# VETAGRO SUP

## CAMPUS VETERINAIRE DE LYON

Année 2012 - Thèse n°

***Les facteurs influençant la qualité du réveil chez le cheval***

# THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 16 Mars 2012
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

*CANONGE Tania*
Née le 23 Novembre 1985
à Grenoble

VetAgro Sup

UNIVERSITÉ DE LYON

# Liste du corps enseignant VetAgro Sup *au 04-04-2011*

| NOM | Prénom | Grade | Unité Pédagogique |
|---|---|---|---|
| ALOGNINOUWA | Théodore | Professeur 1ere cl | Pathologie du bétail |
| ALVES-DE-OLIVEIRA | Laurent | Maître de conférences hors cl | Gestion des élevages |
| ARCANGIOLI | Marie-Anne | Maître de conférences cl normale | Pathologie du bétail |
| ARTOIS | Marc | Professeur 1ere cl | Santé Publique et Vétérinaire |
| BECKER | Claire | Maître de conférences cl normale | Pathologie du bétail |
| BELLI | Patrick | Maître de conférences associé | Pathologie morphologique et clinique |
| BELLUCO | Sara | Maître de conférences cl normale | Pathologie morphologique et clinique |
| BENAMOU-SMITH | Agnès | Maître de conférences cl normale | Equine |
| BENOIT | Etienne | Professeur 1ere cl | Biologie fonctionnelle |
| BERNY | Philippe | Professeur 1ere cl | Biologie fonctionnelle |
| BONNET-GARIN | Jeanne-Marie | Professeur 2eme cl | Biologie fonctionnelle |
| BOULOCHER | Caroline | Maître de conférences cl normale | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| BOURDOISEAU | Gilles | Professeur 1ere cl | Santé Publique et Vétérinaire |
| BOURGOIN | Gilles | Maître de conférences cl normale | Santé Publique et Vétérinaire |
| BRUYERE | Pierre | Maître de conférences Contractuel | Biotechnologies et pathologie de la reproduction |
| BUFF | Samuel | Maître de conférences cl normale | Biotechnologies et pathologie de la reproduction |
| BURONFOSSE | Thierry | Maître de conférences hors cl | Biologie fonctionnelle |
| CACHON | Thibaut | Maître de conférences Contractuel | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| CADORE | Jean-Luc | Professeur 1ere cl | Pathologie médicale des animaux de compagnie |
| CALLAIT-CARDINAL | Marie-Pierre | Maître de conférences cl normale | Santé Publique et Vétérinaire |
| CAROZZO | Claude | Maître de conférences cl normale | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| CHABANNE | Luc | Professeur 1ere cl | Pathologie médicale des animaux de compagnie |
| CHALVET-MONFRAY | Karine | Maître de conférences hors cl | Biologie fonctionnelle |
| COMMUN | Loic | Maître de conférences cl normale | Gestion des élevages |
| DELIGNETTE-MULLER | Marie-Laure | Professeur 2eme cl | Biologie fonctionnelle |
| DEMONT | Pierre | Professeur 2eme cl | Santé Publique et Vétérinaire |
| DESJARDINS PESSON | Isabelle | Maître de conférences Contractuel | Equine |
| DJELOUADJI | Zorée | Maître de conférences stagiaire | Santé Publique et Vétérinaire |
| ESCRIOU | Catherine | Maître de conférences cl normale | Pathologie médicale des animaux de compagnie |
| FAU | Didier | Professeur 1ere cl | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| FOURNEL | Corinne | Professeur 1ere cl | Pathologie morphologique et clinique |
| FRANCK | Michel | Professeur 1ere cl | Gestion des élevages |
| FRIKHA | Mohamed-Ridha | Maître de conférences cl normale | Pathologie du bétail |
| GANGL | Monika | Maître de conférences Contractuel | Equine |
| GARNIER | François | Professeur 1ere cl | Biologie fonctionnelle |
| GENEVOIS | Jean-Pierre | Professeur cl ex | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| GILOT-FROMONT | Emmanuelle | Professeur 2eme cl | Biologie Fonctionnelle |
| GONTHIER | Alain | Maître de conférences cl normale | Santé Publique et Vétérinaire |
| GRAIN | Françoise | Professeur 2eme cl | Gestion des élevages |
| GRANCHER | Denis | Maître de conférences hors cl | Gestion des élevages |
| GREZEL | Delphine | Maître de conférences cl normale | Santé Publique et Vétérinaire |
| GUERIN | Pierre | Professeur 2eme cl | Biotechnologies et pathologie de la reproduction |
| GUERIN-FAUBLEE | Véronique | Maître de conférences hors cl | Biologie fonctionnelle |
| HUGONNARD | Marine | Maître de conférences cl normale | Pathologie médicale des animaux de compagnie |

| NOM | Prénom | Grade | Unité Pédagogique |
|---|---|---|---|
| JUNOT | Stéphane | Maître de conférences cl normale | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| KECK | Gérard | Professeur 1ere cl | Biologie fonctionnelle |
| KODJO | Angeli | Professeur 2eme cl | Santé Publique et Vétérinaire |
| LACHERETZ | Antoine | Professeur 1ere cl | Santé Publique et Vétérinaire |
| LAMBERT | Véronique | Maître de conférences cl normale | Gestion des élevages |
| LE-GRAND | Dominique | Maître de conférences hors cl | Pathologie du bétail |
| LEBLOND | Agnes | Professeur 2eme cl | Santé Publique et Vétérinaire |
| LEFRANC-POHL | Anne-Cécile | Maître de conférences cl normale | Biotechnologies et pathologie de la reproduction |
| LEPAGE | Olivier | Professeur 1ere cl | Equine |
| LOUZIER | Vanessa | Maître de conférences cl normale | Biologie Fonctionnelle |
| MARCHAL | Thierry | Maître de conférences hors cl | Pathologie morphologique et clinique |
| MIALET | Sylvie | Inspecteur de la santé publique vétérinaire (ISPV) faisant fonction de MC | Sahté Publique et Vétérinaire |
| MOUNIER | Luc | Maître de conférences cl normale | Gestion des élevages |
| PEPIN | Michel | Professeur 1ere cl | Santé Publique et Vétérinaire |
| PIN | Didier | Maître de conférences cl normale | Pathologie morphologique et clinique |
| PONCE | Frédérique | Maître de conférences cl normale | Pathologie médicale des animaux de compagnie |
| PORTIER | Karine | Maître de conférences cl normale | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| PROUILLAC | Caroline | Maître de conférences cl normale | Biologie fonctionnelle |
| REMY | Denise | Professeur 2eme cl | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| ROGER | Thierry | Professeur 1ere cl | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| SABATIER | Philippe | Professeur 2eme cl | Biologie fonctionnelle |
| SAWAYA | Serge | Maître de conférences cl normale | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| SERGENTET | Delphine | Maître de conférences cl normale | Santé Publique et Vétérinaire |
| THIEBAULT | Jean-Jacques | Maître de conférences hors cl | Biologie fonctionnelle |
| VIGUIER | Eric | Professeur 1ere cl | Anatomie Chirurgie (ACSAI) |
| VIRIEUX-WATRELOT | Dorothée | Maître de conférences Contractuel | Pathologie morphologique et clinique |
| ZENNER | Lionel | Professeur 2eme cl | Santé Publique et Vétérinaire |

# ***REMERCIEMENTS :***

**A mon Président de thèse**
Le Professeur Olivier BASTIEN
De la faculté de Médecine de Lyon,
Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence du jury :
Hommages respectueux.

**A mon Directeur de thèse**
Le Docteur Karine PORTIER
Du Campus Vétérinaire de Lyon VetAgro Sup,
A l'origine de ce projet.
Pour sa gentillesse, sa patience, sa disponibilité et ses précieux conseils :
Ma profonde reconnaissance.

**A mon second Assesseur de thèse**
Le Professeur Jean Luc CADORE
Du Campus Vétérinaire de Lyon VetAgro Sup,
Qui m'a fait l'honneur de juger mon travail :
Sincères remerciements.

**A mes parents Eric et Dominique,**

**Et à mon grand frère Jérémy,**

Puissent-ils être fiers de moi et du chemin parcouru :

Tout mon amour.

# Les facteurs influençant la qualité du réveil chez le cheval

*TABLE DES MATIERES*

*Introduction*……p.15

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE……..p.17

**I) La problématique du réveil d'anesthésie générale chez le cheval**……p.19

1) La phase la plus risquée de l'anesthésie……..p.19

a) Un risque lié à la nature même de l'animal……p.19
b) Un risque lié à la difficulté de maintenir une surveillance rapprochée…..p.20

2) Les complications de l'anesthésie influencent négativement la qualité du réveil.p.21

a) Les complications cardio-respiratoires ……..p.21
b) Les complications musculo-squelettiques ……..p.22
c) Les complications nerveuses……p.23
d) Autres……..p.25

3) D'où la nécessité d'un réveil assisté :
Mise en ouvre de moyens favorisant la qualité du réveil……p.26

a) Un degré d'assistance à évaluer au cas par cas……p.27
b) Conditions favorables à un réveil de bonne qualité……p.28
- La salle de réveil, un pré-requis nécessaire……p.28
- Les manipulations, les soins de support et de confort……..p.29
- Un monitoring simple et fiable……p.30
- Les traitements post-opératoires……p.31

c) Les différentes techniques de réveils assistés……p.33
- Le personnel à l'intérieur du box assistant manuellement……p.34
- Le système de cordes au niveau de la tête et de la queue……...p.34
- Le matelas gonflable……..p.35
- Les différents systèmes de suspension……..p.36

**II) Evaluation de la qualité du réveil d'anesthésie générale chez le cheval**...p.43

1) Les systèmes subjectifs d'évaluation ……..……..……..p.44
2) Les systèmes objectifs d'évaluation ……..……..……..p.46

**III) Les principaux facteurs influençant le réveil identifiés dans la littérature**.p.49

1) Les facteurs intrinsèques au cheval……p.50

a) Le poids……p.50
b) L'âge……..p.50
c) Le comportement……p.52
d) La race……p.52
e) Le statut physiologique……p.53
f) Le genre……p.54
g) Le nombre de chirurgies subies……p.55

2) Les facteurs liés à la chirurgie subie……p.56

a) Le type de chirurgie……..p.57
b) Les horaires de la chirurgie……p.57
c) Le positionnement du cheval au cours de la chirurgie……p.57

3) Les facteurs liés à l'anesthésie…..……p.58

a) La qualité et la durée des différentes phases……..p.58
- La qualité de l'induction……..p.58
- La qualité de la maintenance……..p.59
- La durée de l'anesthésie……..p.60
- La durée du réveil……..p.61

b) Le protocole anesthésique des différentes phases…….p.62
- Le protocole de prémédication……p.63
- Le protocole d'induction……..p.65
- Le protocole de maintenance……...p.66
- Le protocole postopératoire……..p.74

4) Les limites des études précédentes sur les facteurs influençant le réveil **…..**p.76

*Conclusion de la première partie*……..p.77

PARTIE EXPERIMENTALE :……..p.79

1) Introduction……..p.81

2) Matériel et méthodes……..p.82

a) Les animaux……p.82
b) Le protocole anesthésique…….……p.82
- La prémédication……p.83
- La maintenance……p.83
- Le postopératoire immédiat……..p.83

c) La méthode d'évaluation de la qualité du réveil……..p.83
d) L'analyse statistique……..p.85

3) Les résultats……..p.86

a) Le genre, la race, l'âge……p.86
b) Le type de chirurgie……p.86
c) Le score de risque ASA……p.86
d) La durée de la chirurgie……..p.86
e) Le comportement……p.86
f) La qualité de la sédation……p.86
g) La qualité de l'induction et de la maintenance……..p.86

4) Discussion……p.87

a) Le genre……p.87
b) La race……p.87
c) L'âge……p.87
d) Le type de chirurgie……p.88
e) Le score de risque ASA……p.88
f) La durée de l'anesthésie……p.89
g) Le comportement de l'animal……p.89
h) La qualité globale de la sédation……p.89
i) La qualité de l'induction……p.90
j) La qualité de la maintenance……p.90
k) La nature de l'agent volatil……p.91
l) La nature de l'agent injectable……p.91
m) Remarque : L'hypotension et l'hypothermie……p.91

5) Conclusion de la partie expérimentale……p.92

*Conclusion générale*……p.93

Références bibliographiques……p.95

Annexe des figures des résultats expérimentaux……p.101

## *TABLE DES ILLUSTRATIONS :*

- **TABLE DES FIGURES :**

**Figure n°1** : Traduction clinique des principales neuropathies post-anesthésiques : paralysie faciale et radiale unilatérales, paralysie fémorale bilatérale, p 24.

