 20°C. Il est donc nécessaire de les vaporiser pour les transporter avec l'oxygène dans le circuit. Cette vaporisation dépend de la pression de vapeur saturante. Plus cette pression de vapeur est élevée, plus la concentration délivrée est importante. Ainsi, l'halothane (243 mmHg) est plus volatile que le méthoxyflurane (23 mmHg).

Un autre paramètre fondamental à prendre en considération pour comprendre la pharmacocinétique et la toxicité des AAV est la solubilité de la molécule. En effet, la solubilité d'une molécule permet de connaître sa distribution dans le corps, sa rapidité d'équilibre et en déduire le temps d'induction et de réveil. On étudie alors le coefficient de partition sang/gaz : plus il est important, plus la solubilité de la molécule dans le sang est bonne et moins les changements seront rapides. Il faudra donc plus de temps pour le réveil car une plus grande quantité d'anesthésique aura été assimilée par l'organisme. On en déduit ainsi la rapidité de la réponse au changement de pourcentage du vaporisateur, d'induction et de réveil (Steffey et Mama, 2007). Une solubilité faible est donc préférable car l'induction, le contrôle, et l'élimination sont plus rapides.

Les principaux AAV sont classés ci-dessous par ordre de solubilité décroissante :

Méthoxyflurane >> Halothane > Enflurane > Isoflurane > Sévoflurane > Desflurane

D'après ceci on en déduit que :

- l'induction et le réveil seront plus rapides avec le sévoflurane qu'avec l'isoflurane ;
- l'halothane s'accumule davantage dans l'organisme que l'isoflurane.

Il est à noter que la solubilité varie d'un organe à l'autre. Cependant, lors d'une anesthésie, 75 % du sang va à 10 % des organes : cerveau, rein, cœur, foie (organes nobles). À l'inverse, la peau et les muscles reçoivent une petite partie du débit cardiaque et la graisse une infime partie. Ainsi, l'équilibre est atteint rapidement dans les organes nobles, *a contrario* pour les autres organes, cet équilibre intervient après plusieurs heures, même pour les graisses où la solubilité est très importante (Steffey et Mama, 2007).

iii. La biotransformation des AAV vétérinaires

Le foie est le principal lieu de métabolisation des halogénés, en relation avec l'action du cytochrome P 450, en particulier pour l'halothane et le méthoxyflurane. Dans certains cas, des prédispositions génétiques ou pathologiques ont été mises en évidence, expliquant des métabolisations plus rapides que lors des expérimentations préliminaires.

La faible vitesse d'élimination de l'halothane et sa métabolisation plus importante peuvent, lors d'exposition chronique, engendrer une accumulation (Steffey et Mama, 2007).

Le poumon, les reins et le tube digestif peuvent aussi être des lieux de métabolisation mais relativement minoritaires.

Des recherches ont montré que le sévoflurane, l'halothane et, dans une moindre mesure l'isoflurane, se dégradent partiellement *in vivo* ce qui n'est pas le cas du desflurane (Shiraishi et Ikeda, 1990).

iv. Notion de concentration minimale alvéolaire (Minimal Alveolar Concentration : MAC)

La notion de concentration minimale alvéolaire ou Minimal Alveolar Concentration (MAC) a été développée par Merkel et Eger en 1963 afin de pouvoir comparer le pouvoir anesthésique de différents composés. La MAC se définit comme la concentration alvéolaire minimale en AAV nécessaire, à une pression d'une atmosphère, pour que 50 % des sujets ne ressentent plus de stimulus nociceptif (clamp à la base de la queue). Le potentiel anesthésique est inversement proportionnel à la MAC.

Le tableau 1 ci-après indique les différentes caractéristiques de quatre principaux AAV vétérinaires utilisés en France : l'halothane, l'isoflurane, le sévoflurane et le desflurane.

Tableau 1 : Caractéristiques des agents anesthésiques volatils utilisés en France en médecine vétérinaire

Caractéristiques	Halothane	Isoflurane	Sévoflurane	Desflurane
Début d'utilisation	Années 50	Années 80	Années 90	Années 90-00
MAC* Chien	0,87 %	1,30 %	2,36 %	7,20 %
MAC* Chat	1,14 %	1,61 %	2,58 %	9,79 %
Concentration à l'induction	2-3 %	2-4 %	4-5 %	12-18 %
Concentration au maintien	1-1,5 %	1-2 %	2,5-4 %	8-10 %
Rapidité d'induction ou de réveil	-	+	++	+++
Coût	Très faible	Faible (+/- 2 € HT/h)	Elevé (+/- 8 € HT/h)	Très élevé
Avantages		Pas d'arythmie Ne compromet pas le débit cardiaque Peu d'effets sur la pression intracrânienne	Identiques à l'isoflurane Caractère on/off	
Effets secondaires	Arythmogène Toxicité hépatique Augmente la pression intracrânienne	Dépression respiratoire dose dépendante		
Métabolisation	30 % métabolisés par le foie	<0,2 % de métabolisation	3 % métabolisés par le foie	0 %
Utilisation autorisée pour les espèces suivantes	Chiens, chats et oiseaux de volières	Chiens, chats, NAC, chevaux (Animaux de productions via la cascade)	Chien (Animaux de compagnie et chevaux via la cascade)	non

* MAC : Concentration alvéolaire minimale, de l'Anglais : Minimal Alveolar Concentration : concentration en AAV dans les alvéoles nécessaire pour que 50 % des individus d'une population saine soient anesthésiés au point de ne plus présenter de réactions nociceptives (Merkel et Eger, 1963).

D'après Zilberstein (2012), Vandaele (2011) et ANSES-ANMV (2014).

L'halothane, en plus d'être métabolisé à 30 % au niveau hépatique dispose d'une demi-vie élevée de 60 h ; ce qui favorise son accumulation lors d'exposition chronique. Ceci ne se retrouve pas pour les autres halogénés (Rüegger et Jost, 1993).

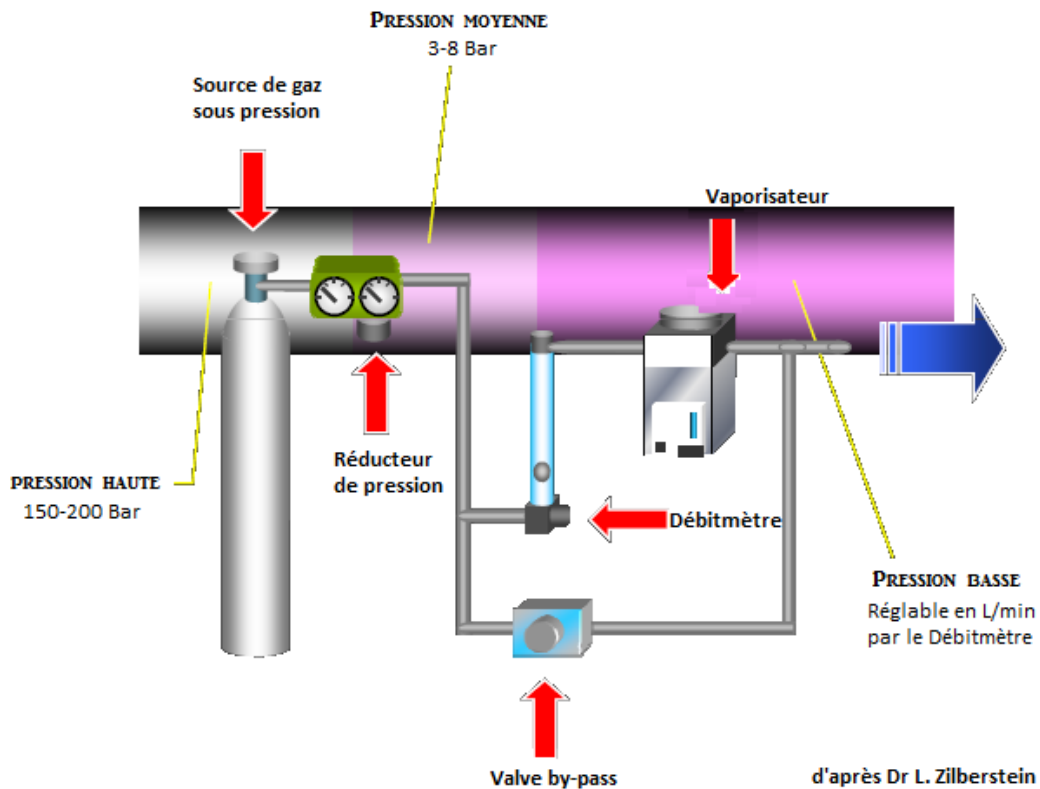
c) L'appareil d'anesthésie volatile

L'appareil d'anesthésie permet de créer un mélange entre l'AAV et le gaz de transport qui est majoritairement l'oxygène en médecine vétérinaire.

La figure 2 ci-dessous permet de repérer les cinq éléments fondamentaux de l'appareil d'anesthésie volatile :

- la source de gaz de transport (bouteille d'oxygène ou concentrateur d'oxygène) ;
- le réducteur de pression qui permet d'obtenir une pression correcte pour le circuit ;
- le débitmètre qui permet de régler le débit d'oxygène ;
- le vaporisateur qui permet de vaporiser l'AAV à la concentration voulue dans le gaz de transport ;
- le by-pass qui permet de contourner le débitmètre et le vaporisateur.

Figure 2 : Module de base de l'appareil d'anesthésie volatile



d) Les différents circuits d'anesthésie volatile

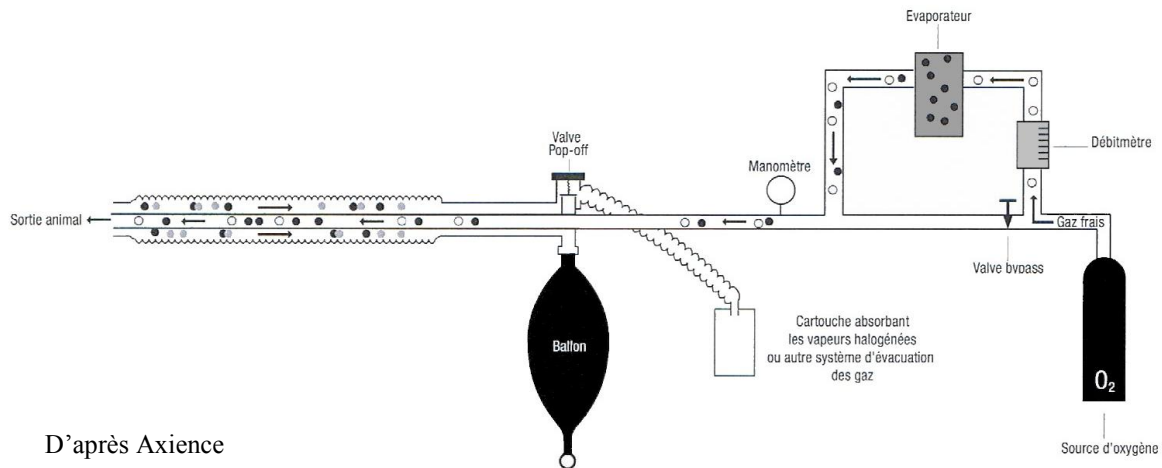
i. Circuit non réinhalatoire

Dans le circuit non réinhalatoire (Figure 3) les gaz expirés par le patient sont évacués du circuit et un mélange de gaz neuf est inspiré. Le débit de gaz frais est constant ce qui permet d'expulser les gaz expirés en dehors du circuit. L'absence de valve limite la résistance et minimise les efforts respiratoires du patient.

Le mélange peut être fourni à l'animal à l'aide d'un masque facial, un masque laryngé ou une sonde trachéale.

L'évacuation des gaz devrait se faire vers un système d'évacuation des gaz anesthésiques (SEGA) spécifiquement conçu, mais généralement lors de l'utilisation d'un masque facial les pertes dans la pièce de travail sont considérables (ainsi que la pollution).
Ce type de circuit est destiné aux animaux de poids inférieur à 10kg (Manley et McDonell, 1980).

Figure 3 : Représentation schématique du circuit non réinhalatoire (d'après Axience)



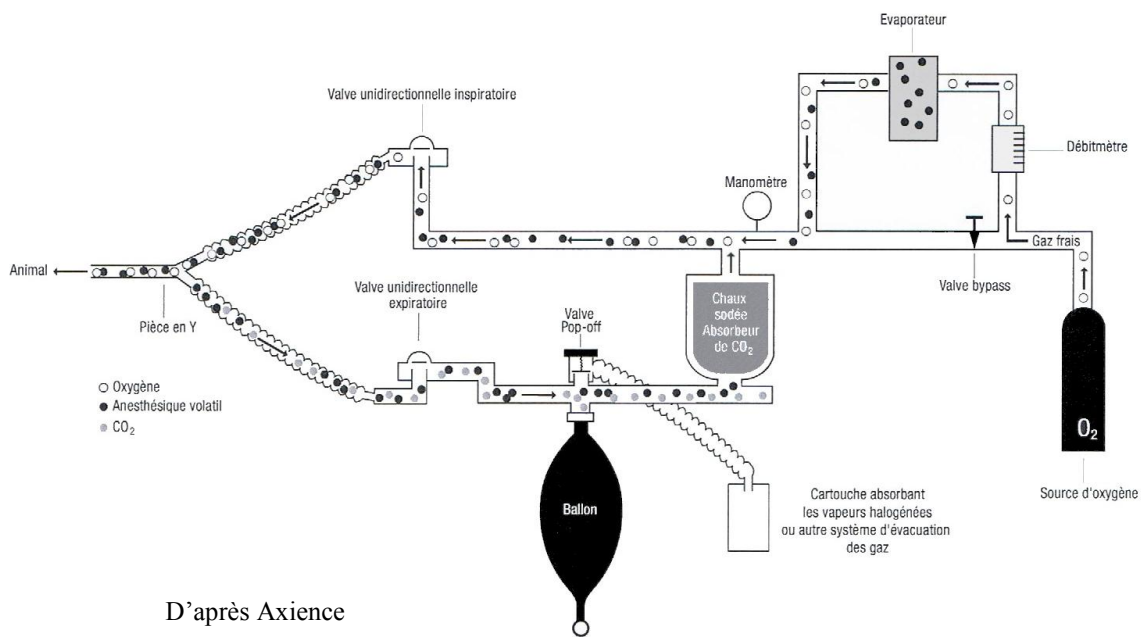
ii. Circuit réinhalatoire

Dans le circuit réinhalatoire (Figure 4) les gaz expirés par le patient passent dans la chaux sodée, afin de les purifier du dioxyde de carbone (CO_2), capté par une réaction biochimique exothermique. Les gaz ainsi purifiés sont réutilisés et réintroduits dans le circuit avec un faible apport de gaz frais. Ce type de circuit contient des valves unidirectionnelles et nécessite un certain effort respiratoire de la part du patient. Il a l'avantage d'utiliser un débit d'oxygène et une quantité d'AAV plus faible que le circuit non réinhalatoire à poids équivalent, ce qui le rend plus économique.

De même que pour le circuit non réinhalatoire, l'évacuation des gaz se fait *via* un système d'évacuation des gaz anesthésiques.

Ce type de circuit est destiné aux animaux de poids supérieur à 10 kg (Manley et McDonell, 1980) en raison de la résistance engendrée par les valves et le filtre à CO_2 .

Figure 4 : Représentation schématique du circuit réinhalatoire (d'après Axience).



e) Les différents systèmes d'évacuation des gaz anesthésiques (SEGA)

Il existe deux grands systèmes d'évacuation des AAV, les passifs et les actifs, qui disposent d'un système de capture au niveau du circuit respiratoire ou du respirateur automatique. Plus spécifiquement, au niveau de la machine d'anesthésie, se trouve une valve d'ajustement de pression aussi appelée valve « pop-off » qui constitue souvent le principal lieu d'évacuation des gaz anesthésiques exubérants.

Lorsqu'il n'existe pas de SEGA, les AAV sont rejetés dans la salle d'anesthésie. Il en est de même lors de l'utilisation du masque facial où seule une partie des AAV est prise en charge par le SEGA. Le SEGA peut être une aspiration active ou un acheminement passif vers l'extérieur de la pièce ou un système d'adsorption.

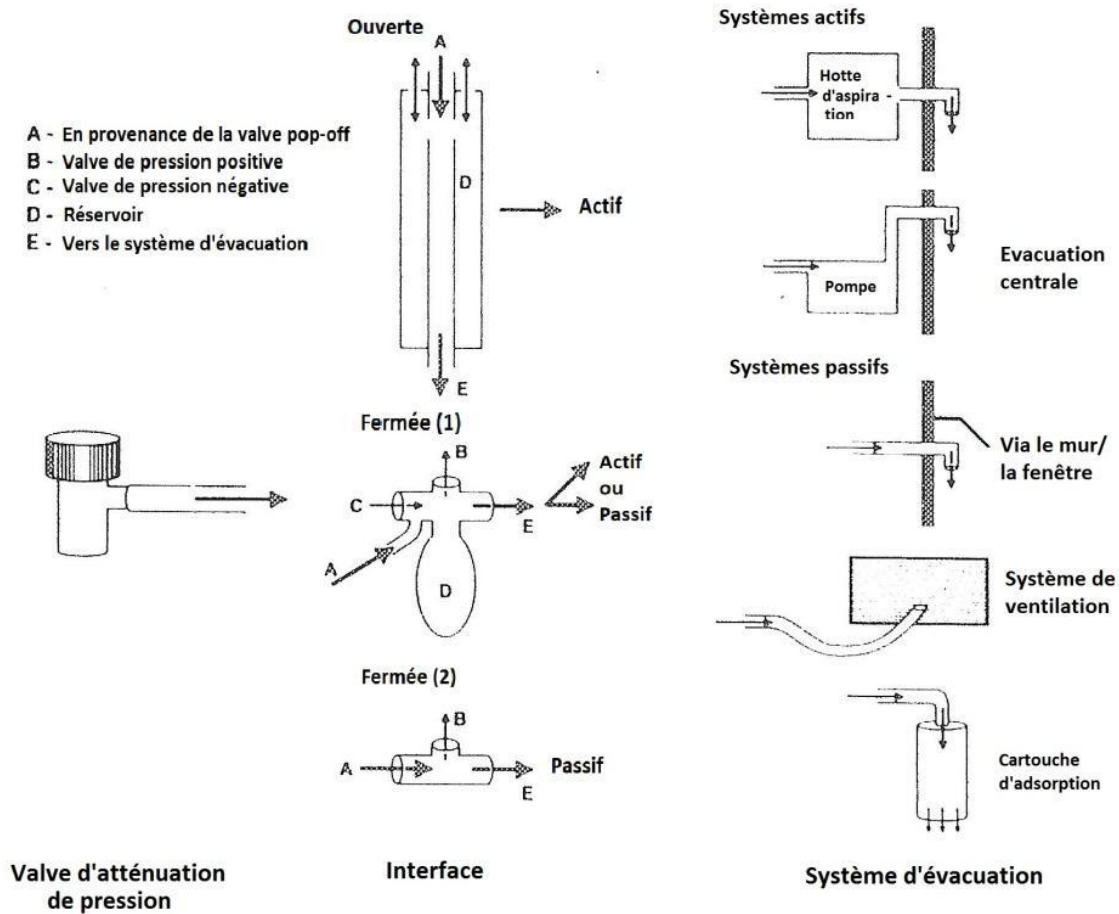
L'évacuation passive consiste en un simple tuyau qui permet d'acheminer les gaz directement à l'extérieur de la pièce ou qui les fait transiter par une cartouche d'adsorption (charbon actif). L'utilisation d'un simple tuyau d'évacuation est peu onéreuse mais ne permet pas de contrôler parfaitement l'évacuation des gaz vers l'extérieur.

L'utilisation d'adsorbent repose sur les capacités du charbon activé de fixer par adsorption les AAV. Cependant, ce système nécessite d'être changé très régulièrement et semble relarguer, pendant et après les anesthésies, des quantités non négligeables d'AAV (Smith et Bolon, 2003). C'est pourquoi Smith et Bolon (2003) recommandent leur utilisation uniquement lorsque les autres systèmes ne peuvent être mis en place ou lorsque la machine doit être déplacée.

L'évacuation active consiste à créer une pression négative dans le SEGA afin de forcer l'extraction des gaz. Il convient en revanche de s'assurer que cette pression négative ne se répercute pas sur le patient ou la machine d'anesthésie.

La figure 5 ci-après décrit les différents types de SEGA exposées par Smith (1993).

Figure 5 : Systèmes d'évacuations passives et actives des gaz anesthésiques (Smith, 1993)



f) Spécificité de l'anesthésie de certains animaux

i. Particularités des NAC et des très jeunes carnivores domestiques

La majorité des NAC et des très jeunes carnivores domestiques sont trop petits pour être induits par voie intraveineuse puis intubés. Pour ce type d'animaux, l'induction est directement réalisée par des AAV au masque facial ou en cage à induction. Le maintien de l'anesthésie est ensuite réalisé au masque facial. Les masques faciaux sont généralement peu adaptés à la taille et à la morphologie de ces espèces.

ii. Particularités des chats agressifs

L'utilisation de cage à induction est une procédure utilisée pour les chats difficilement manipulables en raison de leur agressivité. Ces animaux sont placés dans une cage en plexiglass hermétique, à laquelle la machine d'anesthésie est reliée. On procède à l'administration d'isoflurane jusqu'à atteindre environ 2 % d'isoflurane dans la cage ; ce qui coïncide avec un état de sédation avancé. Le relais est ensuite pris au masque facial pour réaliser les soins nécessaires ou jusqu'à atteindre une profondeur d'anesthésie suffisante pour intuber l'animal.

L'utilisation d'une machine d'anesthésie volatile provoque nécessairement des rejets de gaz, soit par l'expiration du patient, soit à l'ouverture de la cage à induction ou lors de mauvaises manipulations. Afin de protéger l'utilisateur, le législateur a mis en place une réglementation quant à l'exposition du personnel aux AAV

3) Aspect réglementaire sur l'exposition du personnel aux AAV

a) Généralité sur la protection du personnel aux agents chimiques

D'après les articles L. 4121-1 et suivants du code du travail (Légifrance, 2014) , l'établissement doit assurer la sécurité et la santé des travailleurs. Dans ce cadre, l'employeur doit prendre en compte les substances chimiques, l'aménagement du lieu de travail et mettre en place des actions de prévention et d'information afin de garantir le meilleur niveau de protection possible. Le document unique d'entreprise doit lister et quantifier les risques encourus et les mesures de prévention mises en œuvre au sein de l'entreprise. En cas de manquement, l'article R. 263-1-1 du code du travail prévoit que l'employeur s'expose à une amende de 1 500 € et à des poursuites pénales en cas d'accident ou de maladie liés à cette exposition (Légifrance, 2014).

b) Limites réglementaires d'exposition

En fonction des données scientifiques, le législateur réglemente l'exposition aux produits chimiques dont les gaz anesthésiques.

La circulaire de 19 juillet 1982 du Ministère chargé de l'Emploi et du Travail, relative aux valeurs admises pour les concentrations de certaines substances dangereuses dans l'atmosphère des lieux de travail (TR. 82/93 n°11453, rect. TR. 82/46) (Légifrance, 2014), définit la valeur limite comme la concentration dans l'air que peut respirer une personne pendant un temps donné sans risque d'altération pour sa santé. Les valeurs limites intègrent des critères scientifiques, économiques, techniques, sociaux et psychologiques. Ces valeurs sont des objectifs *a minima*. Il convient d'abaisser leur niveau aussi bas que possible. Ainsi, chaque pays dispose de ses propres normes et méthodes de calcul : valeur sur une courte durée ou pondérée sur une journée de travail (Tableau 2, CRAMIF, 1998).

Tableau 2 : Principales valeurs limites réglementaires d'exposition pour trois AAV en fonction des pays

Pays	Valeur limite pour N ₂ O (ppm)	Valeur limite pour l'Halothane (ppm)	Valeur limite pour l'Isoflurane (ppm)
France	25	2	2
USA (NIOH*)	25	2	2
USA (ACGIH*)	50	50	75
Italie	100		
Suède	100	5	10
Danemark	100	5	2
Norvège	100	5	2
Allemagne	80	5	10
Québec	50	50	75
Suisse	100	5	10

Ppm : partie par million

NIOH : National Institute of Occupational safety and Health ; organisme officiel des USA pour l'hygiène industrielle

ACGIH : American Conference of Governmental Industrial Hygiene ; association américaine de droit privé.

D'après CRAMIF (1998) et Rügger et Jost (1998)

Le seuil de détection olfactive de l'halothane est très au-dessus des normes. À 15 ppm seulement, 25 % de la population détecte l'halothane, à 33 ppm, 50 % de la population et il faut atteindre 100 ppm pour que l'ensemble de la population détecte l'halothane (Rügger et Jost, 1998). Pour l'isoflurane, il semblerait que le seuil de détection soit plus faible. En effet, 75 % des personnes soumises à 1,7 ppm perçoivent l'odeur de l'isoflurane alors qu'à 1 ppm elles ne sont plus que 25 % (Smith et Bolon, 2006). La détection olfactive des halogénés semble donc être le signe d'un dépassement des seuils réglementaires.

c) Réglementation sur le matériel de prévention de l'exposition aux agents chimiques

La circulaire du ministère de la santé DGS/3A/667 bis du 10 octobre 1985 (Légifrance, 2014) prévoit que les salles où sont réalisées les anesthésies « doivent être équipées de dispositifs assurant l'évacuation des gaz et vapeurs anesthésiques. Ces dispositifs doivent permettre, durant la phase d'entretien de l'anesthésie, d'abaisser à proximité du malade et du personnel les concentrations à 2 ppm pour les halogènes ». Le code du travail définit la ventilation comme un dispositif assurant le captage puis l'évacuation des polluants complété d'une ventilation générale.

La réglementation précise la nécessité de captage au plus près de la source quand cela est techniquement possible et une dilution ou évacuation des polluants (CRAMIF, 1998).

La machine anesthésique en tant que dispositif médical tel que défini dans le code de la Santé Publique doit faire l'objet d'une maintenance et d'un entretien périodique et programmé par un personnel qualifié, afin de s'assurer la sécurité vis-à-vis du patient et du personnel médical (Arrêté du 03/10/95) (Légifrance, 2014).

4) Précédentes études sur les risques de l'exposition du personnel AAV

La majorité des études sur les risques d'exposition du personnel aux AAV ont été conduites à partir des années soixante-dix jusqu'aux années quatre-vingt-dix au sein des établissements de santé publique. Les méthodes d'étude et la rigueur de ces études ont évolué au cours du temps et ne correspondent pas toujours aux standards actuels. Il existe en effet dans la plupart d'entre elles des biais majeurs (absence de groupe témoin, poly-exposition ...) qui ne permettent pas toujours d'aboutir à des conclusions nettes et engendrent des résultats contradictoires d'une étude à l'autre. La poly-exposition du personnel d'anesthésie est un véritable problème dans ce type d'étude. En effet, le personnel est soumis aux N₂O, halogéné, solvants, stress, durées de travail augmentées, rayons X et à l'environnement extérieur (tabac, alcool, etc).

La Caisse Régionale d'Assurance Maladie d'Île de France (CRAMIF) dans son guide « Pour prévenir les expositions professionnelles aux gaz et vapeurs anesthésiques » (CRAMIF, 1998) et les Docteurs Rüegger et Jost dans leur guide « Conditions de travail lors de l'exposition aux gaz anesthésiques » (Rüegger et Jost, 1998) ont tenté de faire la synthèse des différentes études de l'époque.