**Figure n°2 :** Le système de lift pour grands animaux (Large Animal Lift, ou LAL), p 37.

**Figure n°3 :** Exemples de systèmes de suspension en box de réveil : le Sling-Shell-System, l'Anderson Sling et l'Helicopter net, p 38.

**Figure n°4 :** Exemple de système de canot pneumatique (pool raft system), p 41.

- **TABLE DES TABLEAUX :**

**Tableau I :** Les principales neuropathies post-anesthésiques équines, p 24.

**Tableau II :** Les critères de sélection des différentes méthodes de réveil assisté, p 42.

**Tableau III :** Exemple d'échelle numérique d'évaluation de la qualité du réveil d'anesthésie générale chez le cheval (NRS), p 45.

**Tableau IV** Exemple de système de notation multidimensionnel pour évaluer la qualité du réveil du cheval suite à une anesthésie volatile, p 47.

**Tableau V** : Les facteurs objectifs pris en compte dans la constitution d'une échelle dichotomique objective (DOS), p 48.

**Tableau VI** : Tableau dichotomique des différents paramètres objectifs pour évaluer le réveil de chaque cheval, p 84.

## *TABLE DES ABREVIATIONS:*

**Score ASA :** Score (de 1 à 5) d'évaluation du risque anesthésique, mis au point par l'American Society of Anesthesiology.

**BIS:** Bispectral Index

**CAM:** Concentration Alvéolaire Minimale, correspondant à la concentration d'agent volatil dans les alvéoles pulmonaires nécessaire pour que 50 % des sujets n'aient pas de réaction motrice à l'incision chirurgicale.

**CEPEF :** The Confidential Enquiry into Perioperative Equine Fatalities

**DOS :** Dichotomic Objective Scale

**DSS :** Dichotomic Subjective Scale

**HYPP:** Hyperkaliemic Periodic Paralysis

**LAL** : Large Animal Lift

**MPAE :** Myopathie Post Anesthésique Equine

**NRS** : Numerical Rating Scale

**VAS :** Visual Analogue Scale

## *Introduction*

Le réveil d'anesthésie correspond à la phase comprise entre le débranchement de l'animal de la machine d'anesthésie et la posture debout (Portier et Levionnois, 2010). Il constitue l'une des phases les plus précaires de l'anesthésie générale chez le cheval. En effet, 32 % de la mortalité liée à l'anesthésie survient au cours de cette période.

Les complications post-anesthésiques sont en effet nombreuses et peuvent s'avérer gravissimes. Parmi les principales causes de la mort de chevaux non en coliques, ont retrouve notamment les arrêts cardiaques, incluant les collapsus cardiovasculaires post opératoires, qui représentent 33% des accidents mortels, les fractures (26%) les myopathies (7%), les neuropathies (5.5%) et enfin les complications respiratoires (3.7%). (Johnson et al, 2002).

D'autre part, il s'agit de la phase la plus difficile à contrôler pour l'anesthésiste (Portier, Levionnois, 2010) : La surveillance rapprochée est difficile, l'accès à l'animal est restreint et peut s'avérer dangereux.

Afin d'améliorer la qualité de cette étape fondamentale de l'anesthésie des équidés, de nombreux vétérinaires choisissent d'assister leur patient au cours du réveil. Cette tâche ardue revêt de multiples aspects. Elle passe notamment par un réveil au sein d'infrastructures de qualité (box de réveil aux dimensions adéquates, sol et parois matelassés, présence d'anneaux, tapis anti dérapant), avec mise à disposition d'un matériel spécifique (cordes, harnais de réveil, treuil). Une médication adaptée au cas par cas ainsi que des soins de support et/ou de nursing sont également indispensables afin d'offrir au patient les meilleures conditions de réveil possibles.

Le cumul de ses méthodes constitue une aide précieuse, permettant dans de nombreux cas de prévenir l'apparition de complication ou de les combattre dès leur apparition.

Dans cette même optique, Il est indispensable de continuer à améliorer notre compréhension et notre contrôle de cette période clé de l'anesthésie équine. L'identification et l'évaluation des différents facteurs pouvant influencer le réveil constitue une étape majeure de cette quête. De nombreuses études ont précédemment été menées à ce sujet, et de nombreux facteurs ont été suspectés, incriminés, ou encore disculpés.

Il reste cependant difficile de se faire une idée précise de l'impact réel de chacun de ces composants sur la qualité du réveil, les travaux expérimentaux ayant été menées dans des contextes différents, en ayant recours des méthodes d'évaluation non standardisées. Les résultats se révèlent parfois contradictoires.

L'objectif de cette thèse est de faire le point sur ces différents facteurs influençant le réveil du cheval d'une anesthésie générale, en se basant sur les données de la littérature, ainsi que sur une nouvelle étude utilisant une méthode d'évaluation combinée novatrice. Dans une première partie bibliographique, on insistera sur la nécessité d'une assistance lors du réveil. Nous nous pencherons ensuite sur les différents outils mis en place jusqu'à présent pour évaluer la qualité de ce réveil. Par la suite, nous étudierons les facteurs influençant cette phase précédemment identifiés.
Dans une seconde partie expérimentale, nous analyserons le réveil de 276 chevaux, en nous appuyant sur des échelles à la fois objectives et subjectives. Nous évaluerons ainsi l'impact réel des facteurs soigneusement choisi.

Nous souhaitons ultimement identifier les facteurs sur lequel l'anesthésiste pourra ensuite jouer afin de rendre l'anesthésie générale du cheval plus sûre.

# Partie Bibliographique

# I) La problématique du réveil d'anesthésie générale chez le cheval :

## 1) Le réveil est la phase la plus risquée de l'anesthésie

Le réveil constitue une période à risque en anesthésiologie, et ce particulièrement dans l'espèce équine. En effet, si on la compare à l'anesthésie des hommes ou des carnivores domestiques, l'anesthésie chez les chevaux présente globalement un risque bien plus important : Le taux de mortalité est de 0.9% pour une anesthésie de routine (Johnston et al. 2002), et s'élève entre 4 et 7.9% au cours d'une chirurgie de coliques. Ce taux ne varie qu'entre 0.1 à 0.43% chez les petits animaux ! Autrement dit, il est 80 fois « plus risqué » d'anesthésier un cheval qu'un chat.

De plus, la phase de réveil, quelque soit l'espèce, présente intrinsèquement un risque important : chez le cheval en l'occurrence, on a vu que 32% de la mortalité totale associée à l'anesthésie survenait au cours de cette période (Johnston et al. 2002). Comment expliquer cela?

### a) Un risque lié à la nature même de l'animal

Dans un premier temps, on peut supposer que le risque est majoré du fait de la corpulence et à la nature même du cheval. C'est un animal peureux, qui panique facilement, doublé d'une musculature importante. Il est également candidat à de nombreuses pathologies, en particulier au niveau digestif, et manque de souplesse au niveau articulaire (en comparaison aux petits carnivores domestiques) (Stubbs, 2007). Ainsi, le cheval est très sensible à de nombreux médicaments et au stress.

Ajouté à cela, cet animal lourd (pesant en moyenne 500-600 kg), grand, puissant est, au cours du réveil, prisonnier d'un environnement inconnu. Son potentiel de destruction est alors indéniablement bien plus élevé que celui d'un chat pesant 3 kg, et le cheval peut être très dangereux pour lui-même et pour son entourage direct.

De plus, il subit un stress physiologique majeur, lié à la fois à l'acte chirurgical et à l'anesthésie générale. Lors de son réveil, l'animal est douloureux, et présente souvent une incoordination motrice et une somnolence liée aux résidus d'anesthésie non métabolisés.

Au cours d'un réveil assisté, le patient est souvent plaqué au sol, avec le poids d'un anesthésiste sur l'encolure, luttant pour se redresser et fuir. Cela représente un facteur de stress supplémentaire majeur chez une espèce dont la réponse face au danger est la fuite. Etre plaqué au sol peut s'apparenter à un acte de prédation. En équitation

éthologique, certains nouveaux maitres voient même dans le couchage et le maintien au sol une « petite mort » (Goodwin, 1999).
On rappelle qu'en tant que proie potentielle, le cheval adulte sauvage se couche rarement, et s'il le fait, c'est seulement pour de très courtes durées. Il en va de même pour le cheval domestique, qui ne passe que peu de temps allongé et préfère être en décubitus sternal plutôt qu'en position latérale. Un cheval en pleine santé ne se couche jamais sur le dos et ne reste que peu de temps (en moyenne 23 minutes) en décubitus latéral (LittleJohn et Munro, 1972).
Dans une étude datant de 1984, Hall a montré que des poneys dressés pour se coucher en position latérale sur commande ne pouvaient rester plus de 20 minutes en latéral et finissaient par se relever malgré les ordres. Selon l'auteur, cette nécessité de se relever pourrait notamment s'expliquer par des changements de volume pulmonaire, ou encore par le développement de douleurs musculaires liées à des phénomènes de compression et d'ischémie en parties basses du corps de l'animal.

Rester allongé lors de la phase de réveil présente donc un stress physiologique, doublé certainement d'un stress psychologique.

b) Un risque lié à la difficulté de maintenir une surveillance rapprochée de l'animal

Lors de la phase de réveil, l'animal est déconnecté de la tour de monitoring : l'anesthésiste ne peut plus s'appuyer sur le suivi de la pression artérielle, de l'oxymétrie de pouls, ni sur le tracé de l'électrocardiogramme. Une surveillance simplifiée (reposant sur l'évaluation de la couleur des muqueuses, l'estimation du temps de recoloration capillaire, l'auscultation cardiaque et respiratoire) constitue alors la base du suivi. De plus, l'animal n'est plus sous respiration assistée.

Le cheval est donc nécessairement surveillé de façon moins fine lors de son transfert en salle de réveil. D'autre part, toute l'équipe d'anesthésie étant occupé à passer les cordes, les entraves, à treuiller, puis à extuber/re-intuber l'animal, est moins disponible : au cours de cette période, l'animal peut faire des apnées, des arythmies, ou rencontrer tout autre problème qui peuvent ne pas être identifiés immédiatement.

Par la suite, lors de son levé, l'animal est seul dans le box, et le recours à une surveillance rapprochée est impossible, la sécurité nous l'interdisant.

Ainsi, tout au long du réveil, il est difficile, voire impossible de maintenir une surveillance rapprochée maximale du patient.

*La phase de réveil apparait comme la phase la plus critique de l'anesthésie. Le risque élevé résulte des effets néfastes de différents facteurs accumulés au cours des autres stades anesthésiques, mais également sur la difficulté d'établir un monitoring complet, ainsi qu'un support de perfusion et un apport adéquat en oxygène. Les complications sont nombreuses et difficiles à détecter.*

## 2) Les complications d'anesthésie générale affectent la qualité du réveil

Le cheval peut être victime de nombreuses complications. Leur apparition, au cours de la maintenance de l'anesthésie ou en postopératoire immédiat, altère inévitablement la qualité de réveil.

Les conséquences sont souvent graves, cela pouvant aller jusqu'à la mort du patient, (naturellement ou après décision d'euthanasie), en témoignent les forts taux de mortalité et de morbidité en anesthésiologie équine.

Le but de ce paragraphe est triple : il illustre la difficulté à contrôler le réveil chez le cheval. Il souligne également la nécessité d'étudier les facteurs influençant la qualité du réveil, ceux-ci se confondant souvent avec les facteurs de risque d'apparition de complications. Enfin, l'apparition d'une complication nécessitant une prise en charge rapide et spécifique, l'utilité d'un réveil assisté est mise en exergue.

### a) Les complications cardiorespiratoires

*L'arrêt cardiaque* survient préférentiellement au cours de la phase de maintenance, mais peut également survenir lors du réveil. Il fait généralement suite à un surdosage anesthésique, une insuffisance respiratoire prolongée, ou encore une augmentation des catécholamines circulantes liée à un stress. Il constitue la première cause de mortalité post anesthésique, avec un taux de 33.2%. La prévention, qui passe par une surveillance attentive et ininterrompue du patient constitue le seul moyen de lutte efficace (Serteyn, 2003).

*L'œdème pulmonaire* peut avoir plusieurs causes : une obstruction totale ou partielle des voies respiratoires (œdème nasal ou laryngé), une insuffisance cardiaque, d'une hypoprotéinémie, voire un choc (Senior, 2005).

La qualité du réveil est compromis : l'animal présente les signes cliniques classiques d'une détresse respiratoire, telle une dyspnée sévère, une tachypnée ainsi qu'une tachycardie (Ball et Trim, 1996).