La majorité des études traitent de l'halothane et du protoxyde d'azote, considérés comme plus toxiques que leurs successeurs (isoflurane, sévoflurane, ...). C'est pourquoi il n'existe presque aucune étude sur la toxicité de sévoflurane et du desflurane pour le personnel.

En raison de la faible utilisation du protoxyde d'azote en médecine vétérinaire, nous étudierons uniquement les potentiels effets des halogénés.

a) Risques liés à l'exposition aux AAV

i. Troubles neurologiques

Les halogénés, comme tous les agents anesthésiques, agissent sur le système nerveux central et peuvent provoquer des troubles neurologiques lors d'expositions chroniques comme des troubles de la vigilance, de la coordination, de la motricité et du tonus musculaire. Cependant la majorité des études ont été conduites sur du personnel exposé simultanément au N₂O et aux halogénés, ce qui ne permet pas de connaître leur part respective. Ces résultats sont donc controversés, mais incitent à la prudence (CRAMIF, 1998). Lors d'une exposition à des concentrations moyennes dépassant les 5 ppm pendant 5-6 h, des signes de fatigabilité, nervosité, irritabilité, céphalées, troubles de la concentration peuvent survenir sans qu'il soit possible de distinguer la part inhérente aux conditions de travail de celle inhérente aux halogénés (Schneider, 1986).

ii. Cancérogenèse et génotoxicité

Les études sur l'exposition chronique ont surtout porté sur les effets du N₂O à forte dose d'exposition. Dans ce cadre, des effets cancérogènes ou génotoxiques ont pu être mis en évidence. Cependant, peu d'études concernaient les halogénés (CRAMIF, 1998). Une étude portant sur l'exposition de drosophiles (*Drosophila melanogaster*) aux halogénés a montré un pouvoir mutagène dose-dépendant à de faibles doses pour l'halothane qui ne se retrouve pas avec l'isoflurane même à 2 % (Baden et Kundomal, 1987). Certaines études ont montré que le

personnel exposé aux AAV halogénés, ne disposant ni de système d'évacuation des gaz anesthésiques ni de système de renouvellement de l'air dans le bloc opératoire, présente un taux d'aberrations chromosomiques significativement plus important (Jayakaran et Thomas, 2005). Cependant, ces aberrations chromosomiques ne sont pas à l'origine d'effets cancérogènes et les différentes études portant sur les halogénés conduisent à supposer que les anesthésiques par inhalations ne sont pas cancérogènes pour l'Homme (Rüegger et Jost, 1998).

iii. Effets sur le système immunitaire

L'halothane pourrait se lier à des phospholipides et des protéines des membranes cytoplasmiques, ce qui induirait une action cytotoxique et la formation de néoantigènes. L'isoflurane pourrait, par un mécanisme similaire, modifier des protéines par l'action de métabolites actifs et induire une réponse immunitaire dirigée contre le foie (Rüegger et Jost, 1993). Ces quelques données attirent l'attention sur le risque pour le système immunitaire sans établir de relation dose-effet.

iv. Effets sur la reproduction

Des études de laboratoire ont été conduites afin de tenter d'établir la toxicité fœtale. Elles ont montré que pour une exposition à l'halothane à 10 ppm 8 heures par jour, 5 jours par semaine, la descendance de rats présente des troubles macroscopiquement visibles au niveau rénal, hépatique et cérébral et des difficultés dans l'apprentissage. À l'inverse, les portées de lapines exposées à 22 000 ppm d'halothane une heure par jour pendant trois jours ne présentent pas d'anomalie identifiable (Baeder et Albrecht, 1990). L'isoflurane, même à 4 000 ppm 4 h par jour pendant 2 semaines, ne provoque pas de trouble visible sur les fœtus de souris (Mazze, 1985).

D'après la synthèse de la CRAMIF (1998) sur douze études, neuf montrent un risque significativement augmenté d'avortement (1,2 à 3,7) et quatre un excès de malformations congénitales (1,2 à 4,2) chez le personnel exposé aux AAV, au stress et à la pénibilité du travail. Une méta-analyse du Conseil d'évaluation des technologies de la santé du Québec (Boivin, 1997) portant sur vingt-quatre études épidémiologiques relatives aux effets de l'exposition professionnelle aux AAV sur la reproduction, publiées entre 1971 et 1995, trouve un risque relatif de 1,9 [1,72 ; 2,09]_{IC 95%} (intervalle de confiance à 95 %) pour le personnel exposé aux AAV, lorsqu'il sélectionne les six études avec les meilleures cotes de validité (pertinence des groupes exposé/non exposé, contrôle des variables de confusion non-professionnels, taux de réponses). Ce risque relatif passe à 2,45 [1,2 ; 5,021]_{IC 95%} lorsque l'on ne prend en compte que les vétérinaires et leurs assistants. Certaines études ont réussi à démontrer que les épouses d'hommes exposés à l'halothane et au protoxyde d'azote présentaient une augmentation du nombre de fausses couches (Cohen *et al.*, 1980).

v. Atteintes hépatiques

Les atteintes hépatiques ont été mises en évidence très tôt avec l'halothane lors de son utilisation comme anesthésique. Des cas d'hépatites toxiques à l'halothane ont été retrouvés par la suite chez le personnel de bloc lors d'expositions chroniques ainsi que dans de très rares cas lors de l'utilisation d'isoflurane. Une étude a montré que l'exposition continue de rats à 20 ppm d'halothane pendant 30 semaines induit une hépatomégalie et une augmentation de

l'alanine-aminotransférase (ALAT) sans nécrose hépatocellulaire, ce qui ne se retrouve pas avec l'isoflurane (Plummer *et al.*, 1986). Cette différence peut s'expliquer par le fait que l'halothane est métabolisé à 30 % par le foie avec une demi-vie très longue de 60 h provoquant une accumulation (Rüegger et Jost, 1993) et que des radicaux libres sont produits via le cytochrome P450 dès 19 ppm (Lauwerys, 1990). À l'inverse, le métabolisme hépatique de l'isoflurane et du sévoflurane est très inférieur (respectivement 0,2 % et 3 %). La toxicité hépatique de l'halothane a fait l'objet d'une inscription au tableau des maladies professionnelles. En revanche, les scientifiques estiment que la toxicité chronique hépatique de l'isoflurane et du sévoflurane est négligeable. Ce dernier point a été objectivé pour le sévoflurane et le desflurane au cours de deux études qui ont montré qu'il n'y avait pas d'altération fonctionnelle rénale et hépatique sur des patients exposés (Rüegger et Jost, 1993).

vi. Autres effets potentiels

Une étude récente (Casale *et al.*, 2014) portant sur 119 personnes exposées aux AAV (halothane, isoflurane, enflurane ou N₂O) plus de 20 h par semaine et 184 témoins montre une diminution significative ($p < 0,05$) des neutrophiles et une augmentation significative ($p < 0,05$) des lymphocytes chez les travailleurs par rapport aux témoins. Le résultat de cette étude tend à démontrer une influence d'une exposition chronique aux AAV sur les paramètres hématopoiétiques.

vii. Conclusion

En ce qui concerne le risque pour le personnel exposé de façon chronique aux AAV, la seule certitude réside dans la toxicité hépatique de l'halothane dans de rares cas.

Les effets sur la fonction reproductrice sont sources de débats et malgré un risque limité, les contradictions et doutes imposent la mise en place du principe de précaution.

L'atteinte du système nerveux, de la vigilance et le risque cancérologique sont discutables et limités. Cependant, pour les populations à risque des mesures préventives peuvent être envisagées. Enfin, le manque d'informations sur les produits actuels (sévoflurane, desflurane) devrait inciter l'initiation de programmes de recherche sur ces nouvelles molécules.

Malgré un niveau de risque plutôt réduit, il est indispensable de maintenir une exposition du personnel aussi bas que possible ; en-dessous des seuils fixés par la réglementation.

b) Principales actions à risque en médecine vétérinaire

Short et Harvey en 1983 ont analysé les pratiques à risques vis-à-vis de l'exposition des vétérinaires aux AAV polluants et ont proposé des solutions pour la prévention de ces risques. Dans cette étude, les auteurs ont mesuré les concentrations en halogéné (l'halothane à l'époque) en différents points du bloc dans 60 établissements de santé publique aux caractéristiques différentes. Des mesures instantanées ont été faites aux niveaux de la bouche du patient, de l'anesthésiste, du chirurgien, de la valve pop-off et dans la pièce afin de connaître l'impact pour chaque individu des différents gestes réalisés et erreurs commises lors

de l'anesthésie. Une étude similaire a été réalisée pour la première fois au sein d'une structure vétérinaire française par Labruyère (2013).

i. Le choix du circuit

Comme nous l'avons vu précédemment, en médecine vétérinaire, il existe deux grands types de circuits : un circuit non réinhalatoire et un circuit réinhalatoire, le deuxième utilisant un débit d'oxygène plus faible et expulsant moins de gaz à poids constant. Short et Harvey (1983) ont ainsi montré que l'augmentation du flux accroît considérablement la pollution du bloc qui peut alors atteindre 8,9 ppm au niveau de l'anesthésiste et 9,6 ppm au niveau de la valve pop-off.

ii. L'utilisation de la cage à induction et du masque facial

L'utilisation de la cage à induction nécessite de faire arriver un grand volume d'oxygène à forte concentration en AAV afin de saturer la boîte. Une partie du mélange sort nécessairement de la cage à induction au cours de son utilisation. Or la cage à induction est rarement connectée à une évacuation, ce qui engendre une contamination de l'environnement. En outre, lors de la sortie de l'animal, la cage est souvent posée à proximité du lieu de travail sans être refermée. La concentration en halogéné atteint entre 4 et 10 ppm au niveau de l'anesthésiste et du patient, avec dans certains cas une concentration de 10 ppm pouvant perdurer pendant 3 h (Short et Harvey, 1983).

L'utilisation du masque facial nécessite aussi d'utiliser un débit plus important, en particulier pour l'induction d'animaux. De plus, les masques faciaux ne sont pas hermétiques et bien souvent peu adaptés à la morphologie des animaux, en particulier des NAC. Les concentrations sont généralement au-delà des recommandations ; 2,5 ppm au niveau de l'anesthésiste et 8,75 ppm au niveau du patient (Short et Harvey, 1983) et atteignent jusqu'à 30 ppm dans l'étude de Rüegger et Jost (1998). La mise en place de doubles masques comme en pédiatrie permet de réduire l'exposition de 90 % (Rüegger et Jost, 1998). Le double masque est constitué d'un premier masque facial souple qui apporte le mélange de gaz et d'un deuxième masque plus large qui se superpose et aspire à haut débit.

iii. La présence de fuites d'AAV (ballonnet, appareil)

L'anesthésiste se doit de vérifier et limiter au maximum les fuites.

La principale fuite se situe au niveau de la sonde trachéale. Au moment de l'intubation, l'anesthésiste gonfle le ballonnet de la sonde afin de réaliser l'étanchéité entre la sonde et la trachée du patient de telle sorte que les gaz sont rejetés uniquement dans le circuit. De plus, ceci permet en cas de ventilation artificielle d'obtenir une ventilation efficace. Lorsque le ballonnet est correctement gonflé, la concentration en halogéné est diminuée de 50 % (Short et Harvey, 1983).

Ce type de fuite se retrouve lors de bronchoscopie : dans ce cas, il est en effet nécessaire de laisser la trachée et les bronches accessibles à l'endoscope ce qui crée nécessairement des fuites.

La machine d'anesthésie peut aussi avoir des fuites et en premier lieu au niveau de la valve pop-off ou soupape de sécurité présente sur le circuit réinhalatoire. Cette valve évite la surpression dans le circuit pour ne pas engendrer de lésions pulmonaires.

Il peut exister des fuites au niveau des connectiques, du ballon ou des tuyaux d'évacuation (CRAMIF, 1998 et Rüegger et Jost, 1998). Wagne *et al.*, dans leur étude de 1981, montrent que sur 39 machines d'anesthésie testées, seulement 31 % [16,2 % - 45,8 %]_{IC 95%} présentent des fuites de 5 L/min et que seulement 13 % [2,2 % - 23,8 %]_{IC 95%} n'en ont pas.

iv. Les analyseurs

Afin de suivre les constantes vitales du patient et d'optimiser l'anesthésie, un certain nombre de capteurs prélèvent l'air inspiré ou expiré par le patient. Après analyse, ce mélange est expulsé dans la pièce avec les halogénés qu'il contient à hauteur de 100-200 mL/min (Rüegger et Jost, 1998) polluant l'environnement à hauteur de 150 ppm en moyenne avec des pics à 600 ppm (Labruyère, 2013).

v. Remplissage de la cuve

Le remplissage de la cuve d'halogéné est un moment particulièrement à risque. En effet, en cas de mauvaise manipulation, des éclaboussures engendrent une pollution importante pouvant dépasser les 10 ppm dans l'environnement (Short et Harvey, 1983 et Labruyère, 2013) et atteindre 100 ppm comme dans l'étude de Rüegger et Jost (1998).

5) Mesures de prévention pour diminuer l'exposition aux AAV

a) L'évacuation des AAV polluants

i. Le renouvellement de l'air

Dans le bloc opératoire

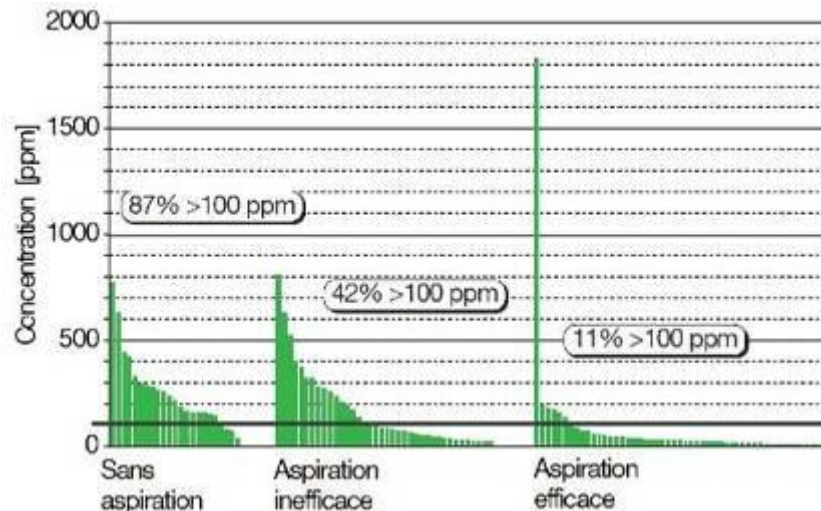
Contrairement aux idées reçues, les halogénés bien qu'étant des gaz lourds ne se concentrent pas uniquement au niveau du sol. La diffusion des gaz dans l'ensemble du local est relativement rapide et soumise aux mouvements d'air, ce qui ne permet pas de prévoir leur répartition. Cependant, la concentration augmente toujours significativement lorsque l'on se rapproche de la source de contamination (Rüegger et Jost, 1998) et est cinq à dix fois plus importante au niveau de l'anesthésiste qu'au niveau du chirurgien (Best et McGrath, 1977).

La présence de systèmes de ventilation permet de réduire de 25 % (Short et Harvey, 1983) à 50 % (Rüegger et Jost, 1998) la concentration en AAV polluants au niveau de l'anesthésiste. La ventilation doit nécessairement être un système d'air conditionné non recirculant (Gross et Branson, 1993). L'utilisation d'air conditionné recirculant provoque une accumulation des AAV polluants dans l'air et leur diffusion à l'ensemble de l'établissement (Gross et Smith, 1993) car l'air n'est pas filtré sur du charbon activé.

La figure 6 ci-dessous présente la concentration moyenne en N₂O au niveau de l'anesthésiste en fonction de l'efficacité du système de ventilation. Les résultats sont similaires avec les

halogénés (Rüegger et Jost, 1998). En l'absence de ventilation, 87 % des mesures sont au-dessus de la norme alors que seulement 11 % des mesures sont supérieures à la norme avec une ventilation en état de fonctionnement.

Figure 6 : Concentration moyenne en N₂O au niveau de l'anesthésiste en fonction de l'efficacité du système de ventilation (Rüegger et Jost, 1998).



Short et Harvey (1983) conseillent de positionner les extractions basses à proximité de la machine d'anesthésie, afin de favoriser l'extraction des AAV en veillant à ne pas intercaler le personnel entre les aérations et les sources de contamination.

Dans la salle de réveil

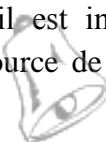
Après l'anesthésie, les patients expirent une grande partie des AAV qu'ils ont inhalés, ce qui contamine aussi la salle de réveil.

Généralement, dans les structures vétérinaires, la salle de réveil n'est jamais équipée de système de récupération des AAV polluants. La pollution dans ces lieux est alors fonction du volume de la pièce, du nombre d'animaux en réveil et du système de renouvellement de l'air. Des concentrations non négligeables ont été mesurées dans des zones où les Auxiliaires Spécialisés Vétérinaires (ASV) ont souvent en charge la surveillance des animaux et sont donc en relation étroite avec eux. Ainsi, Short et Harvey (1983) ont mesuré une concentration de 1,07 ppm pour le personnel, 1,25 ppm au niveau de la cage et jusqu'à 5,43 ppm au niveau du patient. La cage semble limiter les mouvements d'air et diminuer la dilution des polluants. Les concentrations à moins d'un mètre de l'animal sont supérieures à 2 ppm pour les halogénés pendant en moyenne 1h30 après la mise à zéro du vaporisateur (Milligan *et al.*, 1982).

Au vu de ces résultats, Rüegger et Jost(1998) proposent un renouvellement de l'air frais de 800-1000 m³/h au sein du bloc et de 200 m³/h/cage au sein de la salle de réveil.

ii. Les systèmes d'évacuation des gaz anesthésiques (SEGA)

Le renouvellement de l'air est une composante essentielle mais il est indispensable de disposer de systèmes de récupération des gaz au plus près de la source de contamination.



Dans le cas contraire, les concentrations d'halogéné peuvent atteindre 24 à 81 ppm (Gross et Smith, 1993). Ces systèmes doivent être vérifiés régulièrement pour assurer la sécurité du patient et l'efficacité de l'évacuation. Rügger et Jost (1998) ont montré qu'en établissement de santé publique 40 %, de ces installations présentent des déficiences notoires. La Caisse Régionale d'Assurance Maladie (CRAM) de Midi-Pyrénées (Ballin, 2006) et Labruyère (2013) ont montré que même dans des Centres Hospitaliers Vétérinaires (CHV), des non-conformités majeures des circuits d'évacuation étaient présentes et provoquaient des pollutions importantes (au-delà de 20 ppm d'isoflurane) lors de chirurgies et des concentrations résiduelles hors chirurgies pouvant atteindre 5 ppm, d'où l'importance de vérifier la totalité du matériel régulièrement. Les systèmes d'extraction doivent être mis en marche avant l'arrivée du patient dans le bloc (Riel, 1988).

Les systèmes d'évacuation sont composés d'un moyen de captation et d'un système de transport généralement composé de tuyaux plastiques souples de diamètre supérieur à 1 cm, afin de permettre un débit d'évacuation des AAV suffisants (Riel, 1988). Un bac d'accumulation peut être ajouté au besoin pour pallier les pics de pollution.

Systèmes passifs

Les systèmes passifs consistent en une évacuation des gaz directement vers l'extérieur de la pièce sans aspiration propre, ce qui ne permet pas de contrôler le bon fonctionnement et l'efficacité (Gross et Branson, 1993).

Le système le plus basique consiste à relier les sources de captages directement à l'extérieur de la pièce via un tuyau menant à la fenêtre ou traversant le mur. L'évacuation par ce biais repose uniquement sur le principe de diffusion des gaz, le flux de gaz et la force d'expiration. Ce système ne peut être utilisé que dans de petites structures et la distance avec l'extérieur doit être courte.

Un système un peu plus avancé amène l'évacuation à la grille d'extraction de la ventilation : ceci fonctionne à condition que la ventilation soit non recirculante (Riel, 1988) et le débit supérieur à 15 m³/h (Manley et McDonell, 1980).

L'évacuation passive peut aussi transiter par un filtre au charbon qui va adsorber les halogénés avant que le mélange ne soit expulsé dans la pièce. Ce système permet de filtrer les halogénés, mais pas le protoxyde d'azote. Les filtres au charbon ont une durée de vie annoncée de quelques heures d'utilisation active (4-8 h) mais deviennent souvent inefficaces après 2 h de chirurgie (selon les débits de gaz utilisés) comme le remarque Rügger et Jost (1998) dans leur étude. Smith et Bolon (2003) ont étudié l'efficacité des filtres au charbon. Les fabricants recommandent de peser régulièrement les filtres et de les changer lorsque leur masse a augmenté de 50 g. D'après Smith (2003) ceci correspond de 12 à 15 h d'utilisation à 2 % d'isoflurane à un débit de 1 L/min. Dans cette étude, selon les marques, 8 % à 46 % des filtres libèrent au moins 5 ppm d'isoflurane lorsque leur masse n'a augmenté que de 30 g et certains peuvent libérer jusqu'à 100 ppm. De plus, il existe de grandes variations au sein d'une même marque ; ne permettant pas de présager de l'efficacité du filtre. Dans cette étude, lors d'anesthésie de longue durée (supérieur à 1 h), tous les filtres libèrent une concentration supérieure à 1,5 ppm.

Les adsorbants au charbon actif présentent donc une grande hétérogénéité entre les marques et au sein d'une même marque. De plus, leur emploi pendant plus de 45 min est déconseillé. Il est préférable d'utiliser des systèmes d'extraction des gaz anesthésiques et de n'utiliser ces systèmes que lors de déplacement ou pour de très courtes anesthésies lorsque d'autres systèmes ne peuvent être mis en place. Il faudra alors changer très régulièrement les filtres (Smith et Bolon, 2003)

Systèmes actifs

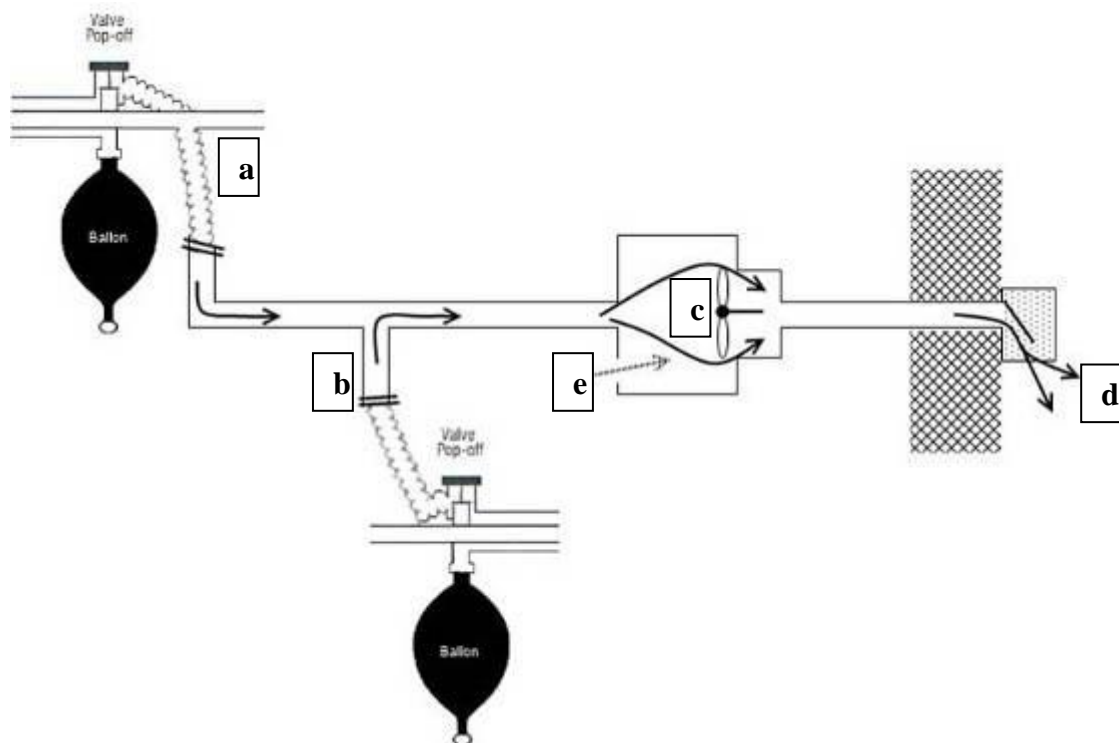
Les systèmes actifs peuvent être constitués d'une hotte aspirante, d'une pompe à basse pression du type évacuation centrale ou aspiration murale hospitalière (Manley et McDonell, 1980). Ces systèmes ont l'avantage de pouvoir être contrôlés. Riel (1988) préconise une aspiration entre 20 et 40 cmH₂O pour un flux compris entre 5 et 6 L/min.

Ces systèmes sont à privilégier dans les structures vétérinaires réalisant un grand nombre d'anesthésies volatiles.

Un système simple de ventilation par aspiration et expulsion des gaz est proposé par Campbell (1987) (Figure 7).

Figure 7 : Système d'extraction des gaz anesthésiques artisanal conçu par Campbell.

Légende : Arrivée des gaz par voie basse (a) ou voie haute (b). Ventilateur (c) aspirant les gaz et les expulsant vers l'extérieur du bâtiment. Sortie (d) via une grille d'extraction et une trappe de sortie qui évite le reflux et l'entrée de nuisibles. Système de contrôle du débit d'air (e) pour éviter les dépressions dans le circuit d'anesthésie



Un système complémentaire de captage avec extraction active peut être mis en place comme une aspiration placée entre 7 et 15 cm du masque facial ou de la gueule de l'animal. Le système Vapor Vac dans l'étude de Robert (1992) permet ainsi de passer d'une concentration de 3,5 ppm d'halogéné à 1 ppm.

b) Limiter la production de polluants

Les systèmes de renouvellement d'air et d'évacuation sont nécessaires mais insuffisants pour traiter le problème des AAV polluants. Il est fondamental de limiter à la source leur production.

i. Choix du circuit

L'utilisation d'un circuit non réinhalatoire nécessite d'utiliser un débit compris entre 200 et 400 mL/kg/min. Le circuit réinhalatoire permet d'utiliser un débit compris entre 20 et 40 mL/kg/min, ce qui diminue la consommation d'AAV et donc la pollution par ces agents. Il convient d'ajuster au maximum le type de circuit au format de l'animal et d'utiliser pour les animaux supérieurs à 7-10 kg un circuit réinhalatoire (Short et Harvey, 1983). Ceci permet de diminuer de 50 à 90 % la contamination potentielle (Rüegger et Jost, 1998). Lors de l'utilisation du circuit réinhalatoire il faut se placer au débit le plus faible possible (20-40 mL/kg/min) car plus le flux est important plus il y a d'excès de pression dans le circuit et plus le mélange passe par la valve pop-off et pollue l'environnement (Riel, 1988). C'est le principe de la technique « low flow » qui consiste à utiliser un débit inférieur à 1 L/min aussi souvent que possible afin d'améliorer la sécurité de l'animal et le respect de la santé publique.

ii. Utilisation de la cage à induction et du masque facial

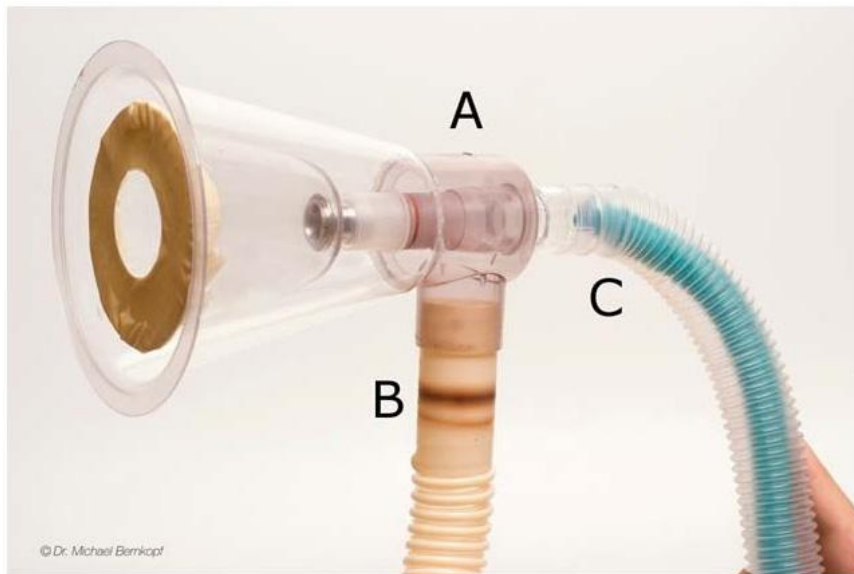
La cage à induction étant une grande source de consommation d'AAV et de pollution, il convient de limiter son utilisation au strict minimum. Lors de son utilisation, la cage devrait être reliée à un système d'évacuation des polluants jusqu'à son nettoyage. Après la sortie de l'animal, elle devrait être refermée, puis nettoyée à grande eau et au savon pour réduire la contamination de l'environnement.

Le masque facial doit être utilisé uniquement pour les animaux ne pouvant être intubés et il convient d'adapter le masque facial en fonction de la taille et de la morphologie de l'animal.

Dans le cas où la structure est dans l'obligation d'utiliser régulièrement le masque facial pour l'induction et/ou le maintien de l'anesthésie volatile il serait judicieux d'utiliser un double masque avec évacuation tel que décrit par Friembichler *et al.* (2011). Cependant, ce type de masque facial n'est pas toujours adapté à l'anatomie de l'animal. Les auteurs ont développé à partir de masques faciaux vétérinaires et de pièces utilisées en médecine humaine, un prototype facilement réalisable se branchant sur la machine d'anesthésie volatile et sur l'évacuation active. Ce système permet de réduire d'au moins 80 % la concentration en isoflurane au niveau de l'anesthésiste grâce à l'aspiration par le système d'évacuation au plus proche du masque facial (Figure 8 ; Friembichler *et al.*, 2011).

Figure 8 : Présentation du double masque proposé par Friembichler *et al.*

Ce masque est constitué d'une pièce de connexion (A) qui connecte d'un coté les deux masques, de l'autre l'évacuation (B) et la machine d'anesthésie volatile (C) (Friembichler *et al.*, 2011)



Le masque laryngé est une alternative à l'intubation des petits animaux comme le chat et le lapin. Rüegger et Jost (1998) montre une efficacité équivalente à l'utilisation d'une canule trachéale. Il permet en outre une ventilation artificielle qui n'est pas possible avec le masque facial.

iii. Utilisation d'embouts de remplissage pour la cuve

Il existe deux systèmes de remplissage de cuve. Le plus ancien est constitué d'une cupule dans laquelle on verse directement l'halogéné. Ce système n'est plus commercialisé en Europe et aux Etats Unis et tend à disparaître. Il engendre en effet de nombreuses éclaboussures et pollutions. Le deuxième système de remplissage fonctionne en circuit clos avec un système de canule de remplissage relativement hermétique, limitant les risques de pollution. Le respect de la procédure décrite par le constructeur permet d'avoir un niveau d'exposition moyen faible de 0,21 ppm alors qu'il peut atteindre 6,51 ppm lors du non-respect de ces règles (Labruière, 2013).

iv. Moment du remplissage de la cuve

Le moment du remplissage de la cuve est relativement polluant, quel que soit le système utilisé.

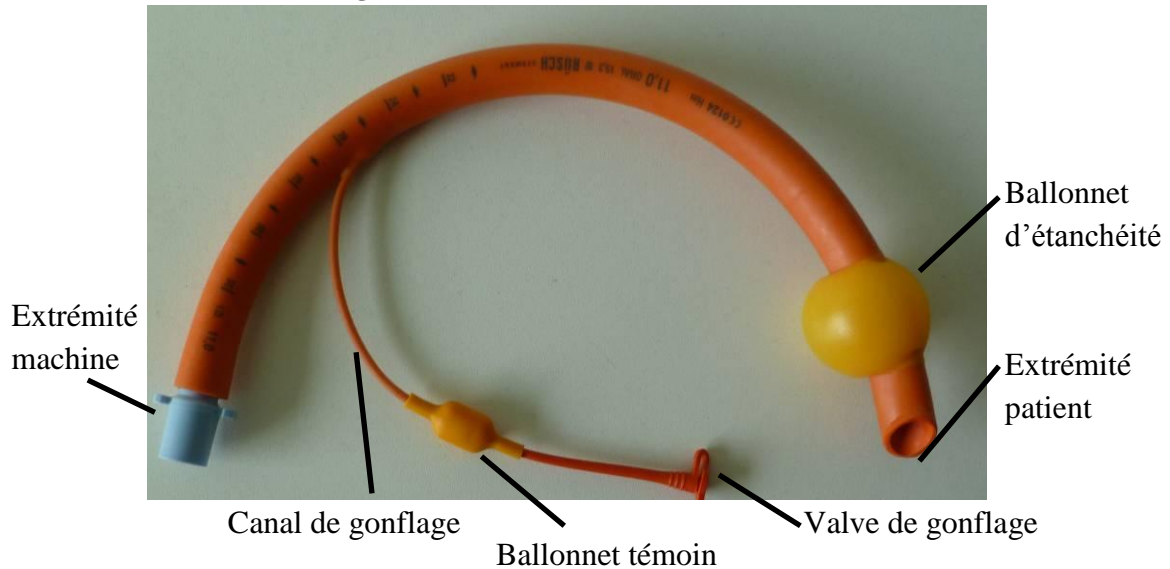
Il est donc préférable de réaliser le remplissage des cuves en fin de journée afin de permettre aux polluants d'être éliminés par la ventilation générale au cours de la nuit, à un moment où peu de personnes sont exposées (Smith, 1993 et Labruière, 2013).

c) Limiter les fuites

i. Gonfler le ballonnet d'étanchéité de la sonde trachéale

Avant l'intubation, l'anesthésiste doit s'assurer de l'intégrité de la sonde trachéale et de l'étanchéité du ballonnet de la sonde (Figure 9).

Figure 9 : Sonde trachéale avec ballonnet



Au moment de l'intubation, il convient de choisir la sonde la plus large possible puis de mettre l'animal sous oxygène et de gonfler le ballonnet. Pour cela, un opérateur ballonne l'animal sans dépasser les 20 mmHg et l'anesthésiste gonfle le ballonnet jusqu'à ne plus entendre de fuite au niveau de la gueule du patient. Une fois cette étape réalisée, l'anesthésiste peut mettre en marche le vaporisateur (Riel, 1988).

L'utilisation d'une canule permet de réduire de 45 % l'exposition aux AAV par rapport au masque facial. L'utilisation d'une sonde trachéale avec ballonnet correctement gonflé permet de réduire de 55 % l'exposition aux AAV par rapport à la canule et de 70 % par rapport au masque facial. Le masque laryngé et la sonde trachéale avec ballonnet ont la même efficacité (Rüegger et Jost, 1998).

ii. Vérifier le circuit

L'anesthésiste doit vérifier la machine d'anesthésie avant chaque anesthésie ou journée de bloc afin de vérifier la sécurité pour le patient et le risque de fuite selon la procédure décrite ci-dessous. Il portera une attention toute particulière aux fuites au niveau du ballon, du bac de chaux sodé, des valves unidirectionnelles et pop-off et des connections du vaporisateur (Gross et Branson, 1993).

Pour la vérification des fuites, le ballon est mis en place, le circuit d'évacuation est fermé et l'opérateur bloque la sortie d'alimentation du patient. L'arrivée d'oxygène est ouverte pour atteindre une pression de 30 cmH₂O ou de 20 mmHg. Le débit d'oxygène est réduit à 100 ml/min puis ajusté pour garder une pression de 30 cmH₂O ou de 20 mmHg pendant 30 s :

- si le débit est inférieur à 100 mL/min, il n'y a pas de fuite dans le circuit ;
- si le débit est compris entre 100 mL et 1 L/min, il faut corriger la fuite au besoin après l'anesthésie ;
- si le débit est supérieur à 1 L/min, il faut corriger la fuite avant l'anesthésie.

La recherche de fuite peut se réaliser à l'aide d'eau savonneuse, la présence de bulles trahit les fuites (Rüegger et Jost, 1998).

Il est de plus nécessaire de vérifier l'intégrité des systèmes de captage et d'évacuation des polluants en vérifiant le bon fonctionnement des prises SEGA et le bon état des tuyaux.

Enfin, la machine d'anesthésie et les systèmes d'évacuation doivent être vérifiés régulièrement par un spécialiste comme le recommandent les différents organismes de préventions (CRAMIF et la caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accident du travail) et comme l'impose la réglementation sur les dispositifs médicaux. Une analyse de l'air après tout changement notable et au minimum tous les 6 mois devrait être réalisée (Gross et Smith, 1993) ainsi qu'un contrôle des installations tous les 4 à 6 mois par un spécialiste (Manley et McDonell, 1980).

iii. En fin d'anesthésie

Au cours de l'anesthésie, des AAV s'accumulent dans le ballon de la machine d'anesthésie. La vidange du ballon dans la pièce entraîne un pic de 10 ppm d'halogéné (Short et Harvey, 1983). En fin d'anesthésie, il est donc indispensable de vider le ballon dans le circuit d'évacuation avant de débrancher l'animal (Figure 10).

Figure 10 : Protocole de gestion de la fin de l'anesthésie pour limiter les pollutions environnementales



1) Animal connecté à la machine avec oxygène + AAV



2) Mise à zéro du vaporisateur



3) L'animal reste connecté à la machine avec un débit d'oxygène plus important pendant environ 10 minutes



4) Animal déconnecté de la machine



5) Arrêt de l'oxygène

De plus, il est conseillé de laisser le patient sous oxygène pendant une dizaine de minutes afin d'améliorer le réveil et de permettre une bonne évacuation des gaz exhalés contenant de fortes concentrations d'halogènes. D'après Gross et Smith (1993), le fait de déconnecter le patient quelques minutes après la mise à zéro des AAV permet de diviser par cinq la pollution.

La chaux sodée du circuit réinhalatoire peut retenir les halogénés. Il est donc conseillé de changer la chaux sodée en dehors des périodes d'utilisation du bloc, de le faire dans un local bien ventilé (Gross et Branson, 1993) et d'évacuer rapidement les déchets.

Les différents éléments détachables (tuyaux, sondes, ballon, ...) devraient être nettoyés à l'eau savonneuse pour éliminer les AAV.

d) Conclusion

Le respect des différentes dispositions permet d'admettre que l'exposition du personnel aux AAV est en dessous des limites réglementaires (Rüegger et Jost, 1998). Dans ce cadre, il n'est pas indispensable de recourir à des mesures en continu ou systématiques. En revanche, en cas d'équipements incomplets, de personnes à risques parmi le personnel, d'anesthésies nombreuses ou de symptômes évoquant une surexposition, il peut être judicieux de réaliser des campagnes de prévention pour s'assurer du niveau d'exposition et ajuster les pratiques. Dans un premier temps, l'utilisation de dispositifs renseignant sur l'exposition moyenne constitue un bon compromis coût / information. En cas de surexposition, une analyse plus poussée avec des analyseurs en continu peut être envisagée pour identifier les pratiques à risques. La mesure sanguine de l'isoflurane peut aussi être indicatrice de l'exposition (Imbriani *et al.*, 1988 ; Korn et Geisel, 1991).

II. Étude personnelle sur l'exposition des vétérinaires aux AAV

1) Cadre et objectif de l'étude

Nous avons souhaité étudier l'exposition des vétérinaires et de leurs salariés aux agents anesthésiques volatils (AAV). Afin de faciliter notre étude et l'analyse des données, nous avons décidé de cibler cette étude sur les praticiens exerçant la médecine et la chirurgie des petits animaux de compagnie en France. Cette enquête s'adressait à l'ensemble des vétérinaires dit « canins et nouveaux animaux de compagnies (NAC) » pratiquant en France et utilisant des agents anesthésiques volatils plus couramment désignés sous le nom d'"anesthésie gazeuse".

Notre étude fait suite à des expérimentations réalisées dans le cadre de la thèse de Labruyère (2013) à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (ENVA) et en particulier au sein du Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire d'Alfort (CHUVA). Des mesures de concentration en agents halogénés ont été réalisées dans différentes conditions, ce qui a permis de mettre en évidence les phases et pratiques à risques au sein du CHUVA.

Notre étude consistait donc à étudier l'exposition des vétérinaires et de leurs salariés, à rechercher les principales pratiques à risques et à répertorier les conséquences de l'utilisation des AAV sur le personnel. Ceci afin d'établir un guide de recommandations à l'usage des vétérinaires en répertoriant des mesures simples et peu onéreuses pour améliorer les pratiques.

2) Matériel et méthode

a) Contrainte de la réalisation d'un questionnaire

Afin de connaître les pratiques anesthésiques des vétérinaires praticiens, nous avons conçu un questionnaire d'accès facile et concis. Nous souhaitons pouvoir le diffuser rapidement et à moindre coût au plus grand nombre de vétérinaires possible.

Le questionnaire informatique permet une diffusion large par mailing-list, un remplissage aisé et rapide par les vétérinaires, un enregistrement en temps réel des données, et une analyse relativement simple de ces données.

L'utilisation d'un Questionnaire à Choix Multiple (QCM) permet une meilleure compréhension des questions et une gestion plus aisée des réponses. Le QCM permet de guider l'interlocuteur vers le type de réponse attendue et évite à ce dernier la rédaction de sa réponse, qui est chronophage. Le QCM permet de standardiser les réponses, ce qui facilite l'analyse des données. Afin de ne pas risquer de perdre des informations, pour certaines questions les vétérinaires avaient la possibilité de donner d'autres réponses ou de préciser leurs réponses dans une partie dédiée.

A la fin de notre questionnaire, nous avons également laissé un espace libre pour les remarques, suggestions ou compléments éventuels. Cet espace a permis d'éclaircir certains points et d'ouvrir de nouveaux champs.

Nous souhaitons que le questionnaire soit à la fois concis et aussi complet que possible. La charge de travail incombant à la profession vétérinaire limite le temps disponible pour ce genre d'étude : afin que les enquêtés ne perdent pas patience (ce qui engendre des non-réponses), nous avons fixé un temps nécessaire au remplissage du questionnaire compris entre 10 et 15 min. Il nous fallait également réussir à susciter l'intérêt des vétérinaires et leur permettre de garder le même niveau d'attention jusqu'au bout du questionnaire.

Le choix d'un questionnaire de type QCM permet d'augmenter la vitesse de réponse, mais une sélection drastique des questions a été nécessaire pour atteindre notre objectif. Le centrage sur les petits animaux de compagnies (chiens, chats et NAC) a permis d'éliminer les questions spécifiques à la pratique de l'anesthésie volatile chez les équidés, les bovins ou même les animaux sauvages. En effet, les dispositifs mis en place pour ces grandes espèces sont plus imposants et requièrent des spécificités particulières.

Nous avons déterminé par des questions simples le nombre et le type de personnes exposées aux AAV et évalué leur degré d'exposition. Nous avons ciblé nos questions en fonction de ce que la littérature et les données de la thèse de Labruyère (2013) nous indiquaient, afin de nous attacher aux principales pratiques à risques et moyens de protection mis en œuvre.

L'un des risques encourus était que cette enquête apparaisse pour certains vétérinaires comme un jugement et une remise en cause de leurs pratiques, et que les réponses aux questions ne reflètent pas la réalité mais ce que les enquêtés pensaient être la « réponse attendue ». Afin d'éviter cet écueil et de tenter d'obtenir les réponses les plus proches de la réalité, nous avons évité les questions ou les formulations risquant d'inquiéter inutilement les enquêtés au profit de formulations aussi neutres que possible.

Plusieurs réunions ont été nécessaires pour sélectionner les questions et choisir les formulations. Une fois ce travail réalisé, un projet de questionnaire a été envoyé à une dizaine de vétérinaires praticiens libéraux n'ayant pas participé à l'élaboration de ce questionnaire pour disposer d'avis critiques et constructifs. Grâce à leur aide, remarques et suggestions nous avons amélioré certains points (changement de formulation, précision de certaines questions, retrait ou ajout de questions ...).

Toutes ces considérations nous ont permis d'aboutir au questionnaire présenté en annexe 1 et décrit ci-dessous. Afin d'obtenir une mise en page claire, des possibilités de réponses simples pour nos interlocuteurs et une récupération aisée des données nous avons cherché un logiciel facile d'accès et peu onéreux. Notre choix s'est tourné vers le logiciel Google Doc ® qui permet une création simple et rapide du questionnaire, un accès aisé pour les enquêtés et la présentation des données sous forme d'un tableau de données exportable sous Excel ®. Ce logiciel présente également l'avantage de permettre une infinité de questions et de participants en conservant un accès gratuit, contrairement à d'autres logiciels.

b) Composition du questionnaire

Le questionnaire est disponible dans sa totalité en Annexe. Nous présenterons dans cette partie les grandes lignes du questionnaire et expliciterons certains de nos choix pour sa conception.

Afin de permettre aux vétérinaires de se situer dans le questionnaire celui-ci était divisé en cinq grandes parties :

- Nombres d'anesthésies et de personnes les réalisant
- Modalités de réalisation de « l'anesthésie gazeuse »
- Technicité et matériel
- Le personnel
- Mieux vous connaître

Pour améliorer la compréhension des questions et des termes utilisés et limiter les biais liés à une mauvaise compréhension des questions, notre questionnaire commençait par la définition du sujet et des termes « anesthésie gazeuse » et « agents anesthésiques volatils».

i. Nombre d'anesthésies et de personnes les réalisant

Cette partie avait pour objectif de connaître le nombre de personnes exposées aux AAV et leur rôle au cours de l'anesthésie, et de tenter d'estimer le taux d'exposition. Pour cela, nous avons relevé le nombre de personnes participant à des anesthésies avec des AAV et le nombre d'anesthésies de ce type réalisées au sein de la structure en tentant de les caractériser. En effet, on peut penser intuitivement que l'exposition aux AAV est différente lors d'une anesthésie d'un chat, d'un grand chien ou d'un NAC ou lors d'une intervention courte *versus* une intervention de longue durée. Par exemple, l'anesthésie des NAC est souvent réalisée à l'aide d'un masque facial, ce qui augmente l'exposition (CRAMIF, 1998 ; Labruyère, 2013). En outre, plus un animal est grand plus le débit est important ce qui augmente la pollution de l'environnement (Wagne *et al.*, 1981 ; Rüegger et Jost, 1998).

ii. Réalisation de l'anesthésie

L'objectif de cette deuxième partie était de connaître les AAV utilisés et leur mode d'utilisation en nous attachant particulièrement aux phases d'induction et de maintien de l'anesthésie.

iii. Technicité et matériel

Cette troisième partie recensait les principales situations à risques et les systèmes de protection vis-à-vis des AAV mis en place par les praticiens. Nous nous sommes focalisés sur les principales difficultés rencontrées dans les études précédentes (CRAMIF, 1998 ; Rüegger et Jost, 1998 ; Manley et McDonnell, 1980) et en particulier dans la thèse de Labruyère (2013). Dans cette partie, nous n'avons étudié que ce qui est fait et mis en place dans le bloc opératoire qui est un lieu confiné et réputé pour être à fort taux de concentration en AAV. Cependant, comme nous l'avons mentionné dans la première partie, la salle de réveil est aussi un lieu à forte concentration en AAV polluants en raison de l'expulsion d'halogénés par les animaux jusqu'à 1 heure après l'extubation (Milligan *et al.*, 1982 ; Short et Harvey, 1983 ; Labruyère 2013). Ce point n'a pas été abordé ici afin de préserver la concision du questionnaire.

Nous avons également cherché à connaître les modalités et les protections mises en place lors du remplissage de la cuve à halogéné (qui constitue une source ponctuelle mais non négligeable de pollution). Nous avons également interrogé les vétérinaires sur les protections mises en place au niveau du bloc opératoire pour limiter l'action des AAV polluant l'atmosphère, et sur la fréquence à laquelle les appareils étaient entretenus.

iv. Le personnel

Dans cette partie, il était demandé aux vétérinaires de mentionner s'ils ressentaient les effets potentiels des AAV et s'ils se sentaient concernés par les risques liés à l'exposition aux AAV.

v. « Mieux vous connaître »

Cette dernière partie visait à mieux connaître le profil des enquêtés (âge, sexe...).

La connaissance des classes d'âge auxquelles appartenaient les enquêtés devait permettre de prendre en compte l'évolution de l'apprentissage de l'utilisation des AAV au cours de la formation initiale dans les Ecoles Nationales Vétérinaires. En effet, l'utilisation et l'enseignement des AAV dans les écoles vétérinaires s'est développé à la fin des années quatre-vingt et au début des années quatre-vingt-dix (Vandaele, 2011 ; Zilberstein, 2012). Ainsi, les vétérinaires de moins de 45 ans ont reçu une formation universitaire dans ce domaine : il est donc probable que ces derniers utilisent davantage ce type d'anesthésiques et en connaissent davantage les effets.

Par ailleurs, les coordonnées des enquêtés ont été demandées afin de vérifier qu'il n'y ait pas de double réponse et afin de permettre de contacter certains vétérinaires au cas où nous aurions besoin d'un complément d'information.

Cette partie personnelle a été volontairement placée à la fin du questionnaire.

c) Diffusion du questionnaire et traitement des données

Notre souhait était de diffuser notre questionnaire au plus grand nombre de vétérinaires utilisant des AAV pour les petits animaux de compagnie (chiens, chats et NAC). Cependant, nous disposions d'un budget très limité qui ne nous permettait pas d'utiliser de liste de diffusion payante. Nous avons donc fait appel à différents organismes en mettant en avant l'impact de notre enquête en termes de santé publique. Après avoir été confrontés à de nombreux échecs, nous nous sommes tournés vers les laboratoires produisant les AAV. Le laboratoire Axience a accepté de nous aider dans la diffusion de notre questionnaire en envoyant notre lettre à l'ensemble de sa mailing-list. Ce laboratoire a mis sur le marché l'Isoflurane et a lancé dernièrement le Sévoflurane.

Conscient de la nécessité de la prévention et de la protection des utilisateurs, le laboratoire Axience a accepté de nous accompagner sans toutefois interférer dans notre démarche. Le questionnaire avait déjà été validé en interne avant de contacter les laboratoires et aucune modification ni contrepartie n'a été demandée par le laboratoire, hormis la communication de la synthèse.

Nous avons transmis à Axience une lettre à l'intention des vétérinaires, présentant l'objet de notre étude et contenant le lien hypertexte vers le questionnaire (Annexe). Le laboratoire Axience l'a ensuite diffusé à l'ensemble de sa mailing-list soit environ 5 180 vétérinaires clients d'Axience.

Pour des raisons techniques, il n'a pas été possible d'envoyer le questionnaire uniquement aux vétérinaires concernés, c'est-à-dire pratiquant des anesthésies avec des agents anesthésiques volatils sur les petits animaux de compagnie. Le questionnaire a été diffusé le 4 juin 2013. La dernière réponse prise en compte date du 20 août 2013.

Les données ont été exportées vers le logiciel Excel® afin de les traiter. Les analyses statistiques (tests statistiques du χ^2 , seuil de significativité de 5%) ont été réalisées à l'aide du logiciel en ligne BiostaTGV (Réseau Sentinelles) et des recommandations d'Ancele (2008).

3) Résultats

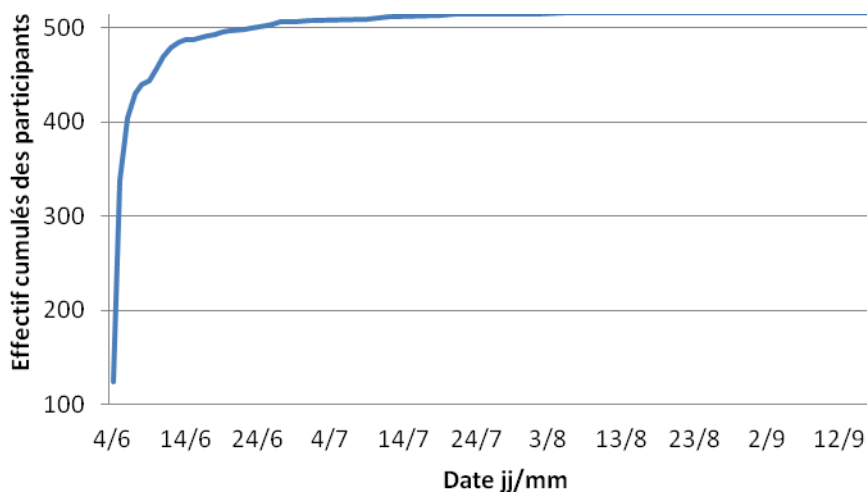
a) Analyse générale du taux de réponses au questionnaire

Le questionnaire a été clôturé le 20 Août 2013, soit deux mois après son lancement. Nous avons comptabilisé 527 réponses, dont six par des personnes non concernées par l'étude (qui n'utilisent pas d'AAV ou ne les utilisent pas sur les petits animaux domestiques) et un doublon. Ces réponses n'ont pas été prises en compte, ce qui donne un total de 520 participants et un taux de participation brut de 10 %.

Cependant, les 520 participants retenus n'ont pas répondu à toutes les questions qui leur étaient posées. Aussi, pour chaque question nous donnerons les résultats en termes de pourcentage des participants ayant répondu à cet item puis d'effectifs.

La figure 11 permet d'apprécier le taux de réponses entre l'ouverture et la clôture du questionnaire. Les quatre premiers jours ont permis d'obtenir 430 réponses, soit 82,9 % des réponses, puis au quinzième jour nous avons obtenu 493 réponses soit 95 % des réponses. Nous n'avons pas obtenu de nouvelle réponse après le 20 août ce qui nous a conduit à clôturer le questionnaire à cette date.

Figure 11: Présentation des effectifs cumulés des participants à l'enquête au cours des deux mois d'ouverture du questionnaire



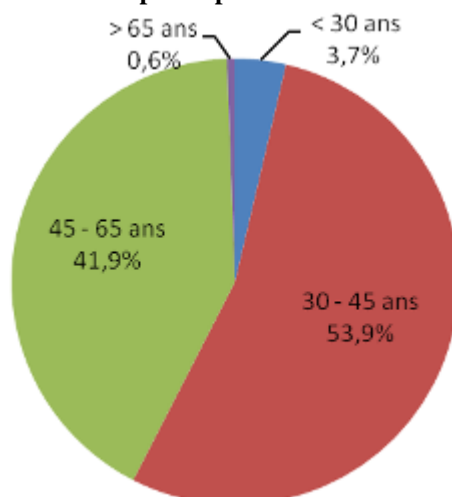
b) Données concernant les vétérinaires

i. Age des vétérinaires

La question sur l'âge des participants a recueilli 518 réponses soit un taux de réponses de 99,6 %.