*L'obstruction des voies respiratoires supérieures* (œdème des cornets nasaux, déplacement dorsal du voile du palais, hémiplégie ou spasme laryngé) entraine également un réveil agité : on note à l'extubation un bruit de cornage intense, associé à une détresse respiratoire aggravée par l'augmentation des besoins en oxygène du patient en phase de réveil. Des efforts inspiratoires excessifs peuvent rapidement conduire à un œdème pulmonaire.

Ces complications font fréquemment suite à un mal positionnement de l'animal au cours de la maintenance : Un œdème des cornets nasaux se développe lorsque le cheval est en décubitus dorsal, la tête reposant en contrebas vis-à-vis du reste du corps. Le spasme laryngé, peut apparaitre à la suite à d'une hyper-extension prolongée de la tête (lésions ischémiques des nerfs récurrents). Il peut également faire suite à une intubation traumatique, avec formation concomitante d'un œdème laryngé.

Là encore la présence dans l'environnement immédiat de l'anesthésiste est indispensable : En cas d'œdème modéré, des corticoïdes peuvent soulager l'animal, et lors d'œdème sévère, une trachéotomie d'urgence peut s'avérer salvatrice.

*L'hypoxémie* est une séquelle fréquente de l'anesthésie générale chez le cheval, en particulier lorsque celui-ci est positionné en décubitus dorsal, ou si l'anesthésie dure longtemps. Elle résulte des effets respiratoires dépresseurs des anesthésiques, associés à une atélectasie compressive des lobes caudaux du poumon, secondaire elle-même à une compression viscérale. On note à encore un réveil difficile avec un animal en détresse respiratoire, et prône à développer des myopathies.

b) <u>Les complications musculo squelettiques :</u>

*Les myopathies post-anesthésiques* représentent entre 0.9 et 8% des cas selon les rapports (Johnston et al, 1978, Serteyn, 1988, Richey et al, 1990). Elles représentent 7% de la mortalité liée à l'anesthésie (Johnston et al, 2002). Elles contribuent donc à la fois à la morbidité et la mortalité péri-opératoires liées à l'anesthésie (Young et Taylor, 1993). Elle apparait suite à une anesthésie prolongée, utilisant des agents volatils. Actuellement, l'existence de périodes prolongées d'hypotension, avec une pression artérielle inférieure à 70 mmHg est considérée comme le facteur de risque principal. (Richey et al, 1990, Branson et al, 1992)

Un animal souffrant de myopathie présente un réveil prolongé, des difficultés à se lever, une boiterie franche s'il y parvient. Dans les cas les plus graves, il peut rester couché. On

note là aussi une véritable détresse de la part du cheval, ainsi qu'une sudation importante. Les masses musculaires atteintes sont indurées et douloureuses.
La topographie des muscles atteints dépend de la position de l'animal au cours de l'anesthésie : En décubitus latéral, le triceps, le supra et l'infra-épineux, le masséter, et les muscles recouvrant la cage thoracique peuvent être atteints. En décubitus dorsal, se sont plutôt les glutéaux et le long dorsal qui sont touchés. Il s'agit souvent, mais pas toujours des muscles situés contre la table au cours de la chirurgie (Branson et al ,1992).
La gravité de la maladie réside également dans les traumatismes que s'occasionne le cheval lors de tentatives infructueuses pour se relever.

c) Les complications nerveuses

*Les neuropathies post anesthésiques* correspondent à une paralysie nerveuse, due à l'application d'une pression inappropriée sur un trajet nerveux durant un certain temps. Ces paralysies sont associées à des anesthésies prolongées et des rembourrages insuffisants.
Le processus pathologique est similaire à celui rencontré lors de myopathie, et ces deux types de complication sont fréquemment associés (Serteyn, 2003). Elles entrainent toutes les deux des tentatives pour se relever souvent infructueuses et une suppression d'appui au niveau d'un ou de plusieurs membres. Les muscles resteraient cependant souples dans un cas de paralysie nerveuse. De plus, les neuropathies ne sont pas douloureuses, seule la perte de fonction du muscle innervé est présente. Une fois debout, la position de l'animal varie en fonction du nerf atteint. L'utilisation d'un harnais pour soutenir le cheval est envisageable.

***Tableau n°I : Les principales neuropathies post anesthésiques équines**, D'après Muir et Hubbel, Equine anaesthesia : monitoring and emergency therapy,2nd edition,2008*

| Principales paralysies | Traduction clinique | Causes |
|---|---|---|
| Paralysie faciale | Ptose auriculaire, palpébrale, et/ou nasale ipsilatérales. | Ecrasement du nerf crânien VII (trauma du licol), atteinte des branches auriculaire, palpébrale ou buccale |
| Paralysie du nerf radial | Membre supérieur en suppression d'appui, extension impossible, lancement du membre vers l'avant | Ecrasement du nerf radial (décubitus latéral prolongé) |
| Paralysie du plexus brachial | Paralysie flasque, suppression d'appui du membre supérieur : épaule et coude tombants, boulet trainant | Etirement , écrasement des racines nerveuses, (décubitus latéral prolongé, flexion du coude prolongée) |
| Paralysie du nerf fémoral | Paralysie bilatérale, jarrets et boulets fléchis, grassets instables, position caractéristique en chien assi | Etirement des nerfs (décubitus dorsal prolongé) |

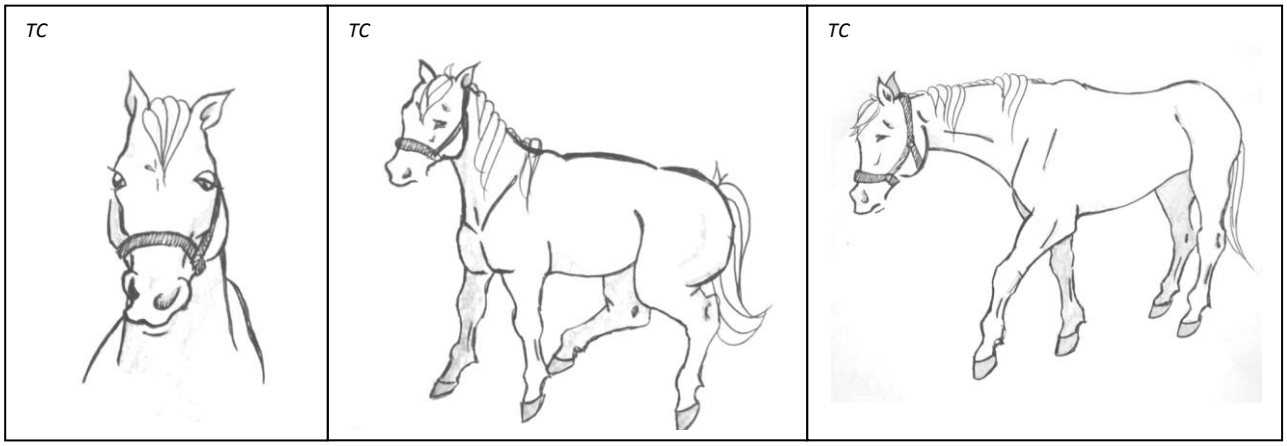



***Figure n°1 : Traductions cliniques des neuropathies post anesthésiques équine suivantes : ( de gauche à droite) paralysie faciale unilatérale, fémorale bilatérale et radiale,** D'après Muir et Hubbel, Equine anaesthesia : monitoring and emergency therapy,2nd edition,2008*

*La myélomalacie* est une complication rare mais toujours fatale, correspondant à une nécrose de la moelle épinière, résultant du poids des viscères abdominaux sur les veines principales. On trouve cette complication chez les chevaux positionnés en décubitus dorsal, notamment si l'agent volatile utilisé est l'halothane (Hubbel, 1999).
Le cheval présente un réveil difficile, et adopte une position en chien assis, sans parvenir à se mettre debout. Il est peu douloureux, mais présente une paraplégie avec absence totale de sensibilité au niveau des membres postérieurs. Les mesures préventives concernent le positionnement du cheval et la surveillance de la pression artérielle.

d) Miscellanées

*L'apparition d'épisodes de coliques* suite à une chirurgie sous anesthésie générale reste malheureusement fréquente, avec son chapelet de conséquences graves. A la suite de chirurgies non abdominales, l'incidence d'épisodes d'inconfort abdominal chez le cheval en postopératoire est comprise entre 2.8 et 6% (Miraca et Clutton, 2003). L'identification des principaux facteurs de risque liés à l'apparition de ses douleurs abdominales est difficile : de nombreux causes telles la nature des médicaments administrés au cheval, le type de chirurgie pratiquée, les conditions de la prise en charge, ou encore la qualité de la préparation de l'animal sont à prendre en compte (Senior et al, 2004).Il existe également un risque lié directement aux conditions physiques et mécaniques qu'impliquent le couchage et la manipulation d'un patient de ce gabarit ; les organes internes peuvent subir des secousses, des rotations partielles, et des déplacements (Serteyn, 2003).
Un cheval présentant un épisode de colique aura un réveil prolongé. L'animal sera douloureux, et pourra se montrer violent. La prise en charge doit là encore être rapide et specifique.

*La paralysie périodique hyperkaliémique (ou HYPP*) est une maladie génétique pouvant se manifester au cours du réveil d'anesthésie. Les chevaux de type QuarterHorse, Appaloosa et Paint américains sont les plus touchés. Elle est due à une anomalie des canaux à sodium au niveau cellulaire, se traduisant par une augmentation de la concentration de potassium sérique lors des crises.
Le cheval atteint présente des tremblements et une faiblesse musculaire, un prolapsus de la membrane nictitante, une dyspnée due à un dysfonctionnement du larynx et une bradycardie. Un épisode d' HYPP est souvent déclenché par le stress et l'excitation, et peut ainsi survenir en postoperatoire, compromettant grandement l'issue de l'anesthésie.

*Les lésions des tissus mous*, telles les plaies d'abrasion, les écorchures liées aux fers, les plaies aux lèvres, à la langue ne prolongent généralement pas le réveil mais demandent des soins à posteriori (Portier et Levionnois, 2010).

*Le déroulement du réveil reflète la qualité de l'induction et de la maintenance ; l'accumulation d'incidents au cours de la chirurgie compromet inévitablement la qualité du réveil du cheval. Ces complications peuvent apparaitre seules ou être combinées (par exemple une association neuropathie/myopathie, ou encore spasme laryngé/œdème pulmonaire), et s'aggraver rapidement, avec des conséquences graves, voire mortelles pour l'animal. Le réveil étant une phase critique, qui plus est difficile à monitorer, il est indispensable d'anticiper tout incident (seringues d'urgence pré-chargées, oxygène à disposition, trousse d'urgence et bonnes conditions d'ambiance), et d'intervenir le plus rapidement possible, avant que le problème et le cheval ne deviennent ingérables. La présence de personnes compétentes, capables d'agir précocement et efficacement est nécessaire.*

### 3) D'où la nécessité d'un réveil assisté : Mise en œuvre de moyens favorisant un bon réveil

Grâce aux avancées significatives en anesthésiologie équine au cours des dernières dizaines d'années, la majorité des patients équins subissant une chirurgie élective, se réveille de façon non remarquable, calmement et sans surprise (Whitehair et al. 1993).

Comme nous l'avons vu, le réveil demeure néanmoins une période à risque, potentiellement gravissime, comme le souligne l'existence des nombreuses complications précédemment citées. Il constitue un véritable challenge pour l'anesthésiste, et cela même quand la gestion de l'anesthésie et de la chirurgie est routinière. Outre la difficulté de surveiller finement le cheval et la nécessité d'intervenir précocement à la moindre alerte, l'ultime défi vise à contrer l' instinct de fuite de l'animal (« fright and flight behaviour »). En effet, en tant que proie potentielle, le cheval à tendance à vouloir se relever prématurément, avant que les agents anesthésiques et leurs effets dépresseurs sur la conscience, la proprioception, et la fonction motrice se soient dissipés (Driessen, 2005). Le cheval tente irrépressiblement d'échapper à toute situation hostile (box de réveil, douleur liée à la chirurgie) ce qui l'amène fréquemment à de violentes tentatives pour se lever (Taylor 2002). Excité et ataxique, le cheval peut facilement se blesser (fracture, ecchymoses, entorse, plaies, luxation, rupture de

prothèse lors de chirurgie orthopédique) ou entrainer l'aggravation de problèmes préexistants.

Il apparait donc nécessaire d'aider le cheval, afin que ce dernier ne brûle pas les étapes et se réveille calmement, en toute sécurité, pour lui et le personnel.