Parmi les vétérinaires ayant répondu, 3,7 % (19) avaient moins de 30 ans, 53,9 % (279) avaient entre 30 et 45 ans, 41,9 % (217) entre 45 et 65 ans et 0,6 % (3) avaient plus de 65 ans (Figure 12).

Figure 12 : Répartition des participants à l'étude en fonction de leur âge

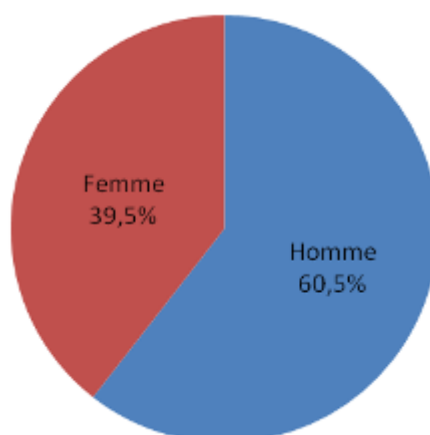


ii. Sexe des vétérinaires

La question concernant le sexe du participant a recueilli 517 réponses soit un taux de réponses de 99,4 %.

Dans notre étude 60,5 % (313) étaient des hommes pour 39,5 % (204) de femmes, soit un sexe-ratio de 1,53 (Figure 13).

Figure 13 : Répartition des participants à l'étude en fonction du sexe



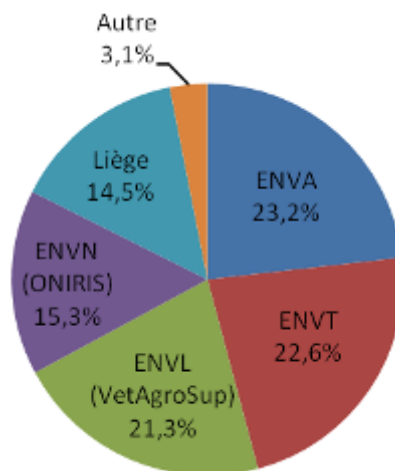
iii. Ecoles vétérinaire fréquentées

La question sur l'école fréquentée a recueilli 517 réponses soit un taux de réponses de 99,4 %. La représentation des écoles d'Alfort, Toulouse et Lyon était équivalente avec 23,2 % (120) des vétérinaires diplômé d'Alfort, 22,6 % (117) de Toulouse et 21,3 % (110) de Lyon (Figure 14).

Les écoles vétérinaires de Nantes et Liège étaient également représentées avec respectivement 15,3 % (79) vétérinaires et 14,5 % (74) des vétérinaires.

Seize autres écoles ou universités étaient représentées (soit 3,1 %) parmi lesquels Giessen (Allemagne), Murcia (Espagne), Gand (Belgique), Bruxelles (Belgique), Montréal (Canada), UTAD (Portugal), Turin (Italie), Cureghem (Nouvelle Zélande), Dakar (Sénégal).

Figure 14 : Répartition des participants à l'étude en fonction de leur école ou université d'origine

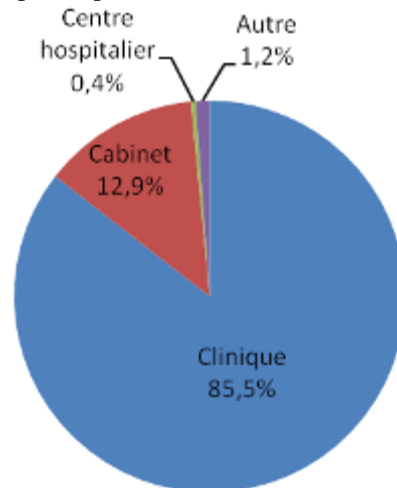


iv. Types de structures

La question sur le type de structure d'exercice a recueilli 515 réponses soit un taux de réponses de 99,6 %.

Parmi les vétérinaires ayant répondu 85,6 % (443) exerçaient en clinique, 12,9 % (67) en cabinet, 1,8 % (8) en centres hospitalier, itinérant, référé ou groupement de plusieurs structures vétérinaires (517).

Figure 15 : Répartition des participants à l'étude en fonction de leur structure d'exercice



c) Nombre d'anesthésies et de personnes les réalisant

i. Personnes participant aux anesthésies

La question visant à connaître le nombre de personnes exposées aux AAV a recueilli 517 réponses soit un taux de réponses de 99,4 %.

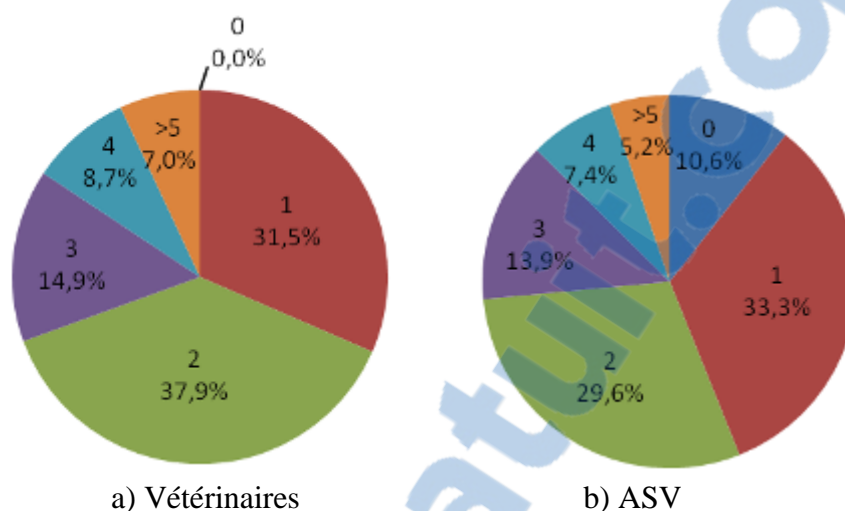
Dans la majorité des structures, en moyenne, un à deux vétérinaires étaient exposés aux AAV. 31,5 % (163) des vétérinaires ont répondu qu'un seul vétérinaire était exposé aux AAV par semaine et 37,9 % (196) que deux vétérinaires étaient exposés aux AAV au moins une fois par semaine (Figure 16).

De même, la majorité des structures n'avaient qu'un ou deux ASV exposés aux AAV. Dans 33,3 % (172) des cas les vétérinaires n'avaient qu'un ASV exposé aux AAV au moins une fois par semaine et 29,6 % (153) en avaient deux.

Il est à noter que 10,7 % (55) des vétérinaires ont répondu qu'aucun ASV n'était exposé aux AAV au cours de la semaine.

Figure 16 : Proportions de vétérinaires (a) et d'ASV (b) par structure exposées aux AAV au cours d'une semaine

NB : Le chiffre indiqué dans les différentes portions du diagramme correspond au nombre moyen d'expositions hebdomadaires



ii. Personnes gérant l'anesthésie

La question permettant de savoir qui endossait le rôle de l'anesthésiste était subdivisée en trois parties (vétérinaire chirurgien, autre vétérinaire et ASV). Cette question n'a pas été renseignée de manière complète. La partie « vétérinaire qui réalise la chirurgie » a recueilli 503 réponses soit un taux de réponses de 96,7 %, la partie « un autre vétérinaire » n'a recueilli que 290 réponses (55,8 % de participation) et la partie « l'ASV » a obtenu 425 réponses (81,7 % de réponses).

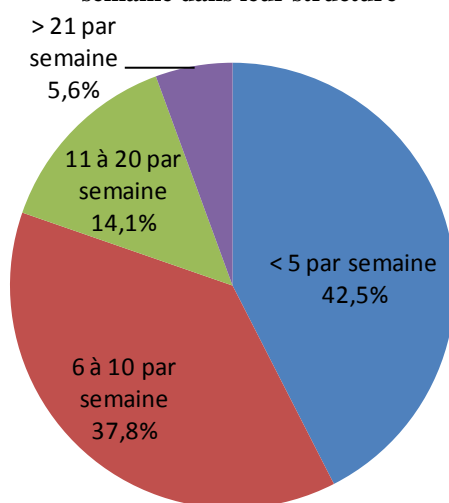
Plus de 46 % (233) des vétérinaires indiquaient être toujours à la fois l'anesthésiste et le chirurgien et 40,8 % (205) des vétérinaires indiquaient être souvent dans cette configuration. La majorité des vétérinaires (52,4 %, 152) indiquaient que parfois (moins de 50 % des cas) l'anesthésie était gérée par un autre vétérinaire que le chirurgien. Seulement 5,9 % (17) des vétérinaires disposaient toujours d'un vétérinaire dédié à l'anesthésie et 12,9 % (55) d'un ASV pour cette même tâche. Un tiers des vétérinaires (32,2 %, 137) avaient souvent un ASV pour gérer l'anesthésie.

iii. Nombres d'anesthésies réalisées par semaine

La question sur le nombre d'anesthésies volatiles réalisées chaque semaine a recueilli 518 réponses soit un taux de réponses de 99,6 %.

Les trois quarts des structures réalisaient moins de 10 anesthésies par semaine. Dans 42,5 % (220) des cas, les vétérinaires indiquaient réaliser moins de 5 anesthésies volatiles par semaine et 37,8 % (196) entre 6 et 10 anesthésies volatiles par semaine. Seulement 5,6 % (29) des vétérinaires réalisaient plus de 21 anesthésies volatiles par semaine : il s'agissait des centres hospitaliers, cliniques de référées ou des grosses cliniques (Figure 17).

Figure 17 : Répartition des participants selon le nombre d'anesthésie volatiles réalisées en moyenne par semaine dans leur structure

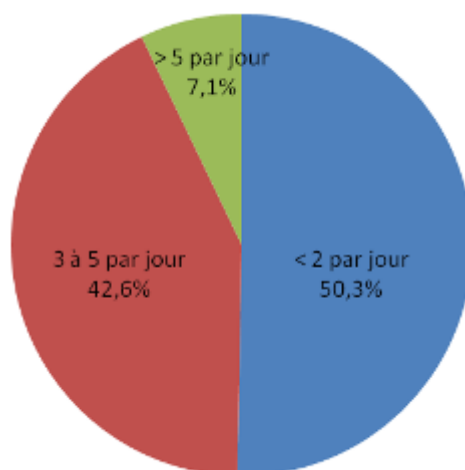


iv. Nombre maximum d'anesthésies réalisées quotidiennement

La question sur le nombre maximum d'anesthésies volatiles réalisées par jour a recueilli 519 réponses soit un taux de réponses de 99,8 %.

La moitié des structures (261 réponses, 50,3 %) réalisaient deux anesthésies ou moins par jour. Les autres structures réalisaient en grande majorité (221 réponses, 42,6 %) entre 3 et 5 anesthésies par jour. Une infime partie des structures (37 réponses, 7,1 %) réalisaient plus de 5 anesthésies par jour : il s'agissait des centres hospitaliers, cliniques de référées ou des grosses cliniques (Figure 18).

Figure 18 : Répartition des participants selon le nombre maximal d'anesthésies volatiles réalisées quotidiennement



v. Nombre d'anesthésies par AAV en fonction de l'espèce

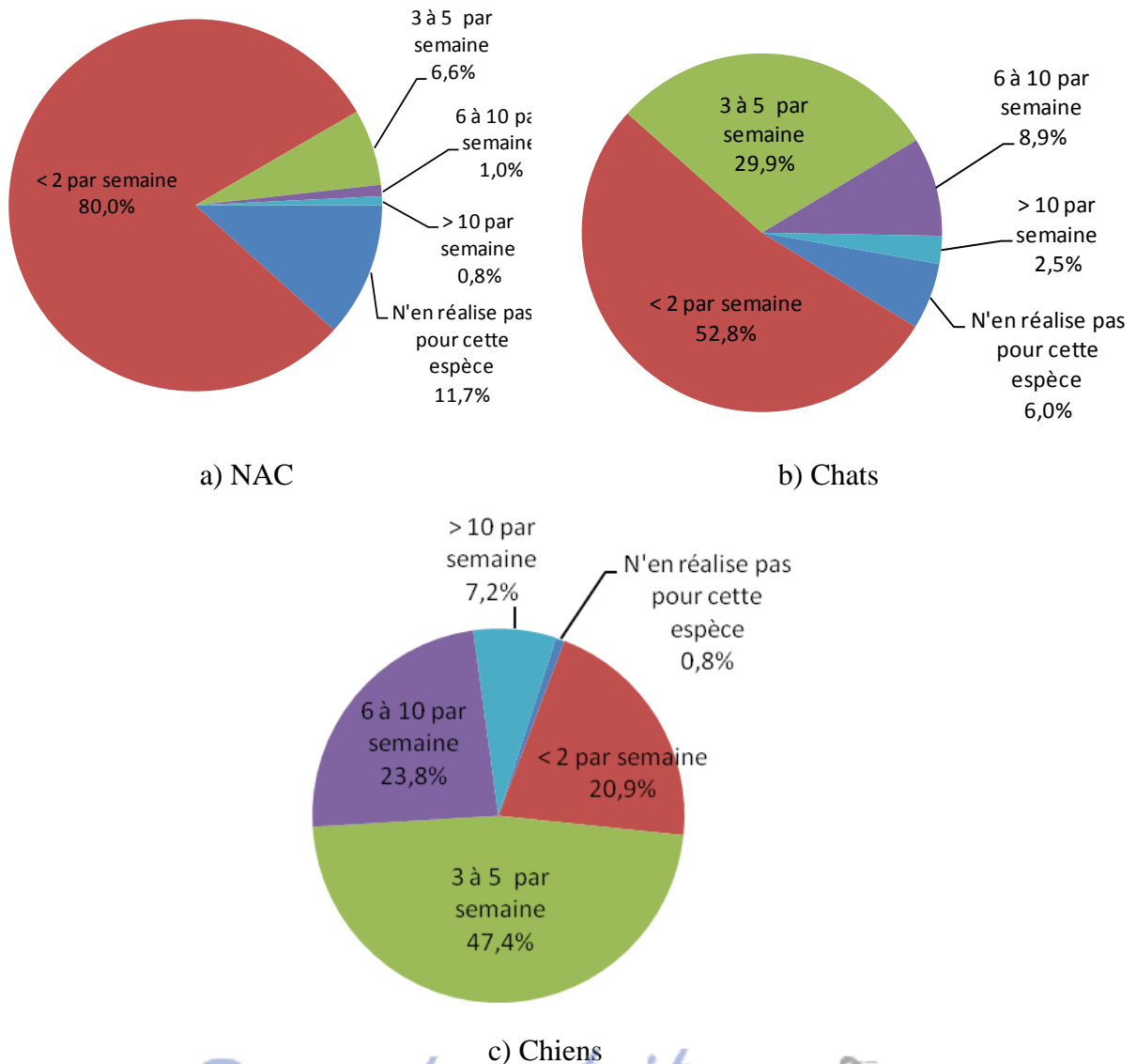
La question sur le nombre d'anesthésies volatiles en fonction du type d'espèce a recueilli 515 (99 %) réponses pour les NAC, 519 (99,8 %) pour les chats et 517 (99,4 %) pour les chiens.

Les vétérinaires répondants réalisaient peu d'anesthésies par AAV pour les NAC. Seulement 11,7 % (60) vétérinaires ne réalisaient pas d'anesthésie par AAV pour les NAC et 80 % (412) le faisaient moins de deux fois par semaine.

La majorité des vétérinaires (52,8 %, 274 réponses) utilisaient les AAV pour les chats moins de deux fois par semaines.

En revanche 47,4 % (245) des vétérinaires indiquaient anesthésier entre 3 et 5 chiens par semaine à l'aide d'AAV. L'espèce qui subissait le plus d'anesthésies par AAV par semaine était l'espèce canine puisque 23,8 % (123) des vétérinaires indiquaient anesthésier par AAV 6 à 10 chiens par semaine. Pour les chats, ce chiffre n'est que de 8,9 % (46) et seulement 1 % (5) pour les NAC (Figure 19).

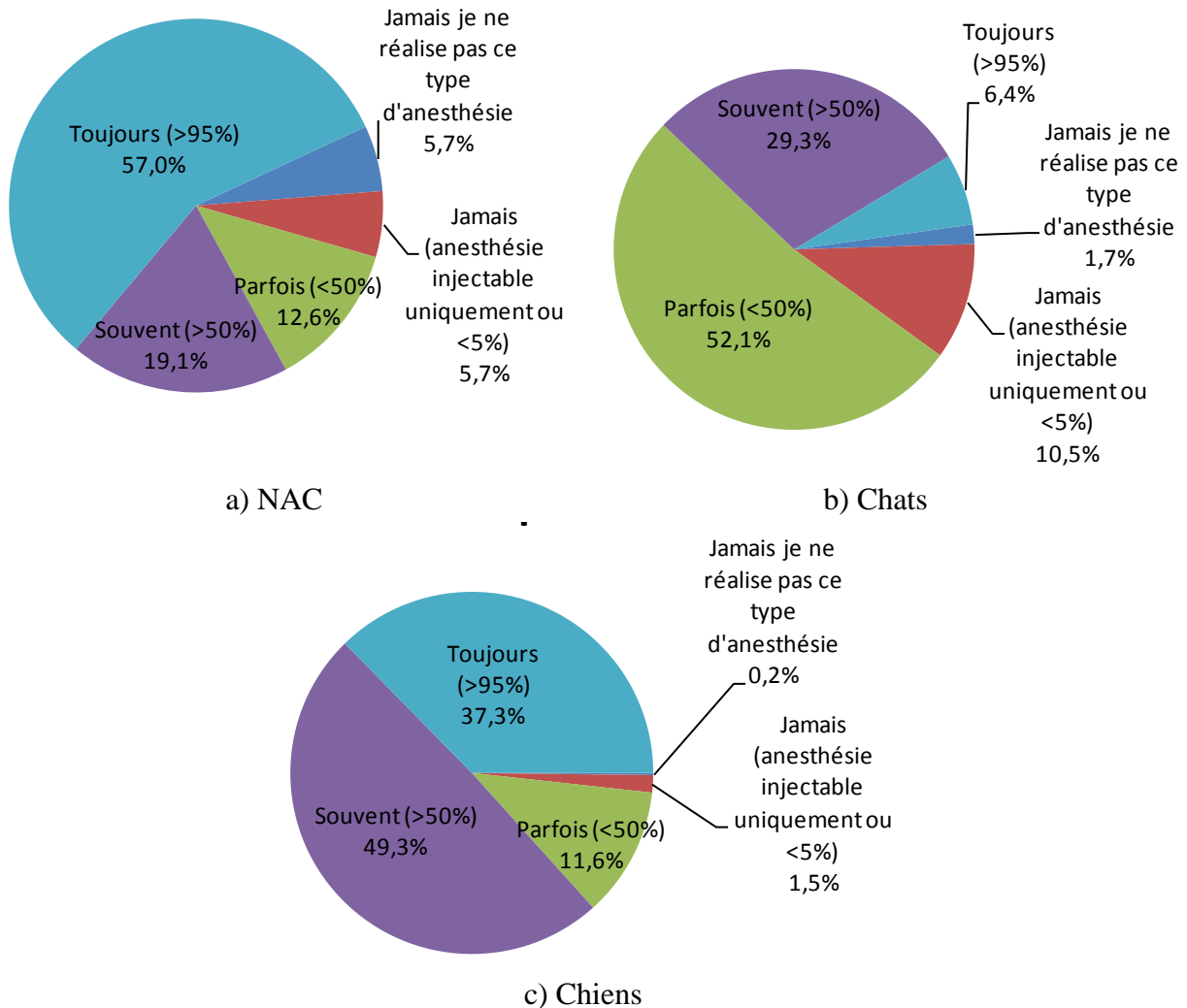
Figure 19 : Nombre d'anesthésies par semaine en fonction de l'espèce



vi. Degré d'utilisation de l'anesthésie par AAV en fonction de l'espèce

La question portant sur le taux d'utilisation des AAV en fonction de l'espèce a recueilli 509 réponses (97,9 %) pour les NAC, 516 (99,2 %) pour les chats et 517 (99,4 %) pour les chiens. Pour les NAC 57 % (290) des vétérinaires ont répondu que lors d'une anesthésie ils utilisaient systématiquement des AAV. En revanche 6,4 % (33) des vétérinaires utilisaient systématiquement les AAV pour anesthésier les chats et 52,1 % (269) indiquaient utiliser moins d'une fois sur deux les AAV pour anesthésier les chats. Pour les chiens 37,3 % (193) des vétérinaires utilisaient toujours les AAV pour les anesthésier et 49,3 % (255) utilisaient plus d'une fois sur deux les AAV pour les anesthésier (Figure 20).

Figure 20 : Fréquence d'utilisation des AAV en fonction de l'espèce



vii. Répartition des anesthésies en fonction des types d'interventions

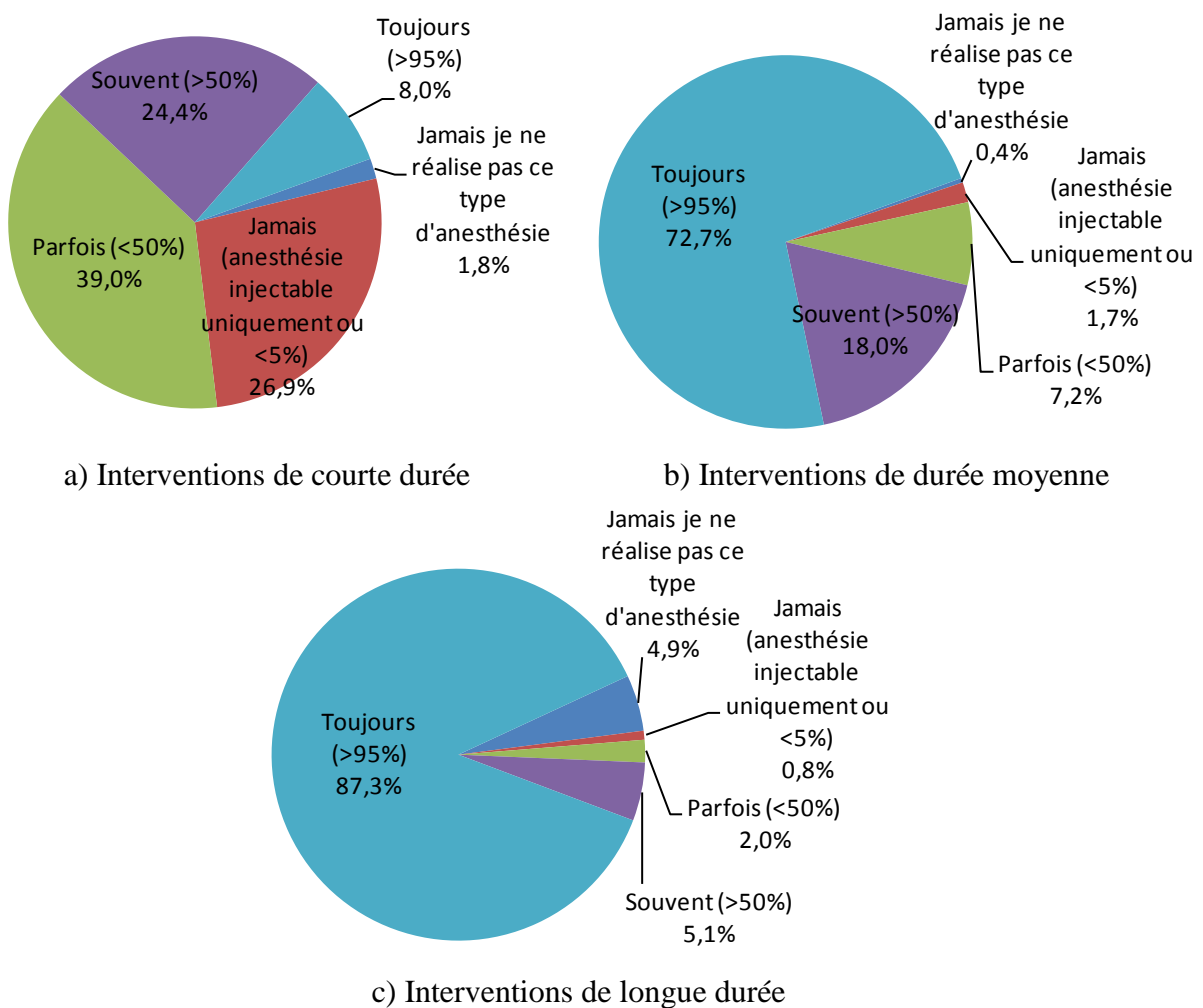
La question portant sur la fréquence d'utilisation de l'anesthésie volatile en fonction du temps prévu de chirurgie a recueilli 513 réponses (98,7 %) pour l'utilisation d'AAV dans le cadre de procédures courtes (durée inférieure à 30 minutes : convenance, petites plaies, ...), 517 (99,4 %) pour les procédures de durée moyenne (entre 30 minutes et 2 heures : tumeurs

mammaires, ...) et 512 (98,5 %) pour les procédures de longue durée (supérieure à 2h : osseuse, reconstruction, ...).

Un quart des vétérinaires (26,9 %, 138) ont répondu utiliser uniquement l'anesthésie fixe lors de procédures de courte durée. Et uniquement 8 % (41) des vétérinaires utilisaient toujours les AAV pour les procédures courtes.

En revanche, lors de procédures de moyenne et de longue durée les AAV étaient majoritairement utilisés, avec respectivement 72,7 % (376) des vétérinaires et 87,3 % (447) des vétérinaires qui utilisaient systématiquement les AAV pour ces procédures (Figure 21).

Figure 21 : Fréquence d'utilisation des AAV en fonction de la durée de l'intervention

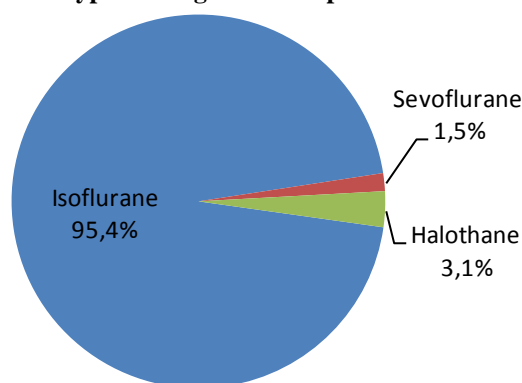


d) Réalisation de l'anesthésie par AAV

i. Type d'halogéné utilisé

La question sur le type d'halogéné utilisé a recueilli 514 réponses soit 99,8 %. L'isoflurane était largement majoritaire avec 95,9 % (493) des structures l'utilisant contre 3,1 % (16) pour l'halothane et seulement 1,6 % (8) pour le sévoflurane (Figure 22).