De nombreuses techniques ont été développées afin d'assister le cheval lors du réveil d'anesthésie générale, avec l'intention de diminuer l'incidence et la sévérité des complications (Driessen, 2005).

a) Un degré d'assistance à évaluer au cas par cas

Malgré l'apparente nécessité d'une prise en charge, une controverse persiste concernant le degré d'assistance à prodiguer au cheval. Le résultat d'une étude internet de 2008 indique que 17 des 34 organismes interrogés favorisent un réveil assisté, tandis que 14 préfèrent ne pas intervenir (Kästner, liste de discussion AVCA). La décision d'intervenir n'est donc pas évidente et doit être mûrement réfléchie. Différents paramètres doivent être étudiés : Il faut prendre en compte l'état du patient et évaluer le risque d'apparition de complications (en fonction du caractère de l'animal, de son comportement lors de l'induction, du nombre d'anesthésies générales précédemment subies…). Le nombre de personnes disponibles, leur expérience en anesthésiologie, le matériel et les locaux à disposition sont autant de facteurs entrant également en ligne de compte. Si les intervenants ne maîtrisent pas parfaitement une certaine méthode, il est préférable de l'éviter, et de ne prendre aucun risque inutile.

En admettant que l'on se trouve dans un environnement approprié, en présence d'un personnel qualifié, on préconisera une prise en charge particulière lors d'un réveil délicat ou anormalement long. Pour les chevaux dont le réveil risque de dépasser une heure (lors de chirurgie longue) des soins de confort et de support peuvent être mis en place. En cas de tentative infructueuse pour se relever ou de maladie déclarée (myopathie, neuropathie) des soins de nursing ainsi qu'un traitement médical s'imposeront (Portier et Levionnois, 2010). Enfin, dans certaines situations (chirurgie de fracture, cas neurologique, cheval épuisé) il est fortement recommandé d'assister systématiquement le réveil, à l'aide cordes ou de harnais.

On note cependant que certains chevaux ne supportent pas de contrainte supplémentaire et ne constituent donc pas de bons candidats au réveil assisté. Il est difficile d'anticiper ce genre de réactions. Si elles se produisent, il est préférable de ne pas insister car le cheval peut même devenir dangereux pour lui-même ainsi que pour son entourage (Portier et Levionnois, 2010).

Différents degrés d'assistance sont alors envisageables afin d'aider le cheval à se mettre debout : un local approprié constitue la base indispensable, et peut être associé à un monitoring et des soins de support/ confort plus ou moins complets. Dans certains cas, un soutien médicamenteux, ainsi que la mise en place de techniques spécifiques permettent au cheval de se relever sans séquelle.

b) Les conditions favorables à un réveil de bonne qualité

- La salle de réveil, un pré-requis nécessaire

Une salle de réveil correctement aménagée est indispensable afin de prévenir les blessures durant la période post opératoire. Il faut un endroit calme, petit et confortable. Les caractéristiques optimales de cette salle ont été décrites (Hubbell 2005) : Le box de réveil doit être proche mais séparée de la salle de chirurgie, d'environ 4-5 $m^2$ pour des chevaux adultes de taille moyenne. Les murs (d'au moins 2.5 à 3 m de haut) sont rembourrés. Le sol doit être confortable, et recouvert d'une surface antidérapante, avec présence d'un système de drainage. Les portes (à l'avant et l'arrière du box) doivent être vérouillables, et sécurisées par des barres transverses. Dans l'idéal, des trous au niveau des portes permettent de faire passer les cordes de tête et de queue à l'extérieur. Une source de lumière, pouvant être tamisée, ainsi qu'un système de chauffage/climatisation assure un environnement confortable et non stressant pour l'animal.

Des dispositifs additionnels peuvent être envisagés en fonction des différentes méthodes d'assistance mises en œuvre: la mise en place de portes avec fenêtres, de cameras de surveillance, d'anneaux en métal à chaque coin de la pièce pour y passer les cordes de soutien, (fixés à environ 2.5 m du sol), d'un crochet au plafond pour un monte-charge ou encore un monte-charge associé à un rail. Une porte de sortie pour le personnel est également un gage de sécurité, en cas de retraite précipitée. Il est également intéressant de posséder un matelas de 30-40 cm d'épaisseur, qui protège des myopathies lors d'un réveil prolongé, et encourage le cheval à se relaxer en décubitus latéral. Grace à cela, le cheval est encouragé à faire des pauses entre chaque tentative de relever ; il se fatigue moins et élimine par la même occasion les restes d'anesthésiques présents dans son organisme, ce qui, au final, concoure à l'obtention d'un réveil de meilleure qualité.

Une boite contenant les molécules d'urgence et le matériel de trachéotomie pour une assistance immédiate est également recommandée (Driessen, 2005).

- Les manipulations post opératoires / les soins de support et de confort

❖ *Le maintien de la perméabilité des voies respiratoires :*

Il est essentiel de s'assurer de la perméabilité des voies respiratoires et d'une bonne oxygénation du sang, l'hypoxémie entrainant une rapide fatigue musculaire et de l'agitation, de la nervosité, qui compromettent la capacité du cheval à se relever sans danger.
Pour se faire, il est recommandé de garder le patient intubé (via une sonde orale ou nasale) durant toute la durée du réveil, ou du moins jusqu' à ce que le patient soit activement en train de déglutir. D'autre part, il faut veiller à lui fournir un apport supplémentaire en oxygène si nécessaire (Taylor, 2002, Driessen 2005).

La mise en place de cette sonde est néanmoins controversée : le cheval peut, en effet, l'inhaler en cas de mauvaise fixation. Elle pourrait également se couder et provoquer une obstruction des voies respiratoires. Néanmoins, elle s'avère indispensable, voire salvatrice en cas de suspicion d'obstruction des voies respiratoires supérieures (cornage, détresse respiratoire).

La sonde orotrachéale peut être laissée en place pour le réveil si elle est bien fixée, ou être remplacée par une sonde nasotrachéale.
Si le praticien choisit de ne pas laisser la sonde en place pour le réveil, l'extubation doit être tardive, après réapparition du réflexe laryngé et après la déglutition (Portier et Levionnois, 2010).

Un moyen de lutte complémentaire contre une obstruction des voies respiratoires lors du réveil des chevaux est l'utilisation quasi systématique d'un spray de solution de phényléphrine (Néosynéphrine ®, à la dose de 10 mg dilué dans 20 ml) dans chaque naseau. Cela entraine une vasoconstriction, limitant l'œdème (Lukasik et al, 1997).

En dernier recours, devant une obstruction sévère des voies et /ou l'impossibilité de re-sonder l'animal, une trachéotomie d'urgence peut être réalisée.

❖ *Le positionnement confortable et sécuritaire de l'animal :*

Suite à une intervention chirurgicale en décubitus latéral, il faut veiller à placer le cheval dans le box de réveil du même coté, afin d'éviter ou d'aggraver une hypoxémie, qui constitue une séquelle fréquente de l'anesthésie générale. En effet, particulièrement lorsque la durée de la chirurgie est prolongée, on note l'apparition d'une atélectasie compressive des lobes caudaux des poumons du côté du décubitus. Au réveil, les besoins

de l'animal en oxygène sont majorés, et il est indispensable de tirer le meilleur parti des lobes pulmonaires fonctionnels (et donc de les garder du côté opposé à celui du décubitus).

Le cheval doit être confortablement allongé, les zones saillantes du corps si possible sur des matelas, le membre antérieur inférieur tiré vers l'avant, le postérieur vers l'arrière, afin de soustraire ces membres au poids du corps et d'éviter le risque d'apparition de complications telles que myopathies et neuropathies (par exemple : la compression du n. scapulaire au niveau de l'antérieur). Il faut également supporter la tête de l'animal afin de prévenir l'apparition d'une paralysie faciale, et utiliser un licol sans anneau en métal pour la même raison.

- *Les soins de confort :*

En cas de décubitus prolongé, plusieurs soins sont conseillés, comme la lubrification de la cornée, de la langue, le séchage du corps, le massage et le réchauffement du cheval. Tout cela favorise la bonne évolution du réveil. Il est préférable de déferrer les chevaux avant la chirurgie, afin de prévenir les blessures liées aux fers lors du couchage et du réveil (Portier et Levionnois, 2010).

Il peut être nécessaire de vider la vessie du cheval avant de le déplacer dans la salle de réveil. Une vessie pleine entraine une agitation, plus fréquemment chez les mâles que chez les femelles, et également un sol plus glissant si le cheval vient à uriner (Driessen, 2005).

D'autre part, Pour certains chevaux ayant tendance à avoir un comportement violent, des protections rembourrées peuvent être mises en place, comme par exemple, un casque en cuir ou un bonnet rembourré lors de chirurgie au niveau de la tête, et/ou des bandages rembourrés (Driessen 2005).

Enfin, un cathéter intraveineux (avec prolongateur) est systématiquement laissé en place pendant le réveil afin de pouvoir ré-induire le patient en cas de réveil précoce, et administrer divers traitements lors de la survenue d'une complication. (Portier et Levionnois, 2010).

- Un monitoring simple et fiable

Il est bien sur indispensable d'assurer une surveillance du cheval durant la phase de réveil : le patient n'étant plus branché aux appareils de monitoring, cette surveillance s'en trouve simplifiée. Elle repose sur l'observation directe des signes cliniques, et

permet à la fois de surveiller les fonctions vitales du patient ainsi que d'évaluer son retour progressif à l'état de conscience. Ce monitoring comprend une surveillance basique des fonctions cardiorespiratoires : on s'assure que le cheval respire en évaluant le soulèvement de la cage thoracique et de l'abdomen, le va-et-vient de l'air à l'entrée de la sonde, les bruits respiratoires plus ou moins audibles. L'évaluation de la couleur des muqueuses et du temps de recoloration capillaire permet de s'assurer de la bonne perfusion des tissus. Le retour d'un tonus lingual et du reflexe de déglutition, l'apparition suivi de la disparition d'un nystagmus, l'apparition de mâchonnements, le renforcement du réflexe palpébral sont autant d'indices permettant d'évaluer le degré de réveil du cheval et par là même sa capacité à se relever en toute sécurité.

- Les traitements post opératoires

Tout traitement en postopératoire qui assure une bonne analgésie et une bonne sédation de l'animal concoure à l'amélioration de la qualité du réveil. On cherche à obtenir un cheval calme, non douloureux, prenant son temps pour exhaler les gaz anesthésiques résiduels avant de tenter de se lever (Hubbel, 2005). Cela réduit les risques de blessure.

Utilisés de façon appropriée, les anesthésiques locaux, les alpha2agonistes, les opioïdes, les anti-inflammatoires non stéroïdiens peuvent être administrés par voie systémique, en intra-articulaire, en épidurale, ou localement, avant, durant ou après la chirurgie, afin d'obtenir une combinaison analgésie/sédation qui perdure jusqu'en phase de réveil (Driessen, 2005). L'oxygénation peut également s'avérer utile, les besoins en oxygène étant important au cours du réveil (Taylor, 2002, Hubbel, 2005).

D'autre part, en présence d'une complication, un traitement spécifique doit être rapidement mis en place.

- *La sédation en post opératoire*

Il est reconnu qu'une sédation en début de phase de réveil améliore ce dernier (Santos et al. 2003).

L'administration d'alpha2agonistes (romifidine, xylazine, détomidine, médetomidine, dexmedetomidine, ces deux dernières molécules étant sans AMM chez le cheval) permet de maintenir le patient en décubitus jusqu'à ce qu'il soit apte à se lever calmement.

L'acépromazine est employée en cas de myosite. Son administration maintien l'animal au calme et induit une vasodilatation qui favorise la perfusion musculaire.

Les benzodiazépines soulagent les crampes, mais la myorelaxation ne favorise pas le relever.

- *L'analgésie en post opératoire*

La prise en charge de la douleur est essentielle afin d'améliorer la qualité du réveil et d'en diminuer la durée (Clarke, Clutton et al, 2008).
Dans notre arsenal thérapeutique, nous avons à notre disposition les opioïdes, (morphine, butorphanol), les AINS (flunixine de méglumine, phénylbutazone), les anesthésiques locaux (bupivacaïne, lidocaïne), ainsi que les alpha2agonistes. Utilisés à bon escient, ces molécules constituent un moyen de lutte synergique contre la douleur. Ces analgésiques peuvent être employés durant toutes les phases de l'anesthésie et du réveil.

- *L'oxygénation en post opératoire*

Une oxygénation peut être mise en œuvre, dans le box de réveil, par l'intermédiaire d'une valve à la demande (200 l/min) ou par une administration passive nasale (15 l/min).
La valve à la demande permet une administration sous pression, ce qui favorise la ventilation pulmonaire. Cependant cet appareil ne peut rester en place lorsque le cheval se lève car cela pourrait détériorer la valve.
L'administration passive (via un tuyau de PVC d'environ 1 cm de diamètre relié à une source d'oxygène située de préférence en dehors du box, placé directement dans les naseaux ou dans la sonde trachéale) ne permet pas de ventiler les poumons, mais seulement d'enrichir en oxygène l'air inspiré. Ce tuyau présente l'avantage de pouvoir être laissé en place même si le cheval se réveille seul, vu qu'il tombe lors du relever et peut être tiré à l'extérieur du box. (Portier et Leviennois, 2010)

Cette supplémentation peut être mise en place chez tous les animaux, et est particulièrement recommandé lorsque le cheval ne respire pas spontanément, ou lorsque l'on prévoit un réveil prolongé.

On rappelle que l'administration d'oxygène, si possible avec une valve à la demande, participe au traitement de l'hypoxémie et de l'œdème pulmonaire (Portier et Levionnois, 2010).

❖ *Les traitements spécifiques des complications*

Les traitements des principales complications rencontrées au cours du réveil anesthésique du cheval ont été développés précédemment. Leur efficacité repose principalement sur l'anticipation des problèmes et la rapidité d'intervention de l'anesthésiste.

❖ *Le recours à des molécules aux propriétés antagonistes*

Les alpha2agonistes peuvent être antagonisés, mais le sont rarement en pratique chez le cheval. Leurs propriétés sédatives et analgésiques participent au bon déroulement du réveil. Le flumazénil permet de contrer les effets des benzodiazépines (diazépam, midazolam). Il est, lui aussi, rarement employé. (Di Concetto et al, 2007).

❖ *Le recours à des produits aux propriétés énergisantes*

L'administration de solutés à base de glucose 5 % apporte de l'énergie aux poulains et aux chevaux épuisés. Cependant, l'utilisation de ces produits reste empirique et manque d'investigation clinique prouvée. (Steffey et al, 2002).

c) Les différentes techniques de réveil assisté

La majorité des hôpitaux équins offre un éventail d'options pour venir en aide au cheval durant son réveil. Cela comprend des techniques simples comme la présence de personnel qualifié à l'intérieur du box de réveil afin d'assister le cheval manuellement, l'utilisation de cordes afin de stabiliser la tête et la queue lorsque l'animal se relève, ou encore le recours à un coussin d'air gonflable. Bien que ces méthodes de réveil semblent convenir à la vaste majorité des patients, elles peuvent s'avérer insuffisantes lors de cas plus complexes, par exemple pour des chevaux présentant des problèmes orthopédiques majeurs (Young et Taylor 1993, Johnston et al, 2002). Des techniques plus sophistiquées peuvent alors être utilisées, comme le réveil dans un harnais ou dans une piscine, afin d'éviter toute blessure pouvant compromettre le succès de la chirurgie.

Chaque méthode de réveil assisté possède ses avantages et ses inconvénients, et de nombreux facteurs doivent être pris en compte pour sélectionner celle qui conviendra le mieux au patient anesthésié.

- Personnel à l'intérieur du box de réveil assistant le patient manuellement

Cette technique est basée sur un concept selon lequel le cheval doit être maintenu en décubitus latéral le plus longtemps possible, c'est-à-dire jusqu'à ce que différents signes (arrêt du nystagmus, retour de la tonicité de la langue, de la mastication, de la déglutition, réponses normales aux stimuli extérieurs) indiquent que le patient a récupéré suffisamment de fonction mentale et de force musculaire (Taylor et al 2002, Taylor, 1999).

Pour cela, une personne expérimentée s'agenouille derrière la tête du cheval avec un genou sur l'encolure et les deux mains tenant la tête, soulevant le nez de l'animal et le tirant vers l'arrière. Cela empêche le cheval de lancer sa tête ventralement, ce qui correspond à un mouvement essentiel pour le passage en position sternale avant de se relever. Grace à cette méthode, le patient ne peut se relever avant d'être fin prêt , un cheval trop faible étant incapable de surpasser la résistance de l'assistant. Une deuxième personne peut se tenir derrière la croupe du cheval et agripper la queue lorsque le cheval est autorisé à se lever. On peut considérer placer le cheval sur un matelas si l'on prévoit un réveil de durée supérieure à une heure. Lorsque l'on juge que le cheval à regagné suffisamment de force et de conscience, il est autorisé à rouler en sternal. Une fois le cheval debout, les assistants doivent immédiatement attraper le licol et la queue afin d'immobiliser le patient jusqu'à ce qu'il fasse preuve d'une coordination suffisante pour marcher sans risque. Seules les personnes ayant une certaine expérience des réveils peuvent assister manuellement les chevaux (Driessen 2005).

Cette méthode est particulièrement adaptée aux chevaux calmes, de petit gabarit : les poneys, les poulains (Steffey, 2005).

<u>Avantages</u> : Cette méthode ne nécessite pas de matériel supplémentaire, et les patients bénéficient d'une surveillance rapprochée.

<u>Inconvénients</u> : Elle requière un personnel entrainé, et s'avère potentiellement dangereuse pour les manipulateurs, en particulier avec des animaux supportant mal la contrainte (Driessen, 2005, Portier et Leviennois, 2010).

- La méthode des cordes au niveau de la tête et de la queue

Cette méthode est très similaire à l'assistance manuelle et est basée sur le même concept (Taylor 2002, Hubbel 2005).

Elle peut être utilisée dans quasiment toutes les salles de réveil ; elle nécessite seulement la présence d'anneaux dans les coins (ou les murs) opposés du box et/ ou d'ouvertures dans les portes avant et arrière pour y faire passer les cordes. Cet

appareillage basique permet le contrôle des cordes depuis l'extérieur, et évite que ces dernières ne s'emmêlent si le cheval vient à se retourner.

Les cordes (idéalement des cordes d'escalade d'au moins 2 cm de diamètre) sont attachées au licol et à la queue et passées dans des anneaux muraux. Lorsque le cheval parait réveillé et suffisamment fort pour se lever, l'assistant quitte sa position près de la tête du cheval. Au minimum deux personnes doivent être présentes. Elles peuvent aider le cheval à passer d'un décubitus latéral à sternal puis en position debout en tirant sur les cordes, tout en gardant une distance de sécurité et en aidant le cheval à maintenir son équilibre. La tension sur la corde de la queue freine le mouvement en avant lorsque le patient se relève. Il est important de veiller à ne pas trop tirer sur la corde de tête, la plupart des chevaux utilisant leur encolure comme balancier. Une fois debout, les deux cordes aident le cheval à se stabiliser et minimisent l'ataxie.

Cette méthode est particulièrement adaptée aux chevaux nerveux, ayant subi une anesthésie prolongée, présentant une faiblesse musculaire ou des déficits neurologiques peut prononcés.

Avantages : Elle offre une meilleure protection du personnel comparée à la méthode exposée précédemment. Un plus grand nombre de personnes peuvent participer. D'autre part, le cheval attaché n'utilise qu'environ un tiers du box de réveil, ce qui peut s'avérer particulièrement utile si la salle est trop grande pour le patient.

Inconvénients: Cette méthode requière la présence d'anneaux au mur, les nœuds peuvent se défaire précocement, le cheval peut se défendre contre l'immobilisation de la tête. Là encore, le personnel doit être entrainé (Steffey, 2005).

- L'utilisation d'un matelas gonflable

Le réveil d'un cheval sur coussin gonflable a précédemment été décrit comme améliorant significativement la qualité du réveil (Mc Murphy, 1998). L'idée directrice est toujours la même : maintenir l'animal couché jusqu'au retour d'une force musculaire et d'un état de conscience suffisant, en évitant toute blessure du personnel.

Le système est composé idéalement d'un coussin gonflable en vinyle robuste, placé sur un matelas en mousse, les deux recouvrant la totalité du box. Le patient encore anesthésié est placé au centre du box, sur le matelas dégonflé. Les portes sont fermées, le cheval demeure seul dans le box de réveil. Le coussin est rapidement gonflé, à l'aide d'une pompe située à l'extérieur de box. Cette couche d'air empêche le cheval de rouler en décubitus sternal et de se relever prématurément. Elle permet également d'éviter les blessures lors tentatives violentes et mal contrôlées de la part de l'animal. Le coussin

d'air assure un soutien uniforme des différentes parties du corps, ce qui participe au confort de l'animal et empêche l'apparition de complications nerveuses ou musculaires. Lorsque le patient est jugé apte à se relever, le coussin est rapidement dégonflé. Dès que le coussin est plat, le cheval peut se mettre en position sternale, prendre appui sur le sol et se relever sans risque.

Cette méthode est particulièrement adaptée aux chevaux nerveux ou excités, ayant subi une anesthésie prolongée, ou présentant une faiblesse musculaire.

Avantages: Elle permet de contrer les tentatives trop précoces de relever, améliore la qualité du réveil, et ne nécessite pas d'entrainement spécifique de la part du personnel.

Inconvénients : Le coût additionnel du matelas et de la pompe est à prendre en compte. Au préalable, le retrait des fers est indispensable (Steffey, 2005).

- Les différents systèmes de suspension

Ce type d'assistance peut être installé tardivement dans la phase de réveil, suite à la multiplication d'essais infructueux pour se relever, ou bien lors de suspicion de neuropathie ou de myosite. Il peut également être envisagé en première intention chez un sujet à risque (chirurgie orthopédique, animal débilité). Les différentes méthodes décrites ici impliquent toutes un système de treuil pour assurer la suspension.

- *Le lift pour grands animaux*

Le lift pour les grands animaux (Large animal lift, LAL) à été développé récemment. Il s'agit d'un harnais basique, robuste, simple et léger, pouvant être mis en place sur un cheval couché. Il se compose d'une barre en aluminium, à laquelle sont attachées deux sangles destinées à entourer le poitrail et l'abdomen. Cet appareillage s'avère particulièrement utile pour les chevaux incapables de se relever seuls. Lorsque le cheval tente de passer d'un décubitus latéral à sternal, il est tout simplement soulevé du sol à l'aide du monte charge, et placé en position debout. Des cordes au niveau de la tête et de la queue aident à la stabilisation.

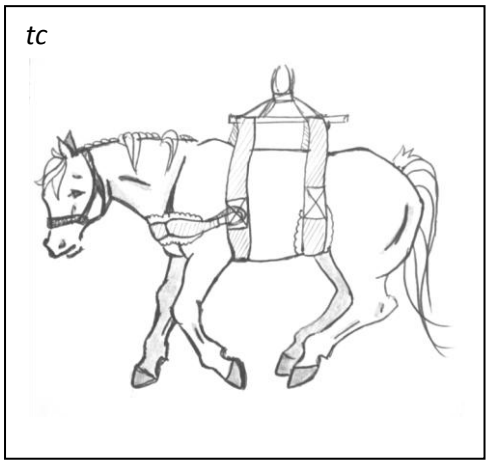
Cette méthode est intéressante pour les chevaux lourds ou présentant une fatigue musculaire importante, ainsi que les chevaux atteints de myopathies et/ou neuropathies modérés.

Avantages: L'équipement est léger et facile à utiliser.

Inconvénients: Un treuil doit être présent dans la salle de réveil. L'animal doit être coopératif et le personnel entrainé. D'autre part, il existe un risque de strangulation des tissus si les sangles trop fines (Steffey, 2005).

***Figure n°2 : le système de lift pour grands animaux (large animal lift ou LAL),***

*D'après Steffey E. P .(ed.)International Veterinary information service (www.ivis.org), 2005*




❖ *Le système de sling*

Ce type de harnais est particulièrement recommandé pour les chevaux ayant subis une chirurgie de réparation de fracture, avec mise en place de fixateurs internes, externes, et/ou d'un plâtre transfixant. Pour ces patients, le moindre trébuchement, le report d'un poids excessif sur le membre opéré peut avoir des conséquences graves : fracture secondaire, rupture de l'implant, pouvant mener à l'euthanasie. Son usage est bien sûr également conseillé chez les chevaux présentant des problèmes musculo-squelettiques ou neurologiques, ainsi que pour les chevaux en mauvaise condition physique.

Le harnais doit être mis en place sur cheval encore anesthésié. Si l'on décide d'y avoir recours après plusieurs tentatives infructueuses de relevé, il est préférable de re-anesthésier le cheval ou du moins de le tranquilliser fortement. Lorsque le cheval parait réveillé et tente de se relever, le harnais doit être soulevé jusqu'à ce que les sabots quittent le sol, puis redescendu afin que l'animal puisse prendre appui sur ces quatre membres. Si le cheval est suffisamment réveillé, il se tiendra debout seul.