Figure 22 : Type d'halogéné utilisé pour l'anesthésie volatile

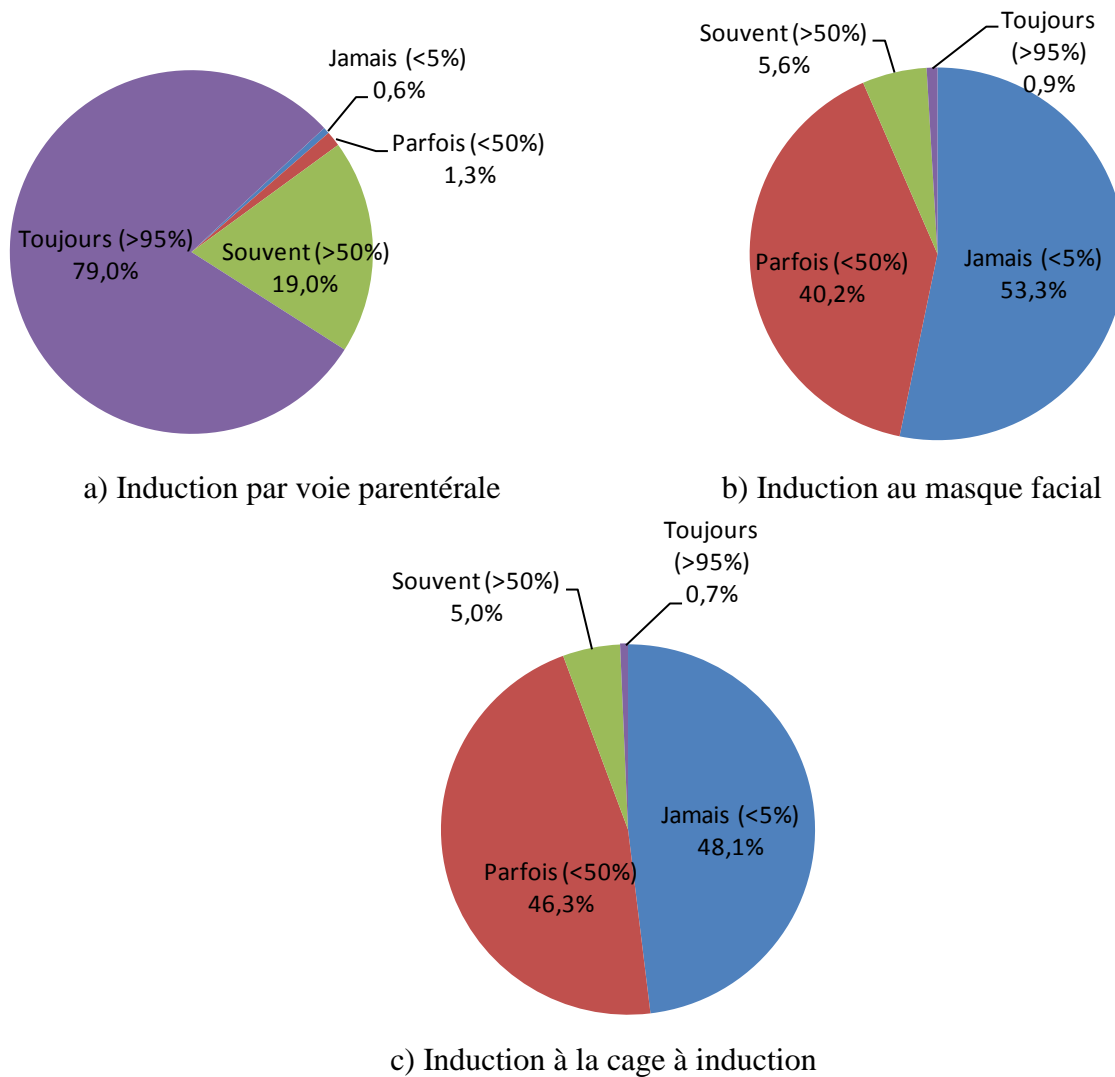


ii. Modalités de réalisation de l'induction

La question portant sur le protocole d'induction (injectable, masque, cage à induction) n'a pas été idéalement remplie en ce qui concerne l'utilisation du masque facial et de la cage à induction lors de l'induction de l'anesthésie volatile. Seulement 430 personnes (82,69 %) ont répondu s'ils utilisaient ou non le masque facial lors de l'induction et 441 (84,81 %) ont répondu s'ils utilisaient ou non la cage à induction.

La majorité (79 %, 411) des vétérinaires utilisaient toujours la voie parentérale pour l'anesthésie alors que moins de 1 % utilisaient toujours le masque facial (0,9 %, 4 réponses) ou la cage à induction (0,7 %, 3 réponses). Environ 5 % (22) utilisaient au moins une fois sur deux le masque facial ou la cage à induction. Seulement 0,6 % (3) des vétérinaires n'utilisaient jamais la voie parentérale pour l'induction alors que ce chiffre atteignait respectivement 53,3 % (229) et 48,1 % (212) pour le masque facial et la cage à induction (Figure 23).

Figure 23 : Type d'induction utilisée et fréquence

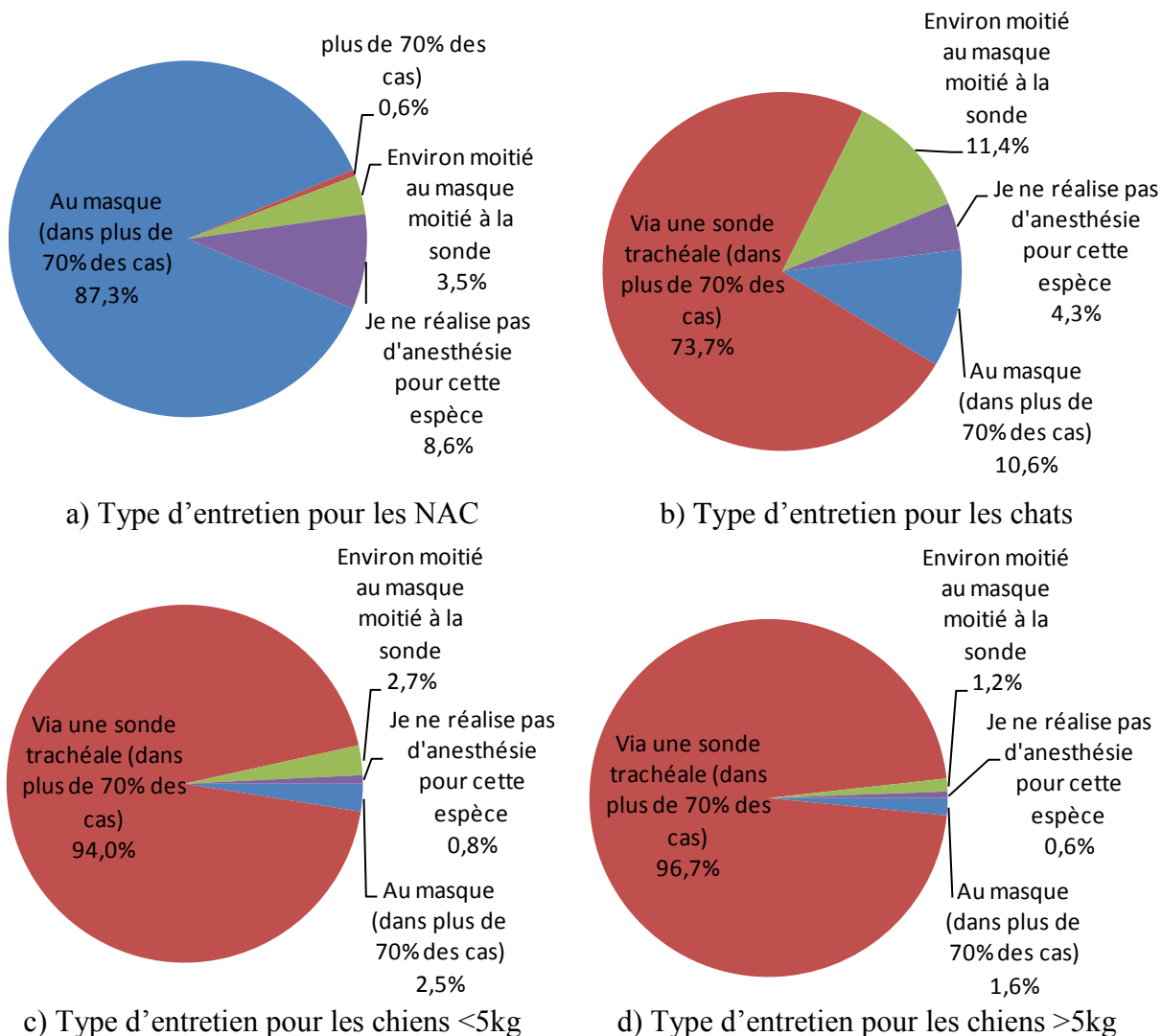


iii. Modalités d'entretien de l'anesthésie par AAV

La question sur la méthode pour maintenir l'anesthésie volatile a recueilli 510 réponses (98,1 %) pour les NAC, 517 (99,4 %) pour les chats, 519 (99,8 %) pour les chiens de moins de cinq kilogrammes et 516 (99,2 %) pour les chiens de plus de cinq kilogrammes.

La plupart des NAC (87,3 %, 445 réponses) étaient maintenus sous anesthésie volatile à l'aide d'un masque facial. En revanche 73,7 % (381) des vétérinaires indiquaient utiliser la sonde trachéale pour maintenir sous anesthésie volatile les chats, 94 % (488) pour les chiens de moins de 5 kg et 96,7 % (499) pour les chiens de plus de 5 kg (Figure 24).

Figure 24 : Type d'entretien en fonction de l'espèce

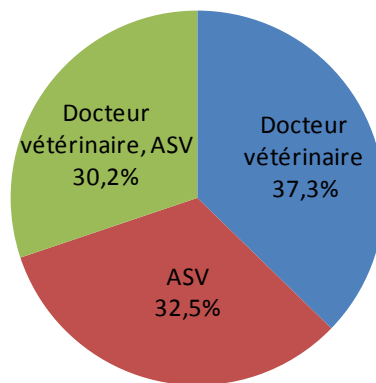


e) Technicité et matériel lors du remplissage de la cuve d'AAV

i. Personnel en charge du remplissage de la cuve d'AAV

La question permettant de savoir qui remplissait la cuve d'AAV a recueilli 520 réponses soit 100 % des personnes interrogées. Dans un tiers des structures (37,3 %, 194 réponses) c'est le vétérinaire qui était en charge du remplissage de la cuve, dans l'autre tiers (32,5 %, 169 réponses) la cuve était remplie par l'ASV et dans le dernier tiers (30,2 %, 157 réponses), la cuve était remplie indifféremment par le vétérinaire ou l'ASV (Figure 25).

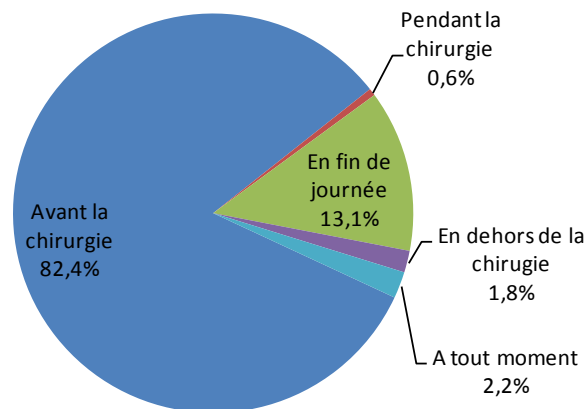
Figure 25 : Personne en charge du remplissage de la cuve



ii. Période de remplissage de la cuve d'AAV

La question sur le moment du remplissage de la cuve d'AAV a recueilli 511 réponses (98,3 %). Dans 82,4 % (421 réponses) des cas la cuve était remplie en début de journée ou juste avant la chirurgie. Seulement 13,1 % (67) des personnes remplissaient la cuve en fin de journée (Figure 26).

Figure 26 : Période de remplissage de la cuve d'halogéné dans la journée

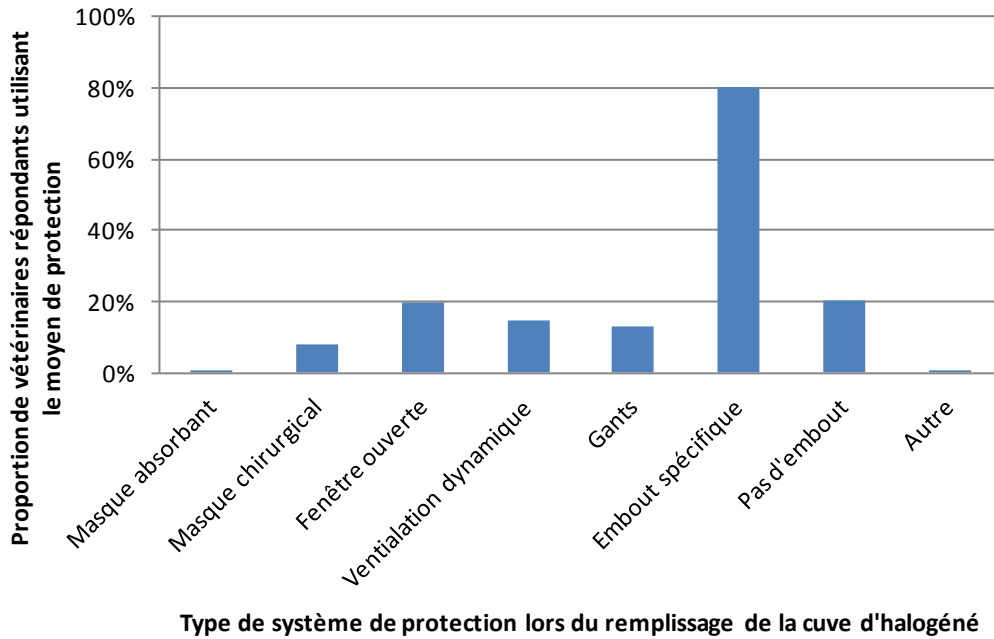


iii. Moyen de protection lors du remplissage de la cuve d'AAV

La question sur les moyens de protection lors du remplissage de la cuve d'AAV a recueilli 517 réponses (98,9 %). La majorité des vétérinaires (80,1 %, 414 vétérinaires) disposaient d'un système spécifique pour remplir leur cuve, le reste versaient directement l'AAV dans le vaporisateur. Parmi les personnes qui remplissaient la cuve sans embout spécifique, 61 % (64 personnes) mettaient des gants et 34,2 % (36 personnes) un masque chirurgical.

Un tiers des vétérinaires (32,3 %, 167) favorisaient le renouvellement de l'air au moment du remplissage de la cuve soit par l'ouverture des fenêtres (17,6 %, 91 vétérinaires) soit par l'activation de la ventilation dynamique (64 vétérinaire, 12,4 %), soit par l'utilisation des deux systèmes (12 vétérinaires, 2,3 %) (Figure 27).

Figure 27 : Type de protection utilisée lors du remplissage de la cuve d'halogéné



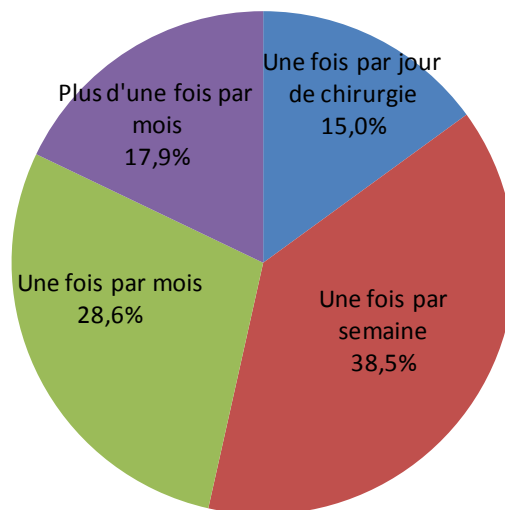
La moitié des personnes (57,9 %, 301) n'utilisaient qu'un des moyens de protection mentionnés ci-dessus lors du remplissage de la cuve d'halogéné et moins d'un tiers (29,4 %, 153) en utilisaient deux.

iv. Fréquence de remplissage de la cuve d'AVV

La question sur la fréquence de remplissage a recueilli 514 réponses (98,8 %).

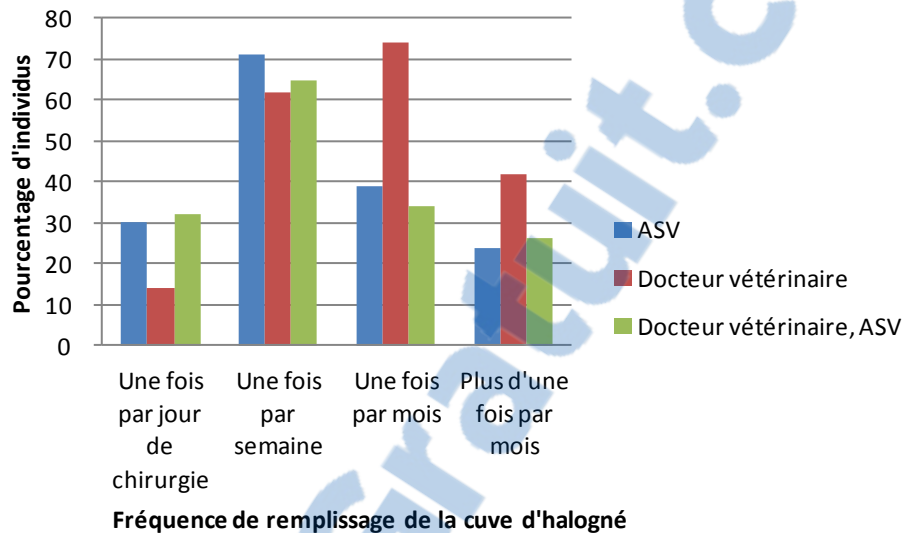
La majorité des vétérinaires (38,5 %, 198 réponses) remplissaient une fois par semaine leur cuve et seulement 15 % (77) des vétérinaires la remplissaient une fois par jour (Figure 28).

Figure 28 : Fréquence de remplissage de la cuve d'halogéné



La figure 29 ci-dessous nous permet de voir que lorsque le remplissage était régulier (une fois par jour de chirurgie ou une fois par semaine), le remplissage de la cuve était préférentiellement fait par l'ASV alors que lorsque le remplissage était fait plus rarement il était plutôt réalisé par le vétérinaire (différence significative ; Test du χ^2 , $p=0,00003$).

Figure 29 : Personne responsable du remplissage de la cuve en fonction de la fréquence du remplissage



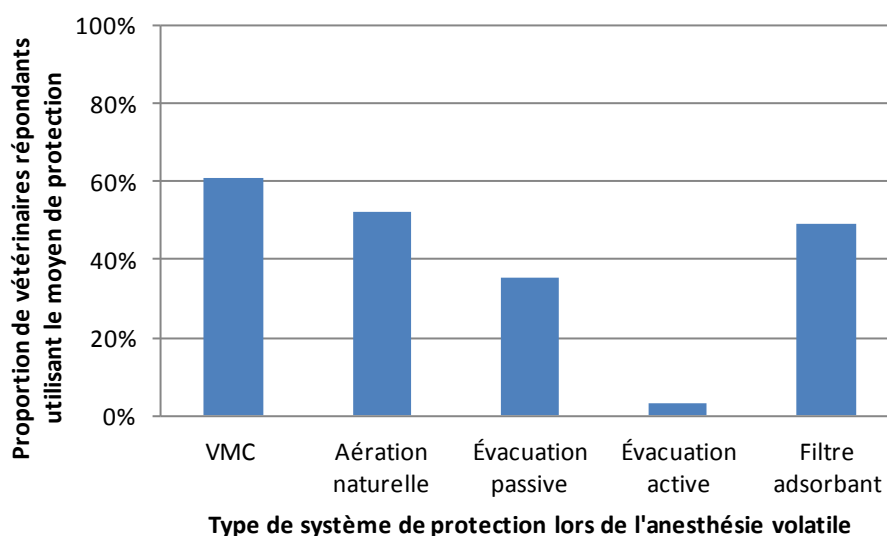
f) Technicité et matériel utilisés lors d'anesthésies à l'aide d'agents volatils

i. Equipement de protection du bloc opératoire

La question sur le type de protection, vis-à-vis des AAV, au sein du bloc opératoire a recueilli 517 réponses (99,8 %).

Une personne ne disposait d'aucun moyen permettant de diminuer la pollution en AAV, les autres structures disposaient d'au moins un élément de prévention. La majorité des structures ventilaient le bloc pour favoriser le renouvellement de l'air ; 61,1 % (316) des structures disposaient d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC) et 52,3 % (270) d'aérations naturelles. La majorité des structures disposaient de systèmes d'évacuation ou de captation des AAV polluants soit par une évacuation passive (35,2 %, 182 structures) soit par un filtre adsorbant (49,3 %, 255 structures) (Figure 30).

Figure 30 : Fréquence des différents dispositifs de prévention des risques liés aux AAV au bloc



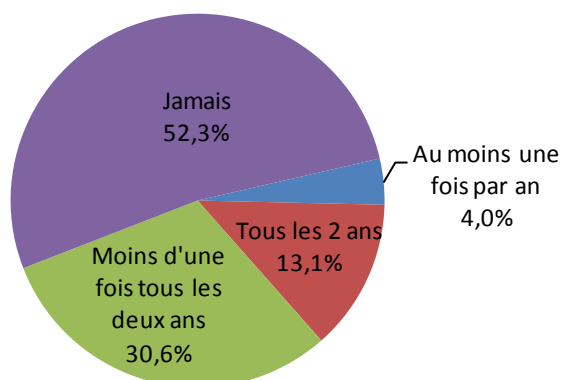
Les trois quarts des vétérinaires (72,3 %, 374) disposaient d'au moins deux systèmes de prévention de la pollution, la majorité d'entre eux (46,3 %, 240) disposait de deux systèmes de prévention : un système de filtration ou d'élimination des polluants et un système de renouvellement de l'air. Les vétérinaires disposant de trois systèmes de prévention étaient 23,6 % (122) et seulement 2,3 % (12) disposaient de quatre systèmes de prévention ou plus.

ii. Entretien de l'équipement d'anesthésie volatile par un spécialiste

La question sur l'entretien par un spécialiste de la machine d'anesthésie volatile a recueilli 503 réponses (96,7 %).

La majorité des vétérinaires (52,3 %, 263 réponses) ne faisaient jamais entretenir ou contrôler leur équipement par un spécialiste, et seulement 4 % (20) des structures le faisaient entretenir au moins une fois par an (Figure 31).

Figure 31 : Fréquence de vérification de la machine d'anesthésie volatile par un spécialiste



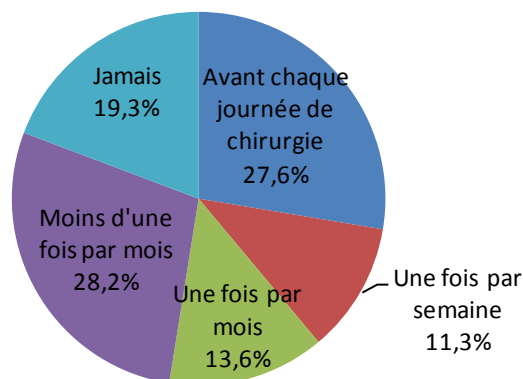
Nous avons souhaité vérifier si la réalisation de contrôle de la machine d'anesthésie par un professionnel était significativement plus importante lorsque la structure pratique un grand nombre d'anesthésies volatiles (supérieur à dix par semaine). Il n'existe pas de différence significative selon que le nombre d'anesthésies soit supérieur ou inférieur à dix par semaine (Test du χ^2 , ddl=1, p=0,07).

iii. Entretien de l'équipement d'anesthésie volatile par le vétérinaire

La question portant sur la fréquence de vérification de la machine d'anesthésie par le vétérinaire a recueilli 514 réponses soit 98,8 % de participation.

Le nombre de structures ne vérifiant pas leur machine s'élevait à 19,3 % (99) et seulement 27,6 % (142) des vétérinaires vérifiaient leur installation avant chaque chirurgie (Figure 32).

Figure 32 : Fréquence de vérification des fuites de la machine d'anesthésie volatile par le vétérinaire



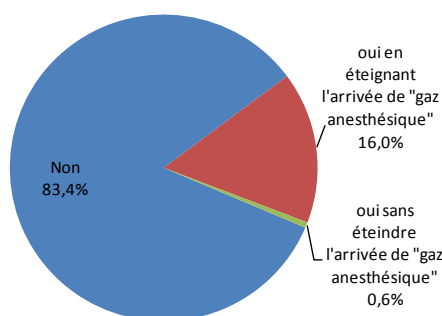
Nous avons souhaité vérifier si la réalisation de contrôles hebdomadaires de la machine d'anesthésie par le vétérinaire était significativement plus importante lorsque la structure pratique un grand Nombre d'anesthésies volatiles (supérieur à dix par semaine).

La fréquence de vérification des fuites n'est pas liée au nombre de chirurgies réalisées dans la semaine (Test du χ^2 , ddl=1, p=0,62).

iv. Transfert d'animaux en cours d'anesthésie volatile

La question sur le transfert d'animaux après l'induction a recueilli 518 réponses (99,6 %). La majorité des vétérinaires (83 %, 430 réponses) ne « débranchaient » pas les animaux en cours d'anesthésie lorsqu'ils devaient les transporter d'une pièce à l'autre (transfert de la salle d'induction vers le bloc, radiographie, changement de position en cours de chirurgie ...), et seulement 1 % (3) vétérinaires disaient « débrancher » l'animal du circuit sans fermer l'arrivée des AAV (Figure 33).

Figure 33 : Fréquence des transferts d'animaux au cours d'une anesthésie volatile

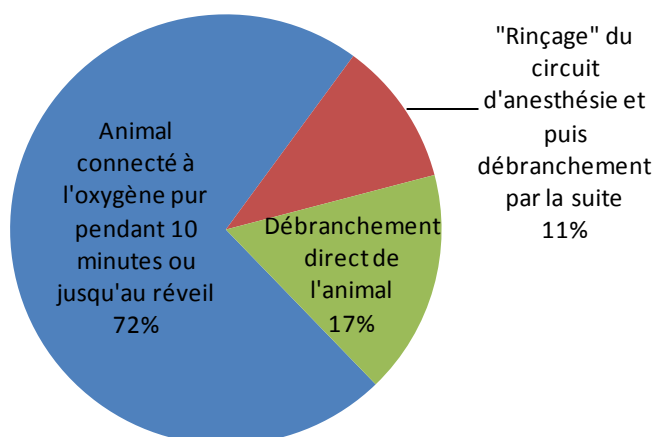


v. Gestion de la fin de l'anesthésie volatile

La question concernant la gestion de la fin de l'anesthésie a recueilli 516 réponses soit 99,2 % de participation.

La plupart des vétérinaires (72,3 %, 373 réponses) coupaient l'arrivée des AAV et laissaient l'animal connecté sous oxygène pendant 10 minutes ou jusqu'au réveil. Mais 19,9 % (86) des vétérinaires fermaient l'arrivée d'AAV et d'oxygène et déconnectaient l'animal de la machine (Figure 34).

Figure 34 : Modalités de gestion de la fin de l'anesthésie



g) Risques liés aux AAV et personnel de la clinique

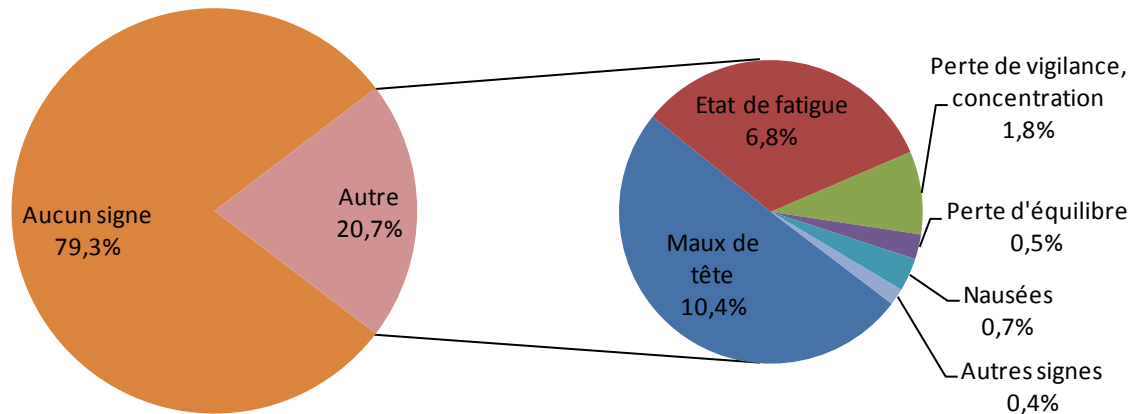
i. Présence de signes d'exposition anormale aux AAV

La question sur l'observation d'effets secondaires après réalisation d'anesthésies par AAV a recueilli 517 réponses soit 99,4 % de participation.

La majorité des vétérinaires (83,8 %, 432) disaient ne pas ressentir d'effets après une anesthésie avec des AAV. Le fait de réaliser plus de dix anesthésies par semaine n'est pas significativement associé avec la présence d'au moins un symptôme (Test du χ^2 , ddl=1, p=0,18).

Parmi les personnes ressentant des effets secondaires, 67,1 % (55 personnes) rapportaient des maux de tête et 43,5 % (37 personnes) présentaient un état de fatigue accru. La perte d'équilibre et les nausées (0,6 %, 3 personnes) étaient beaucoup moins décrites. Certains vétérinaires notaient que lors de l'utilisation du masque facial ou en cas de fuite de l'appareil les symptômes étaient accrus et pouvaient aller jusqu'à une sensation d'oppression thoracique et la sensation d'avoir « la tête prise dans un étau » (Figure 35).

Figure 35 : Apparition de symptômes après l'exposition aux AAV



Parmi les vétérinaires qui indiquaient avoir des effets secondaires suite à l'exposition aux AAV 72,9 % (62 vétérinaires, 12 % des réponses) ne mentionnaient qu'un seul type d'effet, 20 % (17 vétérinaires, 3,3 % des réponses) mentionnaient deux types de symptômes et seulement un vétérinaire disait avoir jusqu'à quatre types d'effets secondaires.

La présence ou non d'au moins un symptôme n'était pas significativement liée au fait d'être âgé de plus ou moins 45 ans (Test du χ^2 , ddl=1, $p > 0,06$) ou au sexe (Test du χ^2 , ddl=1, $p = 0,05$).

ii. Conscience du risque potentiel lié à l'exposition aux AAV

La question « pensez-vous être exposé aux AAV ? » a recueilli 519 réponses (99,8 %).

Les trois quarts des sondés (74,8 %, 388 réponses) avaient le sentiment d'être exposés aux AAV.

Notre étude montre que les femmes se sentaient significativement plus exposées que les hommes (Test du χ^2 , ddl=1, $p=0,003$). De même, l'ensemble des individus (hommes et femmes) de moins de 45 ans se sentaient plus concernés que les plus de 45 ans (Test du χ^2 , ddl=1, $p=0,0009$).

iii. La volonté d'être informé sur les AAV

La question sur le souhait de recevoir de l'information ou des conseils sur le sujet des AAV a recueilli 518 réponses soit 99,6 % de participation. Plus de la moitié des vétérinaires (62,7 %, 325) souhaitaient recevoir des conseils sur ce sujet.

Le souhait d'être informé n'était pas significativement lié au fait d'avoir plus ou moins 45 ans (Test du χ^2 , ddl=1, $p = 0,05$) ou au sexe (Test du χ^2 , ddl=1, $p = 0,06$).

h) Bilan des résultats de l'enquête

La majorité des structures exposaient deux vétérinaires et un à deux ASV aux halogénés. Le nombre d'anesthésies était relativement limité. L'anesthésie volatile était généralement utilisée pour les NAC et les chiens.

L'induction des NAC se faisait en majorité au masque ou cage à induction alors que l'utilisation d'agent inducteur par voie parentérale était privilégiée chez les chats et chiens.

L'isoflurane était l'agent anesthésique volatil quasi-exclusif.

La plupart des vétérinaires disposaient de systèmes de prévention pour limiter la pollution.

En majorité il s'agissait de la capacité à ventiler (ouverture, VMC, ...) ou à extraire les polluants (évacuation active ou passive des AAV).

Les autocontrôles ou les contrôles externes étaient, dans la majorité des cas, peu fréquents.

Cependant nous avons noté une prise de conscience du personnel et la volonté d'être mieux informé des risques.

III. Discussion sur l'étude personnelle et perspectives

1) Réalisation du protocole

a) Conception du questionnaire

Nous avons souhaité réaliser un questionnaire concis et aussi complet que possible. Pour cela, nous avons pris le parti de limiter notre étude à une population bien particulière, que sont les vétérinaires d'exercice libéral utilisant les AAV pour les carnivores domestiques et les NAC. Cette restriction avait pour objectif d'obtenir un groupe homogène. En effet, comme l'a montré le Dr. Labruyère (2013), les contraintes inhérentes à chaque espèce et les doses d'AAV nécessaires en fonction de l'espèce impliquent des expositions très différentes.

Afin de mieux cerner l'exposition de l'ensemble des vétérinaires aux AAV il serait nécessaire de réaliser des études similaires en s'attachant aux particularités des vétérinaires ruraux et équins.

Pour ne pas dépasser un temps de réponse de 10-15 minutes, nous avons choisi de ne pas aborder certaines thématiques. Par exemple, nous n'avons pas abordé les mesures de prévention dans les salles de réveil ou au chenil, bien qu'il s'agisse de zones de contaminations non négligeables (Short et Harvey, 1983 ; Labruyère, 2013) en particulier pour les ASV qui ont souvent en charge la surveillance du réveil des animaux (Barr, 1987). Les concentrations peuvent y atteindre 2 ppm pendant 1h30 après l'extubation (Milligan *et al.*, 1982). Il serait nécessaire de réaliser des études pour évaluer cette phase et que la profession soit sensibilisée à ce phénomène.

Nous avons également choisi de ne pas poser de questions trop personnelles sur les populations à risque. Cependant, un grand nombre de femmes vétérinaires ont spontanément exprimé leurs inquiétudes quant aux risques d'exposition aux AAV avant ou pendant une grossesse. Comme nous l'avons exposé précédemment, les résultats des différentes études portant sur la toxicité des halogénés au cours de la grossesse et disponibles dans la littérature ne concordent pas, en particulier en raison de biais et de problèmes méthodologiques. De plus, la majorité des études ont été réalisées pour l'halothane, ou pour une association halogéné - protoxyde d'azote. Ces deux types de produits semblent plus toxiques que l'isoflurane ou le sévoflurane. Néanmoins, toutes les recommandations des groupes d'experts sont unanimes et préconisent d'appliquer le principe de précaution en limitant ou en évitant l'exposition aux AAV lors d'une grossesse (CRAMIF, 1998 ; Rüegger et Jost, 1998).

L'utilisation de questions à choix multiple (QCM) a permis de limiter le temps de réponse, de faciliter la saisie des données et de rendre le traitement de l'information plus aisée. Ces différents objectifs ont été remplis. La possibilité laissée aux enquêtés d'explicitier leurs réponses ou de les compléter a été bien utilisée et appréciée, ce qui a permis d'obtenir de nombreuses précisions et d'affiner les analyses.

b) Sélection de l'échantillon

Le choix de l'échantillon s'est fait sur des considérations pratiques. Les vétérinaires interrogés appartiennent à la liste de diffusion (mailing-list) du laboratoire Axience[®]. Ces personnes répondaient donc à deux critères qui étaient : posséder une adresse mél et l'avoir mise à disposition de ce laboratoire.

L'inclusion des vétérinaires dans l'étude n'était donc pas aléatoire, ce qui constituait un biais d'échantillonnage qui doit être pris en compte dans l'interprétation des données et dans la possible extrapolation des résultats à l'ensemble des vétérinaires d'exercice libéral utilisant les AAV pour les carnivores domestiques et les NAC.

c) Taux de participation au questionnaire

La liste de diffusion d'Axience[®] contenait 5 180 cliniques dont 3 784 cliniques référencées comme majoritairement canines réparties dans toute la France. Nous avons donc eu un taux de réponses brut de 10 % (tous vétérinaires confondus) et de 18,6 % si l'on ne considère que les structures majoritairement canines. En outre, parmi ces structures, toutes ne disposent pas de machine d'anesthésie volatile. Ainsi, il est probable que le taux de réponses réel par rapport à notre population cible (*i.e.* structures canines possédant une machine d'anesthésie volatile) avoisine ou excède les 20 %. Ce taux de réponses est de presque dix points supérieur au taux de réponses d'études similaires. Nous avons obtenu un taux de participation relativement élevé, et de nombreux commentaires de la part des participants, ce qui confirme l'intérêt des vétérinaires pour notre sujet.

Les vétérinaires ayant participé à l'étude n'étaient pas obligés de répondre à l'ensemble des questions. Cependant, la quasi-totalité des questions (24/26) ont eu un taux de réponses parmi les enquêtés supérieur à 97 %, ce qui montre que la motivation des répondants est restée constante sur l'ensemble du questionnaire.

2) Type de molécules utilisées

Dans notre étude, 95,9 % des vétérinaires utilisaient l'isoflurane lors d'anesthésie volatile, l'halothane et le sévoflurane étant minoritaires. Ces résultats sont comparables à l'étude de Farges (2012) où 80 % des vétérinaires utilisaient l'isoflurane pour leurs anesthésies volatiles. Cet anesthésique possède le triple avantage d'une sécurité d'emploi, d'un coût modéré par rapport aux autres produits du marché et depuis 2010, ce produit dispose d'une autorisation de mise sur le marché vétérinaire pour toutes les espèces sauf les animaux de rente (Vandaele, 2011). L'halothane est délaissé en raison des risques bien connus pour le patient et le personnel. Il est inscrit au tableau des produits chimiques pouvant engendrer des maladies professionnelles (Décret n°89-667 du 13/09/1989 révisant et complétant les tableaux de maladies professionnelles). Le sévoflurane quant à lui présente des atouts indéniables notamment concernant sa sécurité d'emploi pour le patient (vitesse d'induction et de réveil élevée) mais reste onéreux (Vandaele, 2011) et nécessite un investissement en matériel important. Ces différents éléments expliquent la prédominance sur le marché de l'isoflurane.

La faible utilisation de l'halothane (3,1 % des structures de notre enquête) est un point positif. En effet, cette molécule semble être l'halogéné le plus à risque pour le patient et pour l'anesthésiste. L'arrivée sur le marché vétérinaire de l'isoflurane et du sévoflurane devrait permettre la disparition complète de l'halothane dans les années à venir.

3) Détermination du type de personnel exposé aux AAV

a) Type de personnel exposé aux AAV au bloc opératoire

Dans la majorité des structures, peu de personnes étaient exposées aux AAV puisque dans respectivement 69,4 % et 62,9 % des cas seulement un ou deux vétérinaires ou ASV sont exposés. Cependant, comme l'a montré Farges (2012), la moitié des structures vétérinaires ont moins de trois vétérinaires et 75 % des structures ont au plus trois ASV : ce faible nombre de personnes exposées peut donc s'expliquer par la petite taille de la plupart des cliniques vétérinaires.

Par ailleurs, dans notre étude, seulement 10,6 % [7,9 % ; 13,3 %]_{IC 95%} des structures n'exposaient pas d'ASV aux AAV mais Farges (2012) rapporte que 9,1 % [6,6 % ; 11,6 %]_{IC 95%} des 556 sondés ne disposent pas d'ASV. Ces pourcentages ne sont pas significativement différents, il semble donc que, dans la majorité des structures, l'ensemble des vétérinaires et ASV soit exposé à un moment ou un autre aux AAV. Dans un contexte de protection du salarié, la prévention des risques liés à l'exposition aux AAV doit prendre en compte la protection du vétérinaire mais aussi de ses salariés.

La gestion de l'anesthésie était, dans la moitié des cas, réalisée par le vétérinaire qui opère. C'est donc ce dernier qui est le plus exposé, puisque la pollution maximale est au niveau de la machine d'anesthésie et de la tête de l'animal (Rüegger et Jost, 1998). Cependant, dans certaines structures, les ASV peuvent être plus exposés car ils assistent à plusieurs inductions et chirurgies à la suite (Wagne *et al.*, 1981).

b) Type de personnel exposé aux AAV lors du remplissage de la cuve

Le remplissage de la cuve de la machine d'anesthésie volatile était réalisé à part égale par les ASV et les vétérinaires.

En revanche, comme nous l'avons montré, dans les structures où le remplissage de la cuve d'halogéné était fréquent (au moins une fois par semaine), ce sont les ASV qui s'en chargeaient. Les ASV sont donc plus souvent exposés que les vétérinaires lors de cette période à risque qu'est le remplissage de la cuve d'halogéné.

c) Conclusion sur le type de personnel exposé

Notre étude a permis de montrer que l'ensemble des personnels des structures vétérinaires (ASV et vétérinaires) était régulièrement exposés aux AAV, bien que le degré d'exposition puisse varier entre les membres de l'équipe. La prévention doit être axée sur l'ensemble du personnel en tenant compte de leurs rôles respectifs.

4) Évaluation de la fréquence d'exposition aux AAV

a) Fréquence globale d'utilisation des AAV

La majorité des structures réalisaient peu d'anesthésies par AAV. 42,5 % [38,2 % ; 46,8 %]_{IC 95%} réalisaient moins de 5 anesthésies volatiles par semaine et 50,3 % [45,9 % ; 54,7 %]_{IC 95%} moins de 2 par jour. Les structures réalisant plus de 21 anesthésies par semaine et plus de 5 anesthésies par jour étaient très minoritaires avec respectivement 5,6 % [3,6 % ; 7,6 %]_{IC 95%} et 7,1 % [4,8 % ; 9,4 %]_{IC 95%} de l'effectif.

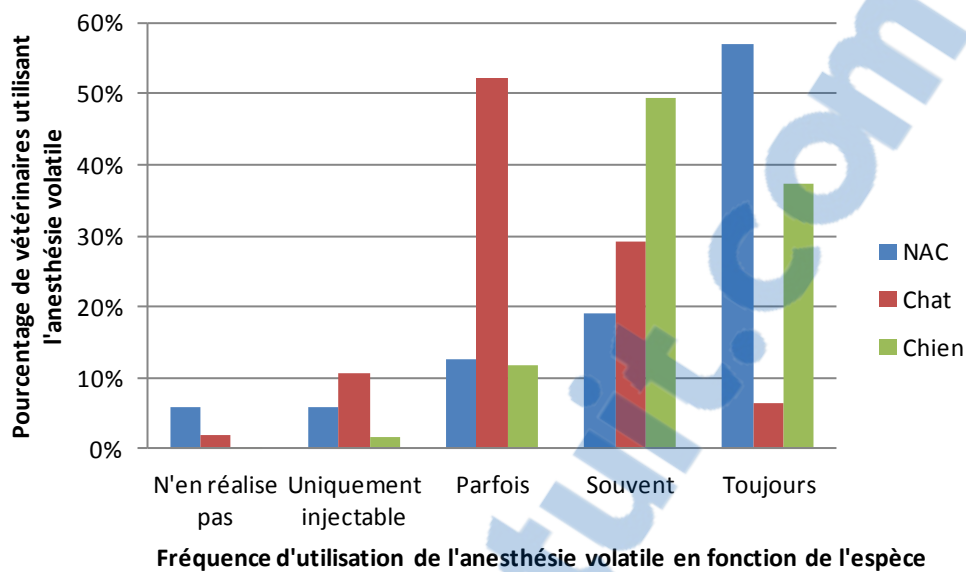
La fréquence d'exposition était faible dans la majorité des cas. Les individus qui étaient exposés fréquemment travaillaient dans de grandes structures. Ceci s'explique par le fait que dans la majorité des structures, le vétérinaire est généraliste. L'anesthésie et la chirurgie ne constituent qu'une partie de leur activité, ce qui engendre une exposition peu fréquente aux AAV. Au contraire, les vétérinaires travaillant dans des structures de grande taille (type centre hospitalier vétérinaire) ou les vétérinaires itinérants sont spécialisés : l'exposition est alors maximum pour les praticiens spécialisés en chirurgie.

b) Fréquence d'utilisation des AAV en fonction de l'espèce

Seulement 8,3 % [5,9 % ; 10,7 %]_{IC 95%} des vétérinaires réalisaient plus de deux anesthésies volatiles hebdomadaires sur des NAC et 11,7 % [8,9 % ; 14,5 %]_{IC 95%} n'en pratiquaient jamais. Ceci s'explique en partie par le fait que les chirurgies et soins complémentaires sur des NAC sont encore peu développés en pratique libérale et qu'il existe une réelle crainte dans ce domaine de la part de la profession (fragilité de ces espèces, développement récent de la médecine et de la chirurgie des NAC, risque d'hypothermie au cours de la chirurgie...). Cependant, lorsque des anesthésies étaient réalisées sur des NAC, dans la moitié des cas (57 % [52,6 % ; 61,4 %]_{IC 95%}) les AAV étaient systématiquement utilisés. La facilité d'induction de l'anesthésie volatile à l'aide du masque et la possibilité d'ajuster rapidement le niveau d'anesthésie explique l'utilisation prédominante des AAV lors d'anesthésie des NAC. En effet, ce type d'animaux est très fragile et de petite taille. Il est rare de pouvoir disposer d'une voie veineuse. L'utilisation de molécules anesthésiques par voie intramusculaire ne permet pas un bon contrôle en temps réel de l'anesthésie. Il est probable qu'en raison d'un renforcement de la formation dispensée par les écoles nationales vétérinaires dans ce domaine et de l'augmentation des consultations concernant des NAC, les interventions nécessitant des anesthésies chez ces animaux (et donc l'utilisation des AAV) augmentent dans les années à venir.

Chez les carnivores domestiques, la fréquence d'utilisation de l'anesthésie volatile augmentait avec la taille de l'animal comme le montre la figure 36 ci-après.

Figure 36 : Fréquence d'utilisation de l'anesthésie volatile en fonction de l'espèce



La fréquence de l'utilisation systématique de l'anesthésie volatile augmentait donc avec la taille de l'animal. Ceci peut être mis en relation avec la durée des actes chirurgicaux, généralement plus longs chez les animaux de grande taille. De plus, la médicalisation des NAC est plus faible en raison d'un coût important des actes comparé au prix d'achat de l'animal et à son espérance de vie.

Or, la pollution augmente avec le flux d'oxygène qui est lui-même lié à la taille du patient et au type de circuit (non réinhalatoire *versus* réinhalatoire) (Short et Harvey, 1983). La moitié des vétérinaires français possédant une machine d'anesthésie volatile ne sont pas en mesure d'adapter le type de circuit à la taille de l'animal (Farges, 2012). Il convient donc d'axer la prévention sur l'importance du choix du type de circuit en fonction du poids de l'animal afin de réduire le débit et la pollution aux AAV.

c) Fréquence d'utilisation des AAV en fonction du type de chirurgie

L'anesthésie dite fixe (injectable) était préférentiellement utilisée (65,9 % [61,7 % ; 70,1 %]_{IC 95%} des cas) lors de procédures courtes (castrations de chats, exérèses de petites masses etc.) En revanche, lorsque le temps de chirurgie devait dépasser trente minutes, les vétérinaires préféraient, dans la grande majorité (72,7 % [68,8 % ; 76,6 %]_{IC 95%} des cas), utiliser systématiquement les AAV. Le temps nécessaire à la préparation du matériel et à l'intubation de l'animal explique que l'anesthésie par AAV ne soit pas privilégiée lors de procédure de courte durée. La sécurité pour le patient et la possibilité de faire varier l'intensité et la durée de l'anesthésie de manière rapide et efficace explique que les AAV soient d'avantage utilisés lorsque le temps des procédures augmente.

Ainsi, lorsque les vétérinaires et leur personnel sont exposés aux AAV, ils le sont pour des périodes relativement importantes dépassant généralement les 30 minutes.

d) Fréquence de remplissage de la cuve à AAV

Le remplissage de la cuve est une période critique concernant l'exposition aux AAV (Labruyère, 2013 ; Rüegger et Jost, 1998). La moitié du personnel (46,5 % [42,1 % ;

50,9 %]_{IC 95%}) remplissait moins d'une fois par semaine la cuve d'halogéné et seulement 15 % [11,8 % ; 18,2 %]_{IC 95%} la remplissaient une fois par jour.

Ainsi, la grande majorité du personnel est peu souvent exposé à cette période critique, et lorsque la fréquence augmente l'exposition concerne surtout l'ASV.

e) Conclusion sur le taux d'exposition des vétérinaires

Notre étude nous a permis de mettre en évidence que, dans la très grande majorité des structures, l'ensemble du personnel est exposé aux AAV au cours de la semaine. Le vétérinaire qui réalise la chirurgie possède très souvent la double fonction de chirurgien et d'anesthésiste. Il est donc la personne la plus exposée aux AAV. En règle générale, le personnel est soumis aux AAV de manière peu fréquente (moins de cinq fois par semaine) mais avec des expositions par acte potentiellement importantes car sur des périodes dépassant souvent les trente minutes et préférentiellement sur des animaux de moyens et grands gabarits.

Cependant, en temps d'exposition, les vétérinaires sont bien moins exposés que leurs homologues de médecine humaine. En 1987, Barr avançait une durée d'exposition comprise entre 1 h et 20 h par semaine pour les vétérinaires contre plus de 40 h par semaine pour les anesthésistes en médecine humaine. Cette différence s'explique par le fait que la majorité des vétérinaires sont généralistes et que l'anesthésie ne constitue qu'une partie de leur activité. Le faible nombre de vétérinaires spécialisés travaillant en CHV ou itinérants ont certainement une durée d'exposition se rapprochant des anesthésistes exerçant en médecine humaine.

5) Détermination des phases d'exposition aux AAV

a) Exposition lors du remplissage de la cuve d'halogéné

i. Période de remplissage de la cuve

Dans la grande majorité des cas (82,4 % [79 % ; 85,8 %]_{IC 95%}) la cuve était remplie en début de journée ou avant la chirurgie. Et seulement 13,1 % [10,1 % ; 16,1 %]_{IC 95%} des participants la remplissaient en fin de journée. Ceci témoigne d'une méconnaissance des risques liés à la contamination qui peut perdurer pendant plusieurs heures après le remplissage de la cuve. C'est pourquoi il est important de réaliser le remplissage en fin de journée pour permettre une dispersion des gaz polluants lorsque le bloc est inoccupé (Labruyère, 2013 ; Smith, 1993).

ii. Système de remplissage de la cuve

Comme nous l'avons mentionné précédemment, le remplissage de la cuve d'halogéné est une période critique et des pollutions sont fréquentes. Il est donc recommandé d'utiliser des embouts adaptés pour limiter les éclaboussures ou fuites et d'ajouter des systèmes de prévention ou de renouvellement de l'air (Labruyère, 2013).

D'après notre étude, 80,1 % [76,6 % ; 83,6 %]_{IC 95%} des vétérinaires disposaient d'un système adapté pour remplir leur cuve d'halogéné, les autres utilisant encore des appareillages ne pouvant recevoir les embouts spécifiques. Ces appareillages ne sont actuellement plus en vente sur le marché. L'investissement lié à ce type de matériel rend compliqué le changement

des cuves, il est donc indispensable d'informer les vétérinaires afin qu'ils adoptent de bonnes pratiques et de les aider à choisir les meilleurs systèmes de protection.

L'utilisation d'un embout spécifique est le seul moyen efficace pour limiter la pollution en limitant les pertes et éclaboussures génératrices d'une libération non négligeable et continue d'halogéné. Lors d'éclaboussures, il est nécessaire d'essuyer le produit avec de l'eau (si possible savonneuse) afin d'inactiver les halogénés et d'éviter leur diffusion dans l'environnement (Short et Harvey, 1983).

Lorsqu'un système d'embout spécifique est présent, il faut respecter scrupuleusement le protocole du fabricant afin de garantir une protection idéale. En effet, lors de mauvaises manipulations, la pollution augmente considérablement avec une moyenne à 6,5 ppm contre 0,21 ppm lors de respect des règles (Labruyère, 2013).

b) Exposition lors d'induction et de maintien des anesthésies volatiles

i. Utilisation du masque facial et de la cage à induction lors de l'induction

Les trois quarts des vétérinaires (79 % [75,4 % ; 82,6 %]_{IC 95%}) réalisaient l'induction par voie injectable lors d'anesthésie volatile. La moitié des vétérinaires n'utilisaient jamais la cage à induction (48,1 % [43,3 % ; 52,9 %]_{IC 95%}) ou le masque facial (53,3 % [48,5 % ; 58,1 %]_{IC 95%}) pour induire l'anesthésie. La proportion de vétérinaires utilisant souvent (5,6 % [3,4 % ; 7,8 %]_{IC 95%}) ou toujours (0,9 % [0 % ; 1,8 %]_{IC 95%}) le masque facial ou la cage à induction pour induire l'anesthésie était très faible.

L'utilisation du masque facial en médecine vétérinaire lors de l'induction est bien inférieure à l'utilisation du masque facial en médecine pédiatrique qui approche les 60 % (Ritz *et al.*, 2000). Cependant, en médecine humaine, les anesthésistes utilisent quasi-systématiquement un double masque qui aspire les AAV polluants.

L'utilisation du masque facial pour induire l'anesthésie nécessite d'utiliser des concentrations élevées d'AAV avec un système peu hermétique, ce qui augmente notablement la pollution (Short et Harvey, 1983 ; Rüegger et Jost, 1998). De même, l'utilisation de la cage à induction engendre une concentration importante d'halogéné non évacué. À l'ouverture de la boîte, les mouvements d'air engendrent une dispersion d'une forte concentration d'halogénés d'où une pollution importante et un coût élevé. De plus, une partie des halogénés stagne dans la boîte puis diffuse en continu dans l'environnement et cela pendant plusieurs heures (Short et Harvey, 1983). Enfin, l'utilisation de la cage à induction ne permet pas d'avoir un contrôle sécurisé de l'induction.

L'utilisation du masque facial et de la cage lors de l'induction doit donc être limitée au maximum afin de ne pas engendrer une pollution importante du bloc dès le début de l'anesthésie. Comme le montre Labruyère (2013), il est judicieux de sortir la cage à induction du lieu de travail ou de brancher une aspiration pour évacuer efficacement les polluants.