Il existe trois types de slings différents :

*Le sling-shell recovery system* possède de larges bandes de tissus afin d'éviter la compression tissulaire au niveau du passage des courroies. Le *liftex large animal sling* est une variante du modèle. Doté d'un empiècement supplémentaire au niveau de l'arrière

du cheval, il empêche ce dernier de glisser et de se retrouver en position de chien assis. C'est un modèle utilisé dans de nombreux hôpitaux, pour les chevaux présentant un traumatisme musculo-squelettique important avant la chirurgie, car il assure une induction et un transport de l'animal sans risque (Steffey, 2005).

*L'Anderson sling* soutient l'appareil squelettique du cheval en répartissant équitablement le poids de l'animal entre les différentes courroies. (Driessen 2005). Ce dernier semble être le plus confortable pour l'animal, il n'interfère pas avec les muscles, les nerfs, ni la fonction respiratoire du patient (Portier et Leviennois, 2010). De plus, il est possible de modifier la distribution du poids du cheval entre l'avant et l'arrière, la gauche et la droite et de s'adapter ainsi aux besoins de chaque patient. D'autre part, son confort permet de l'utiliser sur de longues périodes de convalescence post-chirurgie (des semaines, voire des mois).

Un modèle suisse, *l'Helicopter net*, pratique, plus léger et moins couteux que l'Anderson sling, est également disponible (Portier et Leviennois, 2010).

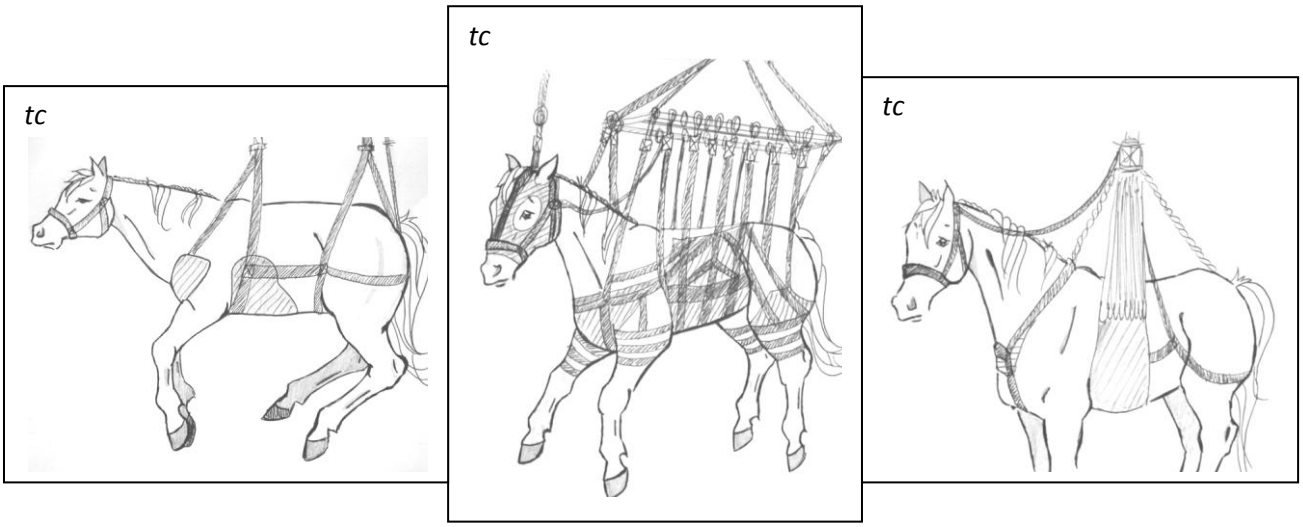



***Figure n°3: Exemples de systèmes de suspension en box de réveil :(de gauche à droite): le Sling-Shell-System, l'Anderson Sling et l'Helicopter net,*** *D'après Steffey, IVIS, 2005, Portier, Prat.Vet. Eq vol .42, n °168,44, 2010*

Ces méthodes, reposant sur l'utilisation de harnais plus ou moins élaborés, est intéressante pour les chevaux subissant des chirurgies orthopédiques majeures (en particulier pour les fractures des os longs), les chevaux présentant des atteintes

majeures des tissus mous, les chevaux atteints de neuropathies, ou encore les chevaux en mauvais état.

Avantages: Le système de sling permet d'éviter de charger le membre atteint, les blessures liées à la fatigue musculaire ou à un dysfonctionnement neurologique. Ces différentes méthodes demeurent également moins onéreuses qu'une piscine de réveil.

Inconvénients: Cela requière la présence d'un treuil dans le box, et un animal coopératif. Dans la majorité des cas, le harnais est difficile à mettre en place sur cheval couché. Les forces ne sont pas réparties uniformément (sauf dans le cas de l'Anderson sling), ce qui à tendance à comprimer le thorax et parfois même la trachée au niveau du plastron de poitrail, rendant la respiration difficile : Si le cheval est mal positionné, il peut être victime d'une hypoxémie majeure. L'utilisation des slings nécessite évidemment un personnel entrainé (Steffey, 2005).

- *La piscine de réveil*

Cette méthode est peu utilisée en Europe, compte tenu notamment du coût des infrastructures. Elle est chronophage, et nécessite la présence d'un personnel entrainé.

Réveiller un cheval dans une piscine peut être extrêmement utile dans certains cas extrêmes : par exemple lors de fracture des os longs, de traumatisme étendu des tissus mous, d'atteinte nerveuse centrale ou périphérique, mais également lorsque l'on se trouve face à un cheval au tempérament ingérable (Hubbel, 2005). L'amortissement des chocs par l'eau apporte une grande sécurité au réveil (Portier et Levionnois, 2010).

Il existe deux types de piscines de réveil :

*Le système d'hydro pool*: il s'agit d'un couloir d'eau (d'environ 4 m de long sur 1.2 m de large, pour 2.6 m de fond). La profondeur est modulable, le sol s'abaisse et se monte rapidement grâce à un système hydraulique. L'eau est chauffée à température corporelle.
Après la chirurgie, le cheval encore anesthésié et sondé est soulevé jusqu'à la piscine, via un système de sling. Un coussin de flottaison est placé autour du cou, afin d'empêcher que le cheval ne se noie. Deux cordes sont attachées au licol afin de soutenir la tête et de contrôler son mouvement au cours du réveil. Le harnais est laissé en place après immersion du corps, sans toutefois en supporter le poids. Dans la piscine, le cheval doit être étroitement surveillé pour tout signe de détresse respiratoire ou de dysfonctionnement cardiovasculaire. Une valve à oxygène peut être utilisée si nécessaire. Lorsque le cheval est considéré comme étant suffisamment réveillé, le sol de la piscine est remonté jusqu'à ce qu'il touche les sabots, afin que le cheval puisse

prendre appui. Le sol est ensuite remonté jusqu'à ce que l'eau arrive à mi-thorax : le coussin de flottaison, les cordes et le harnais peuvent alors être retirés en toute sécurité. Enfin le sol de la piscine est remonté au maximum. Le patient peut alors marcher hors de la piscine, regagner son box où il sera consciencieusement séché.

La complication la plus fréquemment rapportée est le développement d'un œdème pulmonaire (avec 17% de risque d'apparition) (Driessen 2005). Le cheval peut également souffrir de petites abrasions, auto-infligées lors de mouvements brusques dans le couloir d'eau. Afin de diminuer le risque de déhiscence des plaies chirurgicales et d'infection secondaires, il est nécessaire de réaliser des sutures parfaitement étanches sur plusieurs plans et d'utiliser des bandages imperméables.

*Le système de pool raft* (système de canot pneumatique) : Le seul système de ce style est situé à l'université de Pennsylvanie, avec une piscine de réveil ronde d'environ 7 m de diamètre et 3.5 m de profondeur. L'eau est chauffée à température corporelle.
Après la chirurgie, le cheval est treuillé et placé dans un canot pneumatique au centre de la piscine. Le canot comporte quatre manchons étanches pour les membres et un coussin pneumatique additionnel pour la tête. Cette dernière est également soutenue à l'aide de cordes. Le cheval est étroitement surveillé et est treuillé hors de la piscine après son réveil.

Comparée à la première méthode, les plaies et les bandages restent secs, ce qui réduit le risque d'infection des plaies chirurgicales, le risque d'œdème pulmonaire est également diminué, voire inexistant. Là encore cette méthode est intéressante pour les chevaux à haut risque : ceux présentant des fractures des os longs, de la scapula ou du pelvis, des traumatismes majeurs des tissus mous, ou encore des maladies neurologiques centrales ou périphériques. Font également partie de cette catégorie les chevaux en mauvaise condition physique, ainsi que les animaux au comportement agressif, voire violent, qui paniquent facilement lorsqu'il se retrouvent dans un environnement clos (le box de réveil).

Avantages des réveils en piscine: Ils permettent une réduction significative de l'incidence des blessures de l'appareil musculo-squelettique au réveil, chez les patients à haut risque. Le temps de réveil est en moyenne plus court. Les piscines peuvent également être utilisées pour la physiothérapie.

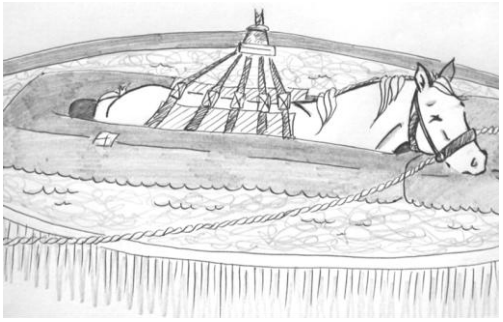
Inconvénients: Il existe un risque non négligeable de développement d'un œdème pulmonaire avec l'hydro-pool : en effet les poumons du cheval se retrouvent sous la ligne de flottaison et des pressions négatives sont engendrées lors de la respiration forcée (Portier et Levionnois, 2010). Le risque d'infection de la plaie chirurgicale est majoré (en particulier avec un réveil dans l'hydro-pool), les bandages et les plâtres peuvent rester mouillés. En addition, le coût de l'utilisation et de la maintenance de tels systèmes est

non négligeable. Il existe une limitation concernant  la corpulence des chevaux (compte tenu de  la taille de la piscine ou du canot). Bien sûr, la présence d'un personnel entrainé est indispensable (Steffey, 2005).

***Figure n°4 : exemple de système de canot pneumatique (pool raft system),***

*D'après Steffey EP (Ed.) IVIS, 2005*

*tc*



Les méthodes d'assistance au réveil du cheval sont donc nombreuses. Il est fondamental de choisir la mieux adaptée à chaque patient. Ce choix est difficile, et doit être fait en fonction de la condition physique de l'animal, et du type de chirurgie subie. La décision nécessite  bien sûr la prise en compte de la disponibilité des équipements et du degré de compétence du personnel présent. Les principaux critères de choix sont rapportés dans le tableau ci –après.

***Tableau n°II: Les critères de sélection des différentes méthodes de réveil assisté,***

*D'après Steffey E.P. (Ed.)IVIS, 2005*

| **Critères de sélection des différentes méthodes de réveil assisté** |
|---|
| **Facteurs impliqués dans la sélection :** |
| **<u>Les facteurs liés au patient :</u>**<br>- Taille, poids, âge, condition physique<br>- Tempérament et expérience du réveil anesthésique |
| **<u>Facteurs liés à la blessure et/ou maladie :</u>**<br>- Type et étendue des lésions des tissus mous<br>- Type de fracture et étendue<br>- Présence de déficits neuronaux affectant la fonction motrice ou proprioceptive<br>- Présence d'une maladie nerveuse centrale (historique de perte de connaissance) |
| **<u>Facteurs liés à la chirurgie :</u>**<br>- Technique chirurgicale utilisée<br>- Site et caractère invasif de la procédure chirurgicale<br>- Localisation et taille du plâtre ou du bandage<br>- Degré de destruction tissulaire lié à la chirurgie |
| **<u>Facteurs liés à l'anesthésie :</u>**<br>- Protocole anesthésique et molécules utilisées<br>- Durée de l'anesthésie<br>- Protocole analgésique utilisé et adéquation avec le contrôle de la douleur en intra-opératoire<br>- Options pour l'analgésie en postopératoire/ pré-réveil<br>- Présence de complications en intra-opératoire (ex : problème cardiorespiratoire majeur) |
| **<u>Facteurs liés aux installation/ à l'équipement :</u>**<br>- L'aménagement du box de réveil<br>- La disponibilité des équipements (cordes, matelas, treuil, harnais) |
| **<u>Facteurs liés au personnel :</u>**<br>- Main d'œuvre<br>- Habitude des techniques de réveil assisté |

*Malgré la mise en place de nombreux soins, l'attention portée au patient et le développement des différentes méthodes d'assistance au réveil, il existe toujours un risque d'apparition de complication, comme nous le rappellent les taux élevés de morbidité et de mortalité en anesthésiologie équine. Le rôle de l'anesthésiste est de prévenir l'apparition de ces problèmes, en contrôlant au mieux cette phase. Dans ce but, il est donc fondamental d'identifier et de maitriser les différents facteurs pouvant influencer la qualité du réveil.*

*Pour cela, il est dans un premier temps nécessaire d'être capable d'évaluer, de la façon la plus précise et objective possible, la qualité de chaque réveil.*

## II) Evaluation de la qualité du réveil d'anesthésie générale chez le cheval :

Quelque soit le sujet d'une étude, il est dans un premier temps nécessaire d'en paramétrer les différentes composantes, à l'aide d'une méthode de mesure fiable et reproductible. En anesthésiologie équine, on souhaite évaluer la qualité du réveil auquel on assiste et être en mesure de le comparer à d'autres réveils précédemment rencontrés, ainsi qu'aux réveils pris en charge par les confrères du monde entier.
L'évaluation du réveil a deux objectifs ; d'une part nous permettre d'améliorer les diverses techniques anesthésiques actuellement pratiquées, d'autre part d'établir la valeur et l'utilité de nouveaux outils anesthésiques (nouveaux protocoles, nouvelles infrastructures, nouvelles méthodes d'assistance, etc). Différents outils de mesure, plus ou moins facile à utiliser, et présentant des degrés de précision et d'objectivité variés, sont disponibles.