La grande majorité des vétérinaires sont conscients des risques liés à l'utilisation du masque facial et de la cage lors de l'induction et réservent cet usage pour les animaux sur lesquels l'induction par voie injectable est difficile à mettre en œuvre (animal très agressif, NAC) ou pour réaliser des anesthésies dites flash.

ii. Utilisation du masque facial pour le maintien de l'anesthésie

Notre étude a montré que la fréquence d'utilisation du masque facial était inversement corrélée à la taille de l'animal. 94 % [91,9 % ; 96,1 %]_{IC 95%} des chiens étaient intubés après l'induction et 73,7 % [69,8 % ; 77,6 %]_{IC 95%} des chats. À l'inverse, les NAC étaient maintenus sous anesthésie volatile à l'aide d'un masque facial dans 87,3 % [84,4 % ; 90,2 %]_{IC 95%} des cas.

D'après Farges (2012) 69,3 % [65,3 % ; 73,3 %]_{IC 95%} des animaux, toutes espèces confondues, sont intubés par les vétérinaires disposant d'anesthésie volatile et seulement 11,4 % [8,6 % ; 14,2 %]_{IC 95%} ne le sont jamais.

En médecine humaine pédiatrique, 27 % des médecins anesthésistes réanimateurs utilisent le masque facial pour les enfants de moins de 5 ans, 26 % un masque laryngé et seulement 22 % une intubation (Ritz *et al.*, 2000) (intervalles de confiances non disponibles).

Les différentes études montrent une nette augmentation de la pollution aux AAV lors de l'utilisation du masque facial, en particulier lorsque celui-ci ne dispose pas de diaphragme ou qu'il n'est pas parfaitement adapté à la morphologie de l'animal comme c'est régulièrement le cas avec les NAC (Rüegger et Jost, 1998 ; Manley et McDonell, 1980). La fréquence d'utilisation du masque facial en fonction de la taille de l'animal s'explique aisément par la capacité du vétérinaire à intuber l'animal. Le masque facial était jusqu'à il y a peu la seule solution pour les NAC. Récemment, des masques laryngés adaptés au lapin et au chat ont été mis sur le marché. Lorsqu'ils sont correctement placés, ils permettent de ramener le taux de pollution au même niveau que lors d'utilisation d'une sonde trachéale avec ballonnet (Rüegger et Jost, 1998). Cependant, ce système est encore peu présent en raison de son coût et de la nécessité de disposer de tailles différentes adaptées au poids de l'animal ce qui rend l'investissement onéreux pour des structures non spécialisées.

Un quart des vétérinaires de notre étude (22,1 % [18,5 % ; 25,7 %]_{IC 95%}) n'intubait pas systématiquement les chats lors d'anesthésie volatile et 5,2 % [3,3 % ; 7,1 %]_{IC 95%} ne le faisaient pas pour les chiens, ce qui montre que ce geste peut être difficile à réaliser pour certains vétérinaires. L'étude de Farges (2012) montre que pour 5,6 % [3,6 % ; 7,6 %]_{IC 95%} des vétérinaires l'intubation est un problème. Ce chiffre n'est que de 1,9 % [0,5 % ; 3,3 %]_{IC 95%} lorsqu'on n'étudie que les vétérinaires pratiquant l'anesthésie volatile. Il est par conséquent indispensable de poursuivre la formation des vétérinaires pour leur permettre d'acquérir la capacité d'intuber tous les chats et les chiens adultes. La pratique très régulière de cet acte en école devrait permettre d'aider les nouveaux vétérinaires à mieux maîtriser ce geste et diminuer le nombre de chats et chiens maintenus sous anesthésie par un masque facial. En ce qui concerne les NAC, le développement de ce type de clientèle doit pousser les fabricants à mettre en place des alternatives comme le masque laryngé ou les doubles masques afin de réduire les risques d'exposition.

Des masques faciaux artisanaux faciles à fabriquer et peu onéreux permettent également de limiter la pollution en AAV. Il est nécessaire d'adapter le diaphragme et l'espace mort à la morphologie de l'animal (Figure 37) ou de disposer de double masque (Figures 38 et 39) (Balafas *et al.*, 2011 ; Smith et Bolon, 2006).

Figure 37 : Adaptation du diaphragme du masque faciale pour les NAC (Smith et Bolon, 2006)

a) découpe des doigts du gant, b) mise en place du gant sur le masque en appliquant du ruban adhésif, c) petite incision (0,5 à 0,8 cm) au centre juste pour contenir le museau de l'animal, d) application du masque sur le museau

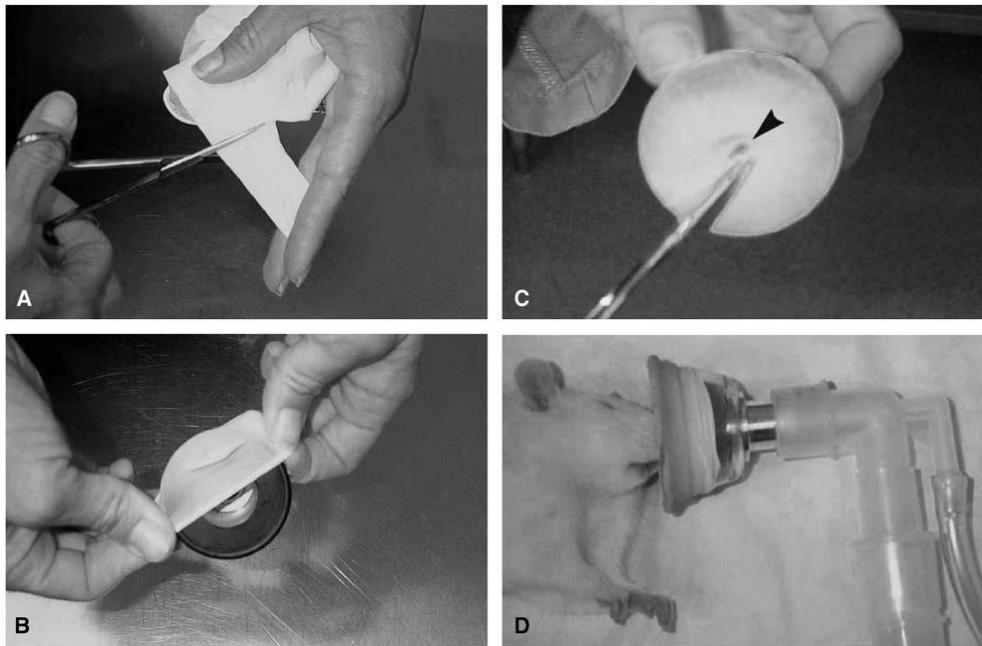


Figure 38 : Schéma du double masque artisanal pour rongeur, d'après Balafas *et al.* (2011).

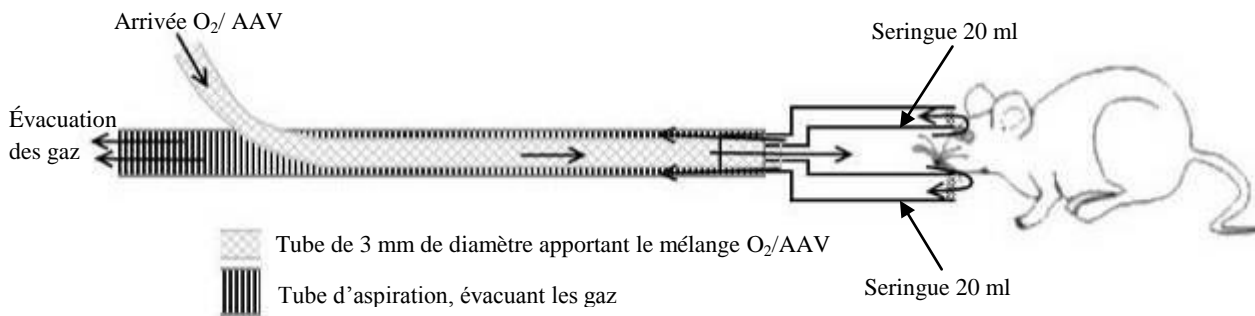
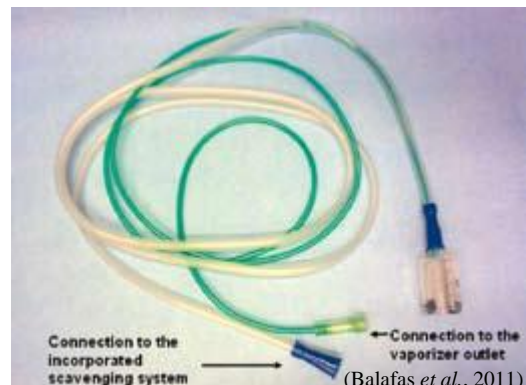
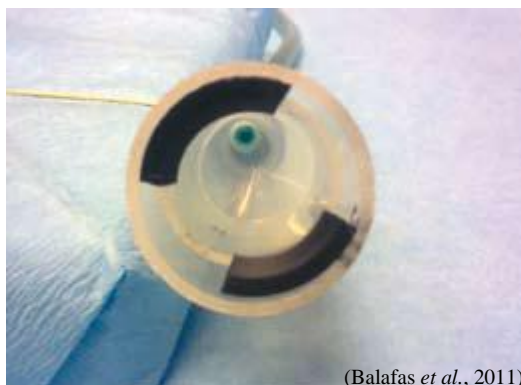


Figure 39 : Double masque artisanal conçu par Balafas *et al.* (2011)

Vue de face du double masque (à gauche) et vue d'ensemble du système de Balafas (à droite)



iii. Transfert d'animaux sous anesthésie gazeuse

Lorsqu'un animal est déconnecté de la machine d'anesthésie volatile, il existe deux sources de pollution. La première vient du circuit et nécessite de mettre le vaporisateur à l'arrêt avant de déconnecter l'animal. La deuxième vient de l'expiration des halogénés par l'animal (Manley et McDonell, 1980). Seules quelques structures (16 % [12,8 % ; 19,2 %]_{IC 95%}) déconnectaient l'animal en cours d'anesthésie et seulement 1 % [0,1 % ; 1,9 %]_{IC 95%} n'arrêtaient pas le vaporisateur d'halogéné. Ces déconnexions ont lieu lors de changement de position de l'animal en cours de chirurgie ou pour la réalisation de radiographies per ou postopératoires. Ainsi, notre étude montre que cette pratique à risque est peu courante chez les vétérinaires et que la quasi-totalité des vétérinaires limite la pollution en fermant l'arrivée des AAV. Ce type de pollution, bien qu'à prendre en considération, est peu exposante si elle est de courte durée ou lors de déplacements de l'animal (Labruyère, 2013). En effet, lors d'une anesthésie la fréquence respiratoire est basse, ainsi lorsque l'animal est déconnecté de la machine d'anesthésie volatile pendant une courte période il expire une à deux fois maximum. De plus lors d'un déplacement, les mouvements d'air permettent de diluer la pollution ce qui diminue l'exposition (Labruyère, 2013).

c) Exposition lors de la fin d'anesthésie

Après l'arrêt du vaporisateur d'halogéné les animaux expirent des AAV pendant plusieurs dizaines de minutes voire d'heures (Short et Harvey, 1983 ; Milligan *et al.*, 1982 ; Labruyère, 2013).

Le volume du circuit réinhalatoire est beaucoup plus important que celui du circuit non réinhalatoire. Les changements de concentration en AAV sont donc plus longs à obtenir en particulier au moment de l'induction et de l'arrêt du vaporisateur (Steffey, 2007). En outre, l'air expiré est recyclé et ré-inspiré, ce qui ne permet pas de diminuer rapidement la concentration en halogéné dans le circuit.

C'est pourquoi, à la fin d'une anesthésie utilisant un circuit réinhalatoire il est conseillé de flusher le circuit après déconnection temporaire de l'animal pour expulser la majorité des résidus d'halogéné et/ou d'augmenter le débit d'oxygène afin de réduire rapidement la concentration en anesthésique (Steffey et Mama, 2007).

Quel que soit le type de circuit, il est recommandé de laisser l'animal sous oxygène pendant dix minutes ou jusqu'au réveil avec un débit relativement élevé. Ceci permet d'accélérer le réveil, de limiter la pollution en AAV et de réduire les risques per et post-anesthésiques.

Les trois quarts des vétérinaires de notre étude (72,3 % [68,4 % ; 76,2 %]_{IC 95%}) respectaient cette recommandation en laissant l'animal sous oxygène. En revanche, seulement 10,9 % [8,2 % ; 13,6 %]_{IC 95%} des vétérinaires flushaient le circuit pour accélérer l'élimination des AAV. 16,9 % [13,6 % ; 20,2 %]_{IC 95%} débranchaient l'animal directement après l'arrêt du vaporisateur, ce qui provoque une pollution relativement importante du bloc ou de la salle de réveil si l'animal y est transféré directement.

d) Conclusion sur les phases d'exposition à risque

Notre étude a montré que plus des trois quarts des vétérinaires adoptent des mesures pour limiter leurs expositions en utilisant les sondes trachéales lorsque cela est possible, en utilisant

des embouts de remplissage pour les cuves d'halogéné et en maintenant les animaux sous oxygène au moins dix minutes après l'arrêt des halogénés. Ces mesures vont dans le bon sens et permettent de limiter l'exposition. Cependant, il convient de promouvoir les masques laryngés et systèmes innovants pour les NAC comme les doubles masques. Il peut également être intéressant de communiquer sur la fabrication de masques artisanaux.

6) Évaluation des moyens de prévention mis en œuvre vis-à-vis des AAV

a) Entretien du matériel d'anesthésie volatile

Les recommandations des experts et la loi indiquent qu'il est nécessaire de faire vérifier le matériel d'anesthésie volatile une fois par an au minimum par un spécialiste et avant chaque journée de chirurgie par un membre du personnel (Gross et Smith, 1993 ; Manley et McDonell, 1980 ; CRAMIF, 1998). Ceci a pour but de vérifier la présence de fuites dans le circuit qui pourraient engendrer des pollutions de l'environnement du bloc opératoire.

Notre étude a montré que la moitié (52,3 % [47,8 % ; 56,8 %]_{IC 95%}) des vétérinaires ne faisait jamais contrôler leur installation par une personne extérieure à la structure et que seulement 4 % [2,3 % ; 5,7%]_{IC 95%} réalisaient un entretien annuel.

Par ailleurs, seulement 27,6 % [23,7 % ; 31,5 %]_{IC 95%} des vétérinaires vérifiaient leur circuit une fois par jour de chirurgie. Presque la moitié (41,8 % [37,4 % ; 46,2 %]_{IC 95%}) des vétérinaires vérifiaient moins d'une fois par mois leurs machines et 19,3 % [15,8 % ; 22,8 %]_{IC 95%} ne faisaient jamais de contrôle. Ceci est à mettre en lien avec l'étude de Rüegger (1998) qui a montré que 40 % [26,1 % ; 53,9 %]_{IC 95%} des installations des blocs de chirurgie humaine en Suisse souffraient de fuite ou de manque d'aspiration.

Notre étude a donc mis en évidence un très faible niveau de contrôle des équipements d'anesthésie volatile. Or, les études montrent que les principales sources de pollution sont liées à des fuites du circuit facilement identifiables et pour lesquelles des modifications simples permettent de résoudre le problème (Labruyère, 2013 ; Short et Harvey 1983 ; CRAMIF, 1998).

La vérification régulière du circuit permet de repérer rapidement et de gérer ces sources de contamination et ainsi de diminuer les risques. Il est donc indispensable que cette tâche simple ne soit pas négligée par le personnel.

b) Équipement de prévention de la pollution du bloc

i. Mesures de prévention lors du remplissage de la cuve d'AAV

Comme nous l'avons montré 19,9 % [16,4 % ; 23,4 %]_{IC 95%} des structures ne disposaient pas d'embout spécifique et constituaient la population la plus à risque au moment du remplissage de la cuve.

Au cours de cette étape, il est nécessaire de renouveler abondamment l'air de la pièce afin d'évacuer les polluants, en aérant la pièce ou en activant un système de renouvellement d'air type VMC. Seulement 34,6 % [30,4 % ; 38,8 %]_{IC 95%} des vétérinaires favorisaient le renouvellement de l'air en ouvrant les fenêtres ou en activant la VMC lors du remplissage de la cuve. Ce moyen simple et non onéreux est sous-employé. De plus, comme nous l'avons vu

précédemment, le remplissage de la cuve est réalisé préférentiellement en début de journée. Ces deux comportements favorisent une stagnation des polluants en quantité non négligeable au moment où le personnel est présent dans le bloc.

ii. Mesures de prévention lors d'anesthésie volatile

La mise en place d'une anesthésie volatile nécessite d'éliminer les rejets d'halogéné. Comme nous l'avons vu précédemment, plusieurs systèmes existent. Le plus ancien consiste à laisser s'évacuer la fraction éliminée dans l'environnement, ce qui engendre une pollution importante, la deuxième est de faire passer la fraction éliminée dans un adsorbent au charbon. Ceci impose de changer régulièrement l'adsorbent (10-15 h d'anesthésie ou augmentation de 50 g) pour éviter la saturation de la cartouche. En outre, certains systèmes sont imparfaits et libèrent des halogénés alors même qu'ils ne sont pas saturés (Smith et Bolon, 2003). Les deux autres systèmes reposent sur une extraction de la fraction éliminée à l'extérieur du bâtiment soit par un système passif (tuyau reliant la machine à l'extérieur), soit par un système actif avec une aspiration.

La moitié des structures (49,3 % [44,9 % ; 53,7 %]_{IC 95%}) utilisaient un système d'adsorption au charbon pour éliminer les rejets d'halogéné et 35,2 % [31 % ; 39,4 %]_{IC 95%} utilisaient une évacuation passive. Généralement, les évacuations passives sont constituées d'un tuyau relié à la sortie de la machine et s'abouchant à l'extérieur de la structure. Très peu de structures (3,1 % [1,6 % ; 4,6 %]_{IC 95%}) utilisaient des systèmes d'évacuations actifs avec par exemple une aspiration par un système à dépression. Ces systèmes sont plus efficaces mais leur faible fréquence d'utilisation s'explique par un investissement onéreux pour la mise en place du système et un coût d'entretien et d'utilisation non négligeable.

En revanche, bien qu'imparfaits, les systèmes passifs constituent un bon compromis. En effet, ils requièrent un faible investissement pour l'installation, nécessitent peu d'entretien, à l'inverse des adsorbents au charbon et permettent une évacuation efficace des polluants en dehors du bloc. La mise en place de ces systèmes d'évacuation passifs doit être encouragée pour les petites et moyennes structures en raison d'un coût bien inférieur et d'une sécurité plus importante que les adsorbents de charbon. Ces derniers devraient être utilisés pour les unités d'anesthésie volatile mobiles ou lorsqu'une évacuation vers l'extérieur est matériellement impossible.

Notre étude a montré que seulement 38,3 % [34 % ; 42,6 %]_{IC 95%} des structures disposaient d'un système de captage (passif ou actif) efficace. Cette proportion est légèrement plus élevée que les 27 % [22,9 % ; 31,1 %]_{IC 95%} observés par Wiggins et Schenker (1989) chez les vétérinaires de Californie, et similaire aux 42 % [15,6 % ; 68,4 %]_{IC 95%} de systèmes passifs et 7 % [0 % ; 20,6 %]_{IC 95%} de systèmes actifs observés par Gardner *et al.* (1991) chez les vétérinaires de Grande Bretagne. D'après l'étude de Rüegger et Jost (1998) dans les établissements de santé publique suisses, 73 % des blocs disposent de systèmes d'aspiration des gaz alors que ce chiffre n'était que de 18 % en 1977 et de 59 % en 1984. Cette amélioration de l'équipement fait suite à des campagnes de préventions et à des évolutions réglementaires.

Lors de l'utilisation d'AAV, il existe toujours de petites fuites résiduelles même lorsque toutes les recommandations de bonnes pratiques sont respectées. Il est donc indispensable de disposer de systèmes pour limiter cette pollution. En outre, comme nous l'avons vu précédemment, peu de personnes appliquent l'ensemble de ces recommandations, ce qui engendre des pollutions aux AAV.

D'après notre étude, la quasi-totalité des structures mettaient en place des systèmes de renouvellement de l'air pour tenter de diminuer la charge en halogéné polluant. 61,1 % [56,8 % ; 65,4 %]_{IC 95%} des structures disposaient de VMC et 52,2 % [47,8 % ; 56,6 %]_{IC 95%} d'aération naturelle. Par souci de simplification du questionnaire, nous n'avons pas approfondi la description de ces installations. La loi régit la mise en place de systèmes de renouvellement d'air dans les blocs opératoires et les recommandations internationales conseillent un renouvellement à hauteur de 15 m³/h. Il pourrait être intéressant de réaliser des études afin de vérifier l'efficacité de ces systèmes. En effet, les halogénés sont des gaz relativement lourds et en cas de VMC haute, l'évacuation est peu efficace. De même, l'aération dite naturelle ne permet pas toujours un bon renouvellement de l'air, mais parfois seulement une dispersion des polluants qui contaminent l'ensemble de la pièce.

En 1989, seulement 23 % des blocs chirurgicaux du Canada disposaient d'une VMC répondant aux normes de renouvellement d'air (Rajhans *et al.*, 1989), alors que ce chiffre atteint 56 % en 1998 en Suisse (Rüegger et Jost, 1998). Il semble que les vétérinaires français soient globalement aussi bien équipés en ventilation que les blocs de chirurgie humaine. Il est à noter que les blocs de chirurgie vétérinaire sont généralement plus petits que les blocs de chirurgie humaine, ce qui limite la dilution des polluants et engendre une pollution certainement plus importante (Barr, 1987 ; Wagne *et al.*, 1981).

Il est donc indispensable de conseiller l'installation d'une VMC efficace avec un débit adapté à la pièce. La prise en compte de l'ensemble des paramètres (types de contaminants, taille de la pièce, respect de la stérilité du bloc et du champ opératoire, confort du personnel, etc.) nécessite des connaissances et compétences qui impliquent de faire appel à des spécialistes pour optimiser au mieux cette installation.

Comme nous l'avons expliqué précédemment, de nombreuses fuites ont lieu au niveau de la gueule de l'animal : ceci en raison de sondes trachéales mal adaptées, de ballonnets insuffisamment gonflés, d'utilisations de masques faciaux, de fuites au niveau des branchements, du détecteur d'apnée, du capnographe etc.

Au cours de notre enquête, une installation ingénieuse qui permet de limiter efficacement et à faible coût cette pollution a attiré notre attention. Une structure vétérinaire a mis en place un système d'aspiration constitué d'un tuyau souple de 10 cm de diamètre raccordé à une aspiration (type VMC d'appoint) d'un côté et à un tuyau souple de l'autre. Ce tuyau est positionné lors de chaque anesthésie volatile à proximité de la gueule de l'animal ce qui permet d'évacuer les polluants liés à ces fuites (figure 40). Depuis l'installation de ce système les vétérinaires de la structure ne décrivent plus de signes d'exposition aux halogénés (maux de tête, fatigues, ...).

Figure 40 : Présentation du système d'aspiration au niveau de l'animal



7) Évaluation du ressenti de l'exposition aux AAV et conscience des risques par les vétérinaires

a) Présence de symptômes en lien avec l'exposition aux AAV

Dans la littérature, de très nombreux symptômes ont été décrits sans qu'un lien de causalité ne soit parfaitement établi avec l'exposition chronique aux halogénés. Dans notre étude, nous avons souhaité savoir si certains vétérinaires ressentait des effets de l'utilisation des halogénés. 83,8 % [80,6 % ; 87 %]_{IC 95%} des vétérinaires disaient ne pas ressentir d'effets après l'utilisation d'AAV. Le principal effet ressenti était la présence de maux de tête et d'un état de fatigue. Comme le signalaient un certain nombre de vétérinaires dans leurs remarques, les maux de tête et la fatigue sont des symptômes courants dans la profession vétérinaire, en lien avec le stress, la concentration etc. Il est donc très délicat d'objectiver la part des AAV dans ces symptômes. Cependant, certains vétérinaires notaient que lors de l'utilisation du masque facial d'anesthésie, ou lors de fuite de leur installation (défaut de branchement, ballonnet mal gonflé, ...) les symptômes étaient accrus. Ces résultats mettent en évidence que l'exposition aux AAV au cours d'une chirurgie peut provoquer des troubles sur le personnel. Notre étude ne montrait pas de variation de la prévalence en fonction du sexe ou de l'âge.

72,9 % [63,2 % ; 82,6 %]_{IC 95%} des vétérinaires indiquant avoir des effets secondaires suite à l'exposition aux AAV ne signalaient qu'un seul type d'effet. Ces éléments semblent indiquer que certaines personnes ont une sensibilité plus importante aux AAV et que les signes d'appel diffèrent selon la personne.

Il pourrait être souhaitable que les différents intervenants des blocs cherchent à comparer les symptômes qu'ils développent lors d'une anesthésie fixe et lors d'une anesthésie volatile afin de mettre en évidence de probables symptômes les alertant sur leur sensibilité aux AAV.

b) Prise de conscience des risques liés aux AAV

Dans notre étude, les trois quarts des vétérinaires (74,8 % [71 % ; 78,6 %]_{IC 95%}) avaient le sentiment d'être exposés et 62,7 % [58,5 % ; 66,9 %]_{IC 95%} souhaitaient recevoir des conseils pour diminuer les risques.

La profession vétérinaire est actuellement consciente des risques potentiels, mais se dit très peu informée. De nombreux témoignages nous indiquent qu'un certain nombre de structures n'exposent pas les femmes enceintes aux AAV. De nombreux auteurs préconisent, en l'absence d'éléments clairs, d'appliquer le principe de précaution pour les personnes à risque dont les femmes enceintes (CRAMIF, 1998 ; Rüegger et Jost, 1998), en particulier lors du premier trimestre de la grossesse (Manley et McDonell, 1980).

Le manque d'informations est particulièrement mis en avant chez les femmes qui se posent la question de l'impact de l'exposition chronique, avant et pendant la grossesse, pour leur enfant. Notre étude a montré que les femmes étaient plus inquiètes quant à leur exposition ($p=0,003$) mais qu'il n'existait pas de différence entre les hommes et les femmes sur le désir de recevoir des conseils et de l'information au sujet de l'exposition aux AAV ($p=0,063$). L'absence de différence significative entre les hommes et les femmes quant à la volonté de disposer de plus d'informations au sujet des AAV peut s'expliquer par le fait que les hommes se préoccupent de la santé de leurs collaboratrices ou de l'impact des AAV sur leur femme. Ou encore par le fait que les femmes pensent qu'un supplément d'informations ne diminuera pas leurs craintes vis-à-vis de l'exposition aux AAV. L'inquiétude plus importante chez les femmes s'explique par les craintes et le manque d'informations concernant l'impact de l'exposition aux AAV au cours de la grossesse. Il ne semble pas y avoir de différence de volonté d'être informé entre les classes d'âge ($p=0,51$) mais cependant la prise de conscience est plus importante chez les moins de 45 ans. Les moins de 45 ans ont tous reçu une formation universitaire sur l'utilisation des AAV et ont donc été davantage sensibilisés aux risques liés à l'exposition aux AAV.

Cette partie de notre étude a montré l'existence d'une lacune importante dans l'information des vétérinaires à ce sujet au sein des écoles, dans les congrès, ou de la part des fabricants ou fournisseurs. Les seuls documents actuellement disponibles datent de 1998 et sont à l'usage des anesthésistes des établissements de santé publique. De plus, ils ne sont pas aisément accessibles au public vétérinaire.