De nombreux systèmes de notation ont été créés par le passé, notamment pour comparer différents protocoles, afin de réduire les risques anesthésiques chez le cheval. On remarque que la majorité de ces outils ont été élaborés afin d'évaluer la qualité d'un réveil non assisté.

Différents paramètres ont été pris en compte, comme entre autres: le nombre d'injections sédatives réalisées au cours de la phase de réveil, le temps écoulé avant la déglutition et l'extubation trachéale, le temps écoulé jusqu'au premier mouvement, jusqu'au passage en décubitus sternal, la présence de tremblements en décubitus latéral, l'agitation et la nervosité durant cette phase, le temps écoulé avant le décubitus sternal, le nombre de tentatives pour rouler dans cette position, l'agitation et la nervosité au cours du décubitus sternal, le nombre de tentatives pour se relever, le temps écoulé jusqu'au lever, la température de l'animal en début de phase de réveil, ou encore la prise en compte de paramètres cardiovasculaires et respiratoires (Auer et al. 1978, Whitehair et al.1993 ; Matthews et al. 1998 ; Donaldson et al 2000, Hubbel, 1999, Taylor et al 2001, Clarke et al, 2008).

Ces paramètres variés constituent les piliers sur lesquels s'appuient, de manière plus ou moins consciente, les observateurs lors de l'évaluation de la qualité du réveil.

En effet, certains préfèrent avoir recours à des outils subjectifs (comme une échelle visuelle analogique) d'autres, souvent moins expérimentés et/ou désireux d'effectuer

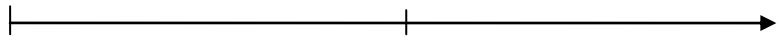
une évaluation incontestable, se reposent sur des méthodes de notation plus objectives pour les guider dans cette tâche délicate.

1) Les méthodes subjectives d'évaluation du réveil

❖ *L'échelle dichotomique subjective (Dichotomic subjective scale ou DSS)*

Elle se compose uniquement de deux éléments : « bon » ou « mauvais » réveil.
Cet outil binaire, simple d'utilisation et facile à analyser, présente cependant un caractère abrupt, ne permettant pas de nuancer ou d'affiner l'observation. La variabilité inter-observateur est bien entendu non négligeable, l'évaluation dépendant de l'expérience de la personne, et de sa sensibilité propre (Portier et al, 2010).

❖ *L'échelle visuelle analogique (Visual analogue scale ou VAS )*



*Pire réveil possible* *Meilleur réveil possible*

Il s'agit d'une ligne continue de 10 cm, pouvant être améliorée en y ajoutant un descriptif aux extrémités.
Cet outil est lui aussi simple d'utilisation, et on y a recours dans de nombreuses situations : afin d'évaluer la qualité du réveil en général, mais également l'attitude du cheval en box de réveil**,** sa réponse à un stimulus auditif ou tactile, le degré de douleur ressentie, le degré de sudation, d'ataxie, ou encore l'importance des bruits respiratoires (Hubbell 1999).

La fiabilité de la VAS dépend de l'expérience de l'observateur et de son acuité visuelle : en effet cette dernière influence la capacité de l'évaluateur à marquer correctement la ligne ! (Holton et al.1998). Un autre problème majeur lors de l'utilisation de la VAS est le manque de précision dans les valeurs extrêmes : la vision que l'on se fait des meilleurs réveils comme des pires possibles sont excessivement subjectifs : les observateurs doivent se représenter les réveils extrêmes en se basant sur leur propre expérience, ou le plus souvent sur leur imagination.
La VAS encourage également une certaine variabilité inter-observateur, mais reste tout de même plus sensible que de simples échelles descriptives car elle évite les catégories prédéfinies (Firth et Haldane 1999).

- *L'échelle descriptive simple (Simple descriptive scale ou SDS)*

Exemple : réveil Excellent, Bon, Passable, Mauvais.

Il s'agit là aussi d'un outil facile à utiliser, qui demeure subjectif et présente une variabilité inter-observateur indéniable. La réponse manque de précision et ne permet pas de détecter de petites variations. De plus, ce type d'échelle à tendance à affaiblir les réponses extrêmes. La sensibilité et faible et dépend là encore de l'expérience de l'observateur (Portier et al, 2010).

- *L'échelle numérique de scoring (Numerical rating scale ou NRS)*

La notation peut aller de 5=excellent à 0=le pire réveil possible (Young et Taylor 1993, Matthews et al, 1998, Taylor et al, 2001, Valverde et al, 2005) ou à l'inverse de 1=excellent (le cheval est capable de se relever dès la première tentative) à 5= très pauvre (agitation sévère au cours du réveil avec blessure du cheval,Ringer et al 2007).

***Tableau III : Exemple d'échelle numérique d'évaluation du réveil d'anesthésie générale chez le cheval,*** *D'après Taylor et Young, (1993)*

| Score attribué | Traduction clinique |
|---|---|
| Score 5 | Meilleur réveil possible : pas d'ataxie, pas de lutte, se relève à la première tentative en étant parfaitement conscient |
| Score 4 | Légère ataxie et chancellement, se relève à la première ou deuxième tentative, pas de perte d'équilibre majeure |
| Score 3 | Cheval ataxique et chancelant, quelques tentatives ratées pour se relever, ataxique une fois debout |
| Score 2 | Excitation, pédalage en décubitus, de nombreuses tentatives pour se relever, ataxie sévère une fois debout, peut tomber, risque de blessures auto infligées |
| Score 1 | Excitation en décubitus, tentatives ratées pour se relever persistantes, ataxie sévère et chute une fois debout, déambulation, risque élevé de blessures auto infligées |
| Score 0 | Pire réveil possible : animal très violent, blessures auto infligées, lutte prolongée ou incapacité à se relever 2 h après la fin de l'anesthésie |

Ce type d'échelle permet d'évaluer de nombreuses situations : Matthews et ses associés en 1998, l'ont par exemple utilisé afin d'évaluer la durée du décubitus ainsi que le degré de coordination une fois le cheval debout.

Les résultats obtenus sont faciles à mettre en tableaux et à analyser (opérations statistiques, représentations graphiques). Cependant, cette méthode implique des différences égales entre chaque catégorie, ce qui en pratique est difficile à respecter. De plus, comme toutes les échelles discontinues, elle manque de nuance, et la variabilité inter-observateur reste importante (Vettorato et al, 2009).

2) Les systèmes objectifs d'évaluation du réveil

La quête d'objectivité est une composante majeure de l'expérimentation scientifique. Des systèmes d'évaluation reposant directement sur des paramètres physiologiques et /ou comportementaux du cheval ont été mis en place dans cet optique. On cherche à réduire le plus possible le degré de variation entre les observateurs. Ce type d'échelle permet notamment à une personne moins expérimentée d'effectuer d'avoir des résultats fiables.

Ces systèmes objectifs se présentent sous la forme d'échelles multi dimensionnelles, dans lesquelles chaque aspect du réveil du cheval est analysé et noté.

❖ *Les échelles composites multidimensionnelles*

Il en existe différents modèles, chaque évaluateur ayant tendance à crée sa propre échelle, celle qui correspond le mieux à ses habitudes de surveillance de l'animal, ainsi qu'aux contraintes auxquelles il doit faire face lors de son étude.
Cependant, toutes demeurent globalement montées selon le même schéma : l'attitude générale du patient, et les étapes successives du réveil sont notés, et cela en fonction du degré d'activité de chaque phase (activité en décubitus, passage en sternal, nombre de tentatives pour passer en sternal, phase sternale, passage debout, le nombre de tentatives pour se lever, l'équilibre et la coordination du cheval, etc). (Donaldson et al.2000 ; Whitehair et al. 1993). Afin de se faire une idée plus précise de l'outil, un exemple d'échelle composite suit.

***Tableau n°IV : Exemple de système de notation multidimensionnel pour l'évaluation de la qualité du réveil chez les chevaux suite à une anesthésie volatile.*** *Extrait de l'étude de Donaldson et al, 2000*

| Composantes du réveil | Scores associés |
|---|---|
| Attitude générale | 1-10 |
| Activité en décubitus | 1-5 |
| Le passage en position sternale | 1-10 |
| Le nombre de tentatives pour passer en position sternale | 1-4 |
| La phase sternale | 1-10 |
| Le passage en position debout | 1-10 |
| La force de l'animal | 1-6 |
| Le nombre de tentatives pour se relever | 1-4 |
| L'équilibre et la coordination | 1-10 |
| Démarche bouletée saccadée | 1-5 |
| Score total | 10-74 |

- *L'échelle dichotomique objective (Dichotomic objective scale ou DOS)*

Cette échelle ressemble à la précédente : Elle est composée de différents paramètres (nombre de bolus de xylazine administrés au cours du réveil, durée du réveil, nombres de tentatives pour se relever, ataxie, tremblements, position sternale, durée de la position sternale), l'évaluation de chacun d'eux permettant également d'obtenir une note. Sa particularité repose sur l'existence d'uniquement 2 choix possibles pour chaque paramètre. Les notes sont ensuite additionnées entre elles, menant ainsi à l'obtention d'un score global (variant entre 6 et 14) permettant d'évaluer la qualité du réveil assisté du cheval.

Le choix des différents paramètres constitutifs est fait en s'appuyant en partie sur les données de la littérature ainsi que sur l'expérience personnelle de l'anesthésiste créateur de cet outil d'évaluation.

***Tableau n°V: Les facteurs objectifs évalués, utilisés dans la constitution d'une échelle dichotomique objective (DOS),*** *D'après K. Portier et al, 2010*

| **Score attribuable aux facteurs :** | **+1** | **+2** |
|---|---|---|
| Nombres de bolus de xylazine administrés au cours du réveil | ≤1 | >1 |
| Durée du réveil | ≤ à la moitié de la durée de la chirurgie | > à la moitié de la durée de la chirurgie |
| Nombre de tentatives de relever | ≤2 | >2 |
| Ataxie | Non | Oui |
| Tremblements | Non | Oui |
| Qualité de la position debout | Calme | Excité |
| **Score attribuable au facteur :** | **0** | **+2** |
| Position sternale | Oui | Non |
| **Score attribuable au facteur :** | **0** | **+1** |
| Durée du décubitus latéral | >2 minutes | ≤2 minutes |

Il s'agit d'un nouvel outil prometteur ; La validité de l'échelle DOS a été testée dans une étude de 2010, réalisée par Portier et ses associés. Chacun des paramètres objectifs retenus a été comparé aux systèmes d'évaluation « subjectifs » couramment utilisés lors de l'évaluation d'un réveil d'anesthésie : l'échelle visuelle analogique (VAS) et l'échelle dichotomique subjective (DSS).