8) Perspectives, principaux points de prévention et communication à destination des vétérinaires canins et NAC

Notre étude a montré que la majorité des vétérinaires sont conscients de leur exposition aux AAV. La plupart respecte les consignes de base en matière de prévention des risques, comme l'utilisation d'embout spécifique pour le remplissage de la cuve d'halogéné, l'aération de la pièce, l'évacuation des AAV polluants ou encore l'intubation de l'animal dès que cela est techniquement possible.

Cependant, il reste encore des efforts à fournir pour diminuer l'exposition aux AAV qui concerne la quasi-totalité des ASV et vétérinaires. Il est nécessaire de rappeler les gestes de

prévention et d'améliorer les infrastructures lors de la mise en place de machines d'anesthésie volatile.

Farges (2012) indique que 65,3 % [61,2 % ; 69,4 %]_{IC 95%} des vétérinaires sont intéressés par des formations post universitaire sur l'anesthésie. De même, nous avons montré que trois quarts des vétérinaires ont fait part de leur intérêt pour l'édition de recommandations à destination de la profession afin de les sensibiliser et les orienter dans leurs démarches de prévention. Ce type de document pourrait en outre être une aide à la conception du document unique que chaque structure doit créer. Ce document liste les risques professionnels, leur évaluation et établit les moyens de prévention ainsi que les procédures en cas d'anomalie.

Actuellement, à notre connaissance, il n'existe aucun document facilement accessible portant sur la gestion des risques liés aux AAV à l'usage des vétérinaires. Certains laboratoires vétérinaires tentent de communiquer sur quelques points comme la vérification des fuites en autocontrôle ou le contrôle externe de la machine d'anesthésie. Cependant, il n'existe pas de document reprenant l'ensemble des recommandations.

CONCLUSION

L'anesthésie volatile en médecine vétérinaire des carnivores domestiques et des nouveaux animaux de compagnie est régulièrement pratiquée, que ce soit pour la chirurgie, la contention ou les examens complémentaires. Le personnel des structures vétérinaires est soumis à une exposition chronique aux halogénés. La législation impose le respect d'un certain nombre de normes en la matière : ventilation, seuil etc. L'objectif de cette étude était d'évaluer la fréquence et le degré d'exposition des personnels des cliniques vétérinaires et d'établir les principaux manquements chez les vétérinaires utilisant les agents anesthésiques volatils sur les carnivores domestiques et les NAC. Notre étude a recueilli les réponses de 520 vétérinaires.

Globalement, les vétérinaires et leurs salariés sont peu souvent exposés aux AAV mais le sont généralement lors d'anesthésies d'animaux de plus de 5 kilogrammes et pendant de longues périodes ou lors de l'utilisation du masque facial.

La majeure partie des vétérinaires tente d'appliquer les règles essentielles pour limiter leur exposition comme l'intubation, le renouvellement de l'air et l'évacuation des agents anesthésiques volatils polluants. Cependant, une part non négligeable des vétérinaires a des pratiques à risques telles que l'utilisation du masque facial, le remplissage de la cuve sans protection ou en début de journée. En outre, dans certains cas, les vétérinaires pensent être protégés, comme lors de l'utilisation de masques de chirurgie ou d'adsorbants de charbon, alors qu'ils ne le sont pas.

Il est à noter que les trois quarts des sondés souhaitent recevoir de l'information sur ce sujet et que de nombreux vétérinaires ont fait part de leur désir de plus de communication et conseils en la matière.

Cette étude constitue donc, avec celle des Dr Labruyère (2013) et Farges (2012), un point de départ pour accompagner les vétérinaires dans leur pratique de l'anesthésie volatile et les aider à limiter leur exposition.

BIBLIOGRAPHIE

Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail et Agence nationale du médicament vétérinaire (ANSES-ANMV). [en ligne] (Mise à jour 06/2014). In : *Index des Médicaments vétérinaires autorisés en France*. [<http://www.ircp.anmv.anses.fr>] (Consulté le 24/06/14).

ANCELLE T., (2008). *Statistique épidémiologie*. 2^{ème} éd. Maloine. 300 p.

BALAFAS E., PAPASTEFANOU A., *et al.*, (2011). A Low Cost Face Mask for Inhalation Anaesthesia in Rats. *Scand. J. Lab. Anim. Sci.* **48**, 111-115.

BADEN JM., KUNDOMAL YR., (1987). Mutagenicity of the combination of a volatile anaesthetic and nitrous oxide. *Br J Anaesth*, **59**, 772-775.

BAEDER C., ALBRECHT M., (1990). Embryotoxic/teratogenic potential of halothane. *Int Arch Occup Environ Health*, **62**, 263-271.

BARR FM., (1987). Waste anesthetic gas exposure in veterinary surgeries: a need for scavenging systems. *N. Z. Vet. J.*, **35**, 68-71.

BALLIN C., (2006). Le grand bloc de chirurgie de l'ENVT est fermé pour principe de précaution. *Sem. Vét.* n°1245, 20-21.

BEST J., MCGRATH C., (1977). Trace Anesthetic gases : an overview. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, **171**, 1268-1269.

BOIVIN JS., (1997), Risk of spontaneous abortion in women occupationally exposed to anaesthetic gases: a meta-analysis. *Occup. Environ. Med.* **54**, 541-548.

CAMPBELL P., (1987). Constructing a scavenging system for waste anesthetic gases. *Mod. Vet. Pract.*, **68**, 490-492.

CASALA T., CACIARI T., *et al.*, (2014). Anesthetic gases and occupationally exposed workers. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*; **37**, 267-274.

COHEN EN., GIFT HC., *et al.*, (1980). Occupational disease in dentistry and chronic exposure to trace anesthetic gases. *J. Am. Dent. Assoc.* **101**, 21-31.

CRAMIF Groupe pluridisciplinaire "Anesthésie et qualité de l'air" pour la Caisse Régionale d'Assurance Maladie d'Ile de France (CRAMIF) (1998). Guide pour prévenir les expositions professionnelles aux gaz et vapeurs anesthésiques. 3e édition, 64p.

FARGES C., (2012). Etude sur la pratique et les moyens mis en œuvre pour l'anesthésie des chiens – résultats d'une enquête en ligne auprès des vétérinaires praticiens français. Thèse Méd. Vét., Lyon, n°102 205p.

FRIEMBICHLER S., COPPENS P., *et al.*, (2011). A scavenging double mask to reduce workplace contamination during mask induction of inhalation anesthesia in dogs. *Acta Vet. Scand*, **53**, 1-5.

GARDNER R.J., HAMPTON J., CAUSTON J.S., (1991). Inhalation anaesthetics. Exposure and control during veterinary surgery. *Ann. Occup. Hyg.*, **35**, 377-388.

GROSS ME., BRANSON KR., (1993). Reducing exposure to waste anesthetic gas. *Vet. Tech.*, **14**, 175-177.

GROSS ME., SMITH J., (1993). Waste anesthetic gas : What veterinarians should know? *Vet. Med.*, **88**, 331-341.

IMBRIANI M., GHITTORI S., *et al.*, (1988). Evaluation of exposure to isoflurane (forane): Environmental and biological measurements in operating room personnel. *J. Toxicol. Environ. Health*. **25**, 393-402.

JAYAKARAN F., THOMAS IM., (2005). Sister-chromatid exchanges in anesthetists. *Indian J Occup Environ Med*, **9**, 86-89.

KORN M., GEISEL B., (1991). Die Narkosegasbelastung in Operationszellen und Möglichkeiten für das Umgehungs- und Biomonitoring. *Arbeitsmed Sozialmed Preventivmed*, **26**, 312-321.

LABRUYERE M., (2013). Etude de l'exposition professionnelle à l'isoflurane dans la pratique de l'anesthésie vétérinaire à l'école nationale vétérinaire d'Alfort. Thèse Méd. Vét., Alfort, n°87, 115p.

LAUWERYS R., (1990). *Toxicologie professionnelle, N₂O et gaz halogénés*. 3^{ème} ed., Masson, **397**, 438-441.

LÉGIFRANCE. *Le service public de la diffusion du droit*. [En ligne]. (Mise à jour : 24/06/14). [<http://www.legifrance.gouv.fr/>] (Consulté le 24/06/14).

MANLEY SV., MCDONELL WN., (1980). Recommendation for reduction of Anesthetic gas pollution. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, **178**, 519-524.

MAZZE RI., (1985). Fertility, reproduction and postnatal survival in mice chronically exposed to isoflurane. *Anesthesiology*, **63**, 663-667.

- MCGREGOR RF., JONES RS., (1998). General anesthesia of small animals. *Curr Anaesth and Crit Care.*, **9**, 130-133.
- MERKEL G., EGER EI., (1963). A comparative study oh halothane and halopropane anesthesia including method for determining equipotency. *Anesthesiology*, **24**, 346-357.
- MILLIGAN JG., SABLON JL., SHORT CE., (1982). Waste anesthetic gas concentration in a veterinary recovery room. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, **181**, 1540-1541.
- PLUMMER JL., HALL PM., *et al.*, (1986). Effects of chronic inhalation of halothane, enflurane or isoflurane in rats. *Br J Anaest*, **58**, 512-523.
- RAJHANS GS., BROWN DA., *et al.*, (1989). Hygiene aspects of occupational exposure to waste anaesthetic gases in Ontario hospitals. *Ann. Occup. Hyg.* , **33**: 27-45.
- Réseau sentinelles (Biostat TGV). [en ligne]. (Mise à jour le 25/04/2014). [\]http://biostatgv.sentiweb.fr\]](http://biostatgv.sentiweb.fr) (Consulté le 29/072014).
- RIEL D., (1988). Health hazards encountered in the work environment. How to minimize exposure ? *Calif. Vet.*, **42**, 21-22.
- RITZ O., LAFFON M., *et al.*, (2000). Enquête sur la pratique de l'anesthésie pédiatrique en France auprès de 1 526 anesthésistes-réanimateurs. *Ann. Fr. Anesth. Réanim.*, **19**, 348-355.
- ROBERT BA., (1992). A method for reducing exposure of operating room personnel ton anesthetic gas. *J. Assoc. Avian Vet.*, **6**, 99-101.
- RÜEGGER M., JOST M., (1998). Conditions de travail lors d'exposition aux gaz anesthésiques. Suva, Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents.
- SCHNEIDER H., (1986) Psychodiagnostische Untersuchungsergebnisse nach chronischer Halothan Exposition – Ein Erfahrungsbericht. *Z gesamte Hyg*, **32**, 104-106.
- SHIRAISHI Y., IKEDA K., (1990). Uptake and biotransformation of sevoflurane in Humans: a comparative study with halothane, enflurane, and isoflurane. *J. Clin. Anesth.*, **2**, 381-386.
- SHORT CE., HARVEY RC., (1983). Anesthetic waste gases in veterinary medicine: Analysis of the problem and suggested guidelines for reducing personnel exposures. *Cornell. Vet.*, **73**, 363-374.
- SMITH JA., (1993). Anesthetic pollution and waste anesthetic gas scavenging. *Semin Vet Med Surg (Small Anim)*, **8**, 90-103.

SMITH JC., BOLON B., (2003). Comparison of three commercially available activated charcoal canisters for passive scavenging of waste isoflurane during conventional rodent anesthesia. *Am. Assoc Lab. Anim. Sc.*, **42**, 10-15.

SMITH JC., BOLON B., (2006). Isoflurane leakage from non-rebreathing rodent anaesthesia circuits: comparison of emissions from conventional and modified ports. *Lab. Anim.*, **40**, 200-209.

STEFFEY EP., MAMA KR., (2007). Inhalation Anesthetics. In : *Tranquili W., Thurmon J., Grimm K., (editors). Lumb and Jones', Veterinary Anaesthesia and Analgesia.* 4th ed., Blackwell Publishing, 355-394.

THURMON JC., SHORT CE., (2007). History and overview of veterinary anaesthesia. In : *Tranquili W., Thurmon J., Grimm K., (editors). Lumb and Jones', Veterinary Anaesthesia and Analgesia.* 4th ed., Blackwell Publishing, 3-6.

VANDAELE E. (2011). Avec l'Isoflurane, Axience propose le choix avec le sévoflurane. *Point vét.*, n°1465, 24.

VAISMAN AI., (1967). Working conditions in surgery and their effect on the health of anesthesiologists. *Khir. Anesteziol.*, **3**, 44-49.

WAGNE EW., DARELL LR., *et al.*, (1981). Waste anesthetic gas exposures to veterinarians and animal technicians. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, **178**, 399-402.

WHALEY D., WONG L., GUIRGUIS S., (1989). Hygiene aspects of occupational exposure to waste anaesthetic gases in Ontario hospitals. *Ann. Occup. Hyg.*, **36**, 27-45.

WIGGINS P., SCHENKER MB., *et al* (1989). Prevalence of hazardous exposures in veterinary practice. *Am. J. Ind. Med.*, **16**, 55-66.

ZILBERSTEIN L., (2012). *Le maintien en anesthésie.* Polycopié ; École Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogie de pathologie chirurgicale.

Annexe : Questionnaire sur l'exposition des vétérinaires aux AAV, diffusé en ligne

Etude de l'exposition professionnelle aux agents d'anesthésie volatils dans la pratique libérale de l'anesthésie des petits animaux en France.

Par "anesthésie gazeuse", on entend anesthésie à partir d'agents d'anesthésie volatils de type halothane, isoflurane, sévoflurane, etc.
Dans cette étude on s'intéresse aux "anesthésies gazeuses" soit en vue d'une chirurgie, soit en vue d'une contention d'animaux délicats (chat récalcitrant à un examen clinique ou à la pose d'un cathéter par exemple).

Nombre d'anesthésies et de personnes les réalisant

1) Nombre de personnes pouvant participer à plus de deux "anesthésies gazeuses" par semaine

	1	2	3	4	> 5
Docteur vétérinaire	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Auxiliaire Spécialisé Vétérinaire	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2) Qui connecte l'animal à la machine, règle le niveau de "gaz anesthésique", le flux d'oxygène, et surveille l'anesthésie?

Un choix par ligne (horizontale)

	Toujours (>95%)	Souvent (>50%)	Parfois (<50%)	Jamais (<5%)
Le vétérinaire qui réalise la chirurgie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Un autre vétérinaire	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Un(e) ASV	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3) Combien « d'anesthésies gazeuses » réalisez-vous par semaine en moyenne?

- < 5 par semaine
- 6 à 10 par semaine
- 11 à 20 par semaine
- > 21 par semaine

4) Combien « d'anesthésies gazeuses » réalisez-vous par jour au maximum?

- < 2 par jour
- 3 à 5 par jour
- > 5 par jour

5) Nombre "d'anesthésies gazeuses" effectuées par semaine en moyenne (en fonction de l'espèce)

Une réponse par ligne (horizontale)

	N'en réalise pas pour cette espèce	< 2 par semaine	3 à 5 par semaine	6 à 10 par semaine	> 10 par semaine
Pour les NAC	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pour les chats	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pour les chiens	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6) Pour les espèces suivantes, quand utilisez-vous une "anesthésie gazeuse" ?

Une réponse par ligne (horizontale)

	Toujours (>95%)	Souvent (>50%)	Parfois (<50%)	Jamais (anesthésie injectable uniquement ou <5%)	Jamais je ne réalise pas ce type d'anesthésie
Pour les NAC	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pour les chats	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pour les chiens	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7) Dans quel cadre utilisez-vous une anesthésie gazeuse ?

Une réponse par ligne (horizontale)

	Toujours (>95%)	Souvent (>50%)	Parfois (<50%)	Jamais (anesthésie injectable uniquement ou <5%)	Jamais je ne réalise pas ce type d'anesthésie
Pour des procédures courtes (< 30 min : convenance, petites plaies, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pour des procédures de durées moyennes (30 min à 2h : tumeurs mammaires, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pour des procédures longues (> 2h : osseuses, reconstruction, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Réalisation de "l'anesthésie gazeuse"

8) Quel produit utilisez-vous pour votre "anesthésie gazeuse" ?

- Halothane
- Isoflurane
- Sevoflurane
- Protoxyde d'azote (ou mélange type Kalinox)
- Autre :

9) Lors "d'anesthésies gazeuses", l'induction est-elle faite par

	Toujours (>95%)	Souvent (>50%)	Parfois (<50%)	Jamais (<5%)
Injection de molécules anesthésiques par voie IV ou IM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Administration du mélange gazeux directement au masque	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Administration du mélange gazeux dans une cage à induction (type plexiglas transparent)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9 bis) Si vous le souhaitez, vous pouvez préciser dans quel cadre vous induisez directement au masque ou à la cage à induction.

10) En règle générale comment entretenez-vous votre "anesthésie gazeuse" ?

Un choix par ligne (horizontale)

	Au masque (dans plus de 70% des cas)	Via une sonde trachéale (dans plus de 70% des cas)	Environ moitié au masque moitié à la sonde	Je ne réalise pas d'anesthésie pour cette espèce
Pour les NAC	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pour les chats	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pour les chiens < 5 kg	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pour les chiens > 5 kg	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10 bis) Si vous le souhaitez, vous pouvez préciser dans quel cadre vous utilisez le masque ou la sonde.

Technicité et matériel

11) Lors du remplissage du vaporisateur utilisez-vous :

Plusieurs choix possibles

- un masque absorbant (type charbon actif)
- un masque de type "chirurgical"
- vous ouvrez les fenêtres de la pièce (si présentes)
- une ventilation dynamique (type VMC) supplémentaire
- des gants
- un embout spécifique permettant de relier le vaporisateur directement au flacon
- vous versez directement le contenu du flacon dans le vaporisateur sans embout spécifique
- Autre :

12) Qui réalise le remplissage du vaporisateur de la machine anesthésique?

- Docteur vétérinaire
- ASV

13) A quel moment réalisez-vous le remplissage du vaporisateur de la machine anesthésique ?

- En début de journée ou avant la chirurgie
- En cours de chirurgie
- A la fin de la journée

14) A quelle fréquence remplissez-vous le vaporisateur de la machine anesthésique ?

- Une fois par jour de chirurgie
- Une fois par semaine
- Une fois par mois
- Plus d'une fois par mois

15) Votre structure est-elle équipée de :

Plusieurs choix possible

- une VMC d'ambiance
- aération naturelle (fenêtres ouvertes)
- une évacuation passive des gaz anesthésiques (appareil relié avec l'extérieur, dans le système de ventilation, ...)
- une évacuation active des gaz anesthésiques (appareil relié à une pompe à vide, à une hôte aspirante, ...)
- filtre adsorbant à charbon
- Autre :

16) Faites-vous vérifier votre machine "d'anesthésie gazeuse" par un spécialiste :

- au moins une fois par an
- tous les deux ans
- moins d'une fois tous les deux ans
- jamais

17) Contrôlez-vous, vous même, votre machine "d'anesthésie gazeuse" (test d'étanchéité, connexion des tuyaux ...) :

- Avant chaque journée de chirurgie
- une fois par semaine
- une fois par mois
- moins d'une fois par mois
- jamais

18) Une fois votre "anesthésie gazeuse" démarrée, l'animal doit-il être transféré dans une autre pièce en le déconnectant de la machine?

- non
- oui en éteignant l'arrivée de "gaz anesthésique"
- oui sans éteindre l'arrivée de "gaz anesthésique"

19) A la fin de l'anesthésie

- vous laissez l'animal connecté à machine d'anesthésie à l'oxygène pur pendant 10 minutes ou jusqu'au réveil
- vous "flushez" ou "rincez" le circuit d'anesthésie et vous débranchez l'animal par la suite
- vous débranchez directement l'animal

Le personnel

20) A la fin d'une journée durant laquelle vous avez réalisé des "anesthésies gazeuses" vous arrive-t-il d'avoir

Plusieurs choix possibles

- des maux de tête
- un état de fatigue
- des pertes de vigilance, de concentration
- des pertes d'équilibre
- des nausées
- Non je n'ai aucun signe particulier
- Autre :

21) Dans votre activité, pensez-vous être exposé aux gaz anesthésiques?

- Oui
- Non

22) Souhaiteriez-vous recevoir une aide ou des conseils pour optimiser votre installation?

- Oui
- Non

Mieux vous connaître

23) Type de structure :

- Cabinet
- Clinique
- Centre Hospitalier
- Itinérant
- Rétéré en chirurgie
- Autre :

24) Nom de votre structure

Cette information facultative nous permet uniquement de voir si plusieurs personnes d'une même structure ont répondu.

25) Ecole fréquentée

- ENVA
- ENVN (ONIRIS)
- ENVL (VetAgroSup)
- ENVT
- Liège
- Autre :

26) Sexe

- Homme
- Femme

27) Age

- < 30 ans
- 30 - 45 ans
- 45 - 65 ans
- > 65 ans

28) Adresse mail

Cette information facultative nous permet uniquement de vous contacter au cas où nous aurions besoin d'avoir un complément d'information.

29) Numéro d'ordre

Cette information facultative nous permet uniquement de vous contacter au cas où nous aurions besoin d'avoir un complément d'information.

30) Merci pour votre participation. Si vous souhaitez compléter ce questionnaire par des remarques, expériences ou autre, ce paragraphe est à votre disposition.

Etude de l'exposition professionnelle aux agents d'anesthésie volatils dans la pratique libérale de l'anesthésie des petits animaux en France.

Votre réponse a été enregistrée.
Merci pour le temps que vous avez accordé à cette enquête.

Confraternellement
Pierre Nadal (ENVA, promotion 2014)
pnadal.enva@gmail.com

[Envoyer une autre réponse](#)

ÉTUDE DE L'EXPOSITION PROFESSIONNELLE AUX AGENTS ANESTHÉSIIQUES VOLATILS DANS LA PRATIQUE LIBÉRALE DE L'ANESTHÉSIE DES PETITS ANIMAUX EN FRANCE

NADAL Pierre, Jacques, Joseph

Résumé

Les agents anesthésiques volatils ont connu un engouement particulier ces 20 dernières années en médecine vétérinaire. La littérature rapporte de possibles effets sur le personnel exposé de façon chronique aux halogénés. Cependant, peu de données existent quant à l'utilisation de ces agents par les vétérinaires et aucune étude n'a été réalisée en France. L'objectif de cette étude était de faire une synthèse des connaissances actuelles sur l'exposition des vétérinaires aux agents anesthésiques volatils et d'évaluer l'exposition et les pratiques des vétérinaires français lors de l'utilisation d'anesthésiques volatils sur des petits animaux.

Un questionnaire de trente questions a été envoyé à 3 784 vétérinaires exerçant la médecine et la chirurgie des petits animaux (carnivores domestiques et nouveaux animaux de compagnie). Nous avons obtenu un taux de réponse de 18,6 % (520 réponses).

L'isoflurane était utilisé par 95,9 % des personnes interrogées. La moitié des structures (50,3 %) réalisaient moins de deux anesthésies par jour et 42,5 % moins de cinq par semaine. Les halogénés étaient systématiquement utilisés lors de procédures de courte durée dans 65,9 % des cas, et dans 87,3 % des cas lors de procédures de longue durée.

Le maintien de l'anesthésie se faisait à l'aide d'un masque facial dans 26,3 % des cas pour le chat et 87,3 % des cas pour les nouveaux animaux de compagnie. A la fin de la chirurgie, 72,3 % des vétérinaires laissaient l'animal plusieurs minutes sous oxygène.

L'entretien des machines d'anesthésies volatiles était réalisé une fois par jour par le vétérinaire dans 27,6 % des cas et une fois par an par un spécialiste dans 4 % des cas.

Seulement 34,6 % des vétérinaires favorisaient le renouvellement de l'air ambiant lors du remplissage de la cuve d'halogéné et 35,2 % utilisaient une évacuation passive lors de l'utilisation de leur machine.

Parmi les vétérinaires sondés, 74,8 % avaient le sentiment d'être exposés et 62,7 % souhaitaient davantage de conseils pour diminuer leurs expositions aux halogénés.

Cette étude a montré une exposition régulière aux agents anesthésiques volatils et en particulier l'isoflurane. Cette exposition a surtout lieu lors de chirurgie de durée supérieure à trente minutes.

Notre étude a montré d'importants manquements dans l'entretien et la surveillance des machines d'anesthésies ainsi que dans le renouvellement de l'air et l'extraction des agents anesthésiques volatils en dehors du bloc opératoire.

Cependant, les vétérinaires semblent conscients de leur exposition et adoptent déjà des mesures de prévention comme le recours limité au masque facial en privilégiant l'intubation de l'animal ou en déconnectant les animaux le plus tardivement possible après arrêt du vaporisateur.

Ainsi, il apparaît nécessaire de poursuivre la formation des vétérinaires et la mise en place de mesures de prévention quant à l'exposition aux agents anesthésiques volatils.

Mots clés : ANESTHÉSIE, VÉTÉRINAIRE, ISOFLURANE, EXPOSITION, RISQUE PROFESSIONNEL, POLLUTION, ENQUÊTE

Jury :

Président : Pr.

Directeur : Dr. L. Zilberstein

Assesseur : Dr. A. Praud

STUDY ABOUT PROFESSIONAL EXPOSITION TO ANESTHETIC GASES FOR THE ANESTHESIA OF SMALL ANIMALS IN FRANCE.

NADAL Pierre, Jacques, Joseph

Abstract

The use of anesthetic gases has increased in the last twenty years in the practice of veterinary medicine. Some studies found some possible effects of halogen gases on people who are frequently exposed to them. Nevertheless very few data exists on the use of these agents and no study has been conducted in France yet. The aim of this study is firstly to update our knowledge on the exposure of veterinarians to anesthetic gases; secondly to evaluate the exposure of small animal veterinarians, in France, to anesthetic gases, and their use of them.

A questionnaire of thirty questions was sent to 3 784 small animal veterinarians. We obtained an answer rate of 18.6% (520 answers).

95.9% of the survey participants used isoflurane. Half of the structures (50.3%) made less than two anesthetics a day and 42.5% less than five a week. Gaseous anesthetics were systematically used in 65.9% of short-duration surgeries. They were also used in 87.3% of long-duration surgeries.

The anesthesia was maintained using a facial mask in 26.3% of the cases for cats and 87.3% for exotic pets. At the end of the surgery, 72.3% of the veterinarians gave pure oxygen to the animal during about ten minutes.

The maintenance of the anesthetic machine was made by the veterinarian himself once a day in only 27.6% of the cases and once a year by an expert in 4% of the cases.

Only 34.6% of the veterinarians ventilated the room with fresh air after having filled the tank and 35.2% of the veterinarians used a passive vacuum.

74.8% of the veterinarians felt exposed to gaseous anesthetics and 62.7% of them wished to get more information to help them reduce their exposition.

This study shows that small animal veterinarians are chronically exposed to anesthetic gases and especially to isoflurane, during surgeries longer than thirty minutes.

Our study also shows an important lack of maintenance and control of anesthesia machines. The same observation was made for the ventilation and vacuum of waste anesthetic gases.

Nevertheless, veterinarians seem aware of their chronic exposition to anesthetic gases and try to adopt some preventive measures like the use of tracheal tubes rather than facial masks or by disconnecting the breathing circuit as late as possible after stopping the vaporizer.

Thus, it appears necessary to pursue the training of veterinarians and the promotion of preventive measures to limit chronicle exposition to waste anesthetic gases.

KEYWORDS: ANAESTHESIA, VETERINARY, ISOFLURANE, PROFESSIONAL EXPOSURE, OCCUPATIONAL HAZARDS, POLLUTION, STUDY

Jury:

President: Pr.

Director: Dr. L. Zilberstein

Assessor: Dr. A. Praud