Cette étude a été réalisée sur 276 chevaux, de risque ASA variant entre 1 et 5, et âgés d'un mois à 25 ans.
Les résultats indiquent que les paramètres objectifs retenus sont significativement associés aux échelles subjectives VAS et DSS (à l'exception cependant de la présence/absence de décubitus latéral et de la durée du réveil).
Le système DOS lui-même, construit à partir de l'évaluation de ces paramètres est en accord avec les échelles subjectives VAS et DSS.
Cet outil d'évaluation objectif apparait donc comme un élément de choix dans l'évaluation du réveil anesthésique chez le cheval. (Portier et al. 2010)

*Idéalement, un système d'évaluation doit être à la fois valide, sensible et fiable. En règle générale, en anesthésiologie équine, des outils d'évaluation ont été développé « ad hoc » par différents chercheurs, en fonction de leurs propres expériences. De ce fait, il n'existe pas d'échelle universellement validée. Peu de rapports concernant l'efficacité de ces échelles ont été publiés. Portier et ses associés font le point sur ce sujet dans*

*leur article de 2010: l'échelle visuelle analogue, l'échelle dichotomique subjective ainsi que l'échelle descriptive simple, bien que facile d'utilisation, pêchent par manque de sensibilité et par excès de variabilité inter-observateur. Le recours à des échelles multi variées, basées sur l'évaluation de paramètres physiques et physiologiques, permet d'harmoniser les résultats et de les rendre plus fiables, et ce quelque soit l'expérience de l'évaluateur. Ce type d'échelle est cependant plus chronophage.*

*Dans ce foisonnement de méthodes et d'outils de mesure, l'échelle dichotomique objective apparait comme un élément de choix, à la fois fiable et facile à utiliser, dont les résultats chiffrés sont aisément analysables. Elle semble s'imposer dans l'évaluation future de la qualité du réveil du cheval, ainsi que dans l'identification et l'étude de l'impact réel des différents facteurs influençant cette phase clé de l'anesthésie.*

*Dans le partie expérimentale de cette thèse l'évaluation du réveil sera évaluer en ayant recours à la fois à la DOS, la VAS et la DSS. Cela nous permet d'obtenir des résultats d'une grande fiabilité en ce qui concerne l'impact des différents facteurs étudiés.*

## III) Les principaux facteurs influençant la qualité du réveil précédemment identifiés dans la littérature

Au cours de ces dernières années, de nombreux facteurs ont été successivement identifiés comme capables d'influencer, de manière positive ou négative, l'issue de l'anesthésie chez le cheval.

Certains reposent sur les caractéristiques intrinsèques de l'animal, tels le tempérament, l'âge, la taille ou encore le poids. D'autres sont liés au type de chirurgie réalisée, les réparations de fractures étant associées, par exemple, à un risque particulièrement élevé de complication au réveil. (Driessen 2005). D'autres enfin sont directement liés à l'anesthésie pratiquée (qualité de la maintenance, protocole utilisé, etc.).

La liste des facteurs proposés ici se veut la plus complète possible. Elle n'est cependant pas exhaustive, ni gravée dans le marbre : l'impact de certains facteurs est sujet à controverse, et cette liste est inéluctablement vouée à évoluer sous l'impulsion de nouvelles études expérimentales.

## 1) Les facteurs intrinsèques au cheval

### a) Le poids

Le poids de l'animal anesthésié aurait un impact sur la durée de la phase de réveil, mais pas d'influence significative sur la qualité de ce dernier.

En effet, selon une étude rétrospective portant sur 590 chevaux au cours d'un réveil non assisté, les animaux d'un poids inférieur à 250kg présentent un temps de réveil significativement inferieur (12 minutes, +/- 16 min), à la moyenne des autres chevaux (32 minutes, +/- 30 min). Selon cette même étude, le poids n'a cependant pas d'effet sur la qualité du réveil (évaluation « objective » basée sur le nombre de chutes, de roulades, les impacts au mur, le nombre de tentatives pour se mettre en position sternale, ainsi que pour se relever) (Wawra, 2009).
Cela semble en partie contradictoire, la durée du réveil étant, comme nous le verrons par la suite, un facteur important intervenant dans la qualité du réveil.

### b) L'âge

La population à risque semble se cantonner aux extrémités d'âge : les jeunes et les vieux chevaux. Selon Johnston et ses associés (2002), le risque de mortalité est très élevé chez les poulains de moins de un an (étude de réference prenant en compte 4780 poulains, répartis sur 62 cliniques). Il diminue chez les jeunes adultes, pour augmenter ensuite graduellement avec l'âge. Les chevaux de 14 ans ou plus apparaissent comme étant les plus à risque.
Cependant, ces résultats sont à prendre avec précaution, une étude rétrospective de Young et Taylor (1993) sur 1 314 chevaux, âgés de quelques jours à 28 ans (moyenne d'âge de 6 ans, +/- 4 ans) montre que l'âge n'influence pas la qualité du réveil (non assisté). Les auteurs reconnaissent que l'étude peut être partiellement biaisée, la majorité de la population étudiée étant composée de jeunes adultes Pursang Anglais.

*Le cas des poulains :*

Différentes explications sont proposées par Johnston et ses associées concernant leurs résultats : Le risque très augmenté mis en évidence chez les très jeunes (< 6 mois) pourrait être lié au fait que le poulain ne soit pas habitué à l'univers clinique, ce qui constitue une source de stress majeure.
Des équipements chirurgicaux et anesthésiques de taille inadéquate, ainsi que l'impossibilité de retarder la chirurgie afin de se trouver dans de meilleures conditions peuvent également être mis en cause. La « saison des poulains » est courte et intense, de

nombreux poulain anesthésiés sont malades et doivent subir une chirurgie en urgence et présentent indéniablement un risque de mortalité élevé. Par exemple, suite à une rupture de la vessie, des arythmies mortelles sont rapportées chez le nouveau né (Ridcharson et Kohn, 1983).

Cette notion d'urgence ne peut cependant pas tout expliquer, l'anesthésie de poulains pour le traitement de déformations angulaires des membres présentant également un risque élevé.

Enfin, de nombreuses différences physiologiques entre un poulain immature et un cheval adulte peuvent contribuer à expliquer ce risque. En effet, les poulains de moins de 1 mois doivent être considérés comme de véritables nouveaux nés. Peu d'autres espèces sont communément anesthésiées à ce stade de développement, et cela nécessite des pré requis spécifiques en anesthésiologie néonatale. (Johnston et al, 2002).

Il existe également des points positifs pour l'anesthésie du poulain : On remarque d'un point de vue purement clinique, que le poulain présente souvent un décubitus prolongé, position plus naturelle pour lui que pour l'adulte. Or on verra par la suite qu'un temps de réveil plus long est associé à un réveil de meilleure qualité. De plus, les poulains sont plus faciles à assister manuellement, ce qui permet un réveil sans accroc. (Portier et Levionnois, 2010).

*Le cas des chevaux âgés :*

Les chevaux âgés présenteraient un risque anesthésique augmenté. Cela peut s'expliquer facilement, les vieux animaux sont généralement plus fragiles et plus fréquemment malades, ou du moins en mauvaise condition physique. Par exemple, les très vieux chevaux peuvent développer de l'ostéoporose, ce qui constitue un risque de fracture plus important (Johnston et al, 2002).

Cependant, les chevaux plus âgés sont également susceptibles d'avoir plus d'expérience (hospitalisation, anesthésies ou sédations déjà endurées), ce qui pourrait participer à l'amélioration de la qualité de réveil (De Benedictis et al, 2009).

D'autre part, il a été mis en évidence chez les chevaux de plus de 15 ans une augmentation linéaire du temps de réveil avec l'âge. (Wawra, 2009). Pour autant, selon une étude de 2009 de Voulgaris, l'âge de l'animal anesthésié n'aurait pas d'influence significative sur la durée du réveil.

Connaitre l'impact véritable de l'âge sur la qualité du réveil n'est donc pas facile.

c) Le comportement

Le caractère du cheval semble avoir une influence sur la qualité du réveil (Whitehair et al, 1993, Leece et al, 2008).
Selon l'étude menée par Whitehair et ses associés, datant de 1993, le tempérament du cheval avant l'anesthésie gazeuse ne semble pas influencer le délai d'apparition des signes de réveil précoces (tels les mouvements de paupières, le mouvement des oreilles, de la tête et des membres) à l'exception cependant du redressement de la tête. Par contre, ce tempérament influence de manière significative les phases les plus tardives du réveil (lorsque le pourcentage end tidal est < 0.20, ou lorsque le cheval est réveillé). Ainsi, la rapidité d'apparition des signes comme le mâchonnement, l'apparition de déglutition, les premières tentatives pour se relever semblent en partie dépendre du caractère du cheval.
On conçoit en effet aisément qu'un cheval de nature craintive, voire « sur l'œil » ait tendance à s'énerver et à paniquer facilement, dès lors qu'il reprend ses esprits.

D'un autre côté, on notera qu'une étude de Donaldson datant de 2000 arrive à la conclusion inverse : les scores obtenus au cours de l'évaluation de la qualité du réveil n'apparaissent pas significativement liés à ceux relatifs au tempérament des animaux. (Echelle d'évaluation de 1= cheval brave, calme et docile, à 5= sauvage, indomptable).

D'un point de vu purement clinique, un cheval calme et placide semble tout de même présenter un meilleur réveil. Il a tendance à « prendre son temps », se relevant uniquement lorsqu'il il s'en sen capable, en toute sécurité.

d) La race

La race du cheval n'apparait pas corrélée au risque de mortalité (Johnston et al, 2002, Taylor et Young, 1993).

Cela peut paraitre surprenant, car cliniquement parlant, les animaux « près du sang », semblent généralement plus difficiles à anesthésier que les autres : L'équipe de Taylor et Young, en l'occurrence, à l'impression clinique que les pur-sang anglais à l'entrainement (qui constituent 68% de leur étude), présentant pour la plupart une fréquence cardiaque basse au repos (entre 18 et 22 bpm) étaient plus fréquemment sujet à de sévères dépression respiratoires induites par l'anesthésie. Ces pur-sang leur semblaient également plus difficiles à gérer au réveil.

De plus, chez les Pursangs Anglais, la durée du réveil assisté est plus court (Voulgaris, 2009). La raison est inconnue, on peut supposer que cela est lié au poids, plus

particulièrement au peu de masse graisseuse de ces animaux, mais d'autres différences physiques et physiologiques pourraient être incriminées.

En 1995, l'équipe de Johnston avait également rapporté un risque accru chez les cobs.

En définitive, il semble difficile de connaitre l'impact réel de la race sur la qualité du réveil. D'un point de vu clinique, les pur-sangs semblent plus délicats à anesthésier. Toutefois les données expérimentales sont moins tranchées.

e) Le statut physiologique :

Il est couramment admis que des chevaux en mauvaise condition physique, malades, supportent moins bien l'anesthésie et présentent un réveil plus difficile.

*Le cas des chevaux en coliques*

Les chevaux présentés pour coliques (et subissant une chirurgie de colique ou tout autre chirurgie abdominale en urgence) ont un taux de mortalité de 11.7%. En comparaison, lorsque l'on exclue ces cas de l'étude, le taux de mortalité chute, et n'est plus que de 0.9% (Johnston et al, 2002). La différence est majeure!
On peut tout de même se demander dans quelle mesure ces résultats témoignent uniquement du statut physiologique dans lequel le cheval se trouve. En effet, une chirurgie réalisée en urgence, quelque soit le type de procédure réalisée, souvent en dehors des horaires d'ouverture, influence de toute façon négativement l'issue de l'anesthésie.

*Le cas des juments gravides :*

Les juments gravides, en milieu ou fin de gestation constituent une autre population à risque. Le taux de survie de juments anesthésiées pour dystocie est de 77 à 92%, et le taux de mortalité est plus important chez les juments dans leur 3$^{ème}$ trimestre. (Juzwiak et al, 1990).

*Le cas des animaux débilités :*

Les animaux présentant des maladies cardiaques ou pulmonaires, les chevaux avec des maladies systémiques constituent bien sûr également une population à risque. Ils peuvent par exemple souffrir de douleurs chroniques, de cachexie, de problèmes rénaux, hépatiques ou endocrines qui assombrissent le pronostic et rendent l'anesthésie extrêmement délicate et dangereuse.

*L'impact sur la durée du réveil*

Les chevaux anesthésiés immédiatement après un effort intense, un exercice physique important (étude de 6 chevaux pursangs de course, Hubbell, 2000) à la suite d'un poulinage, ou encore les animaux présentant des signes de coliques ont un temps de réveil plus long (étude de 239 chevaux en coliques, Trim et al, 1989).
Les animaux avec des antécédents d'hypotension, d'hypoxémie sur de longues périodes (à la suite d'une hémorragie importante ou d'une endotoxémie par exemple) peuvent également prendre plus de temps pour se réveiller (Hubbell,1999).

Ainsi, on note sans surprise que les animaux malades, en mauvaise condition physique, à fortiori les chevaux en état de choc constituent une population à risque. Leur anesthésie et délicate et les complications au réveil sont nombreuses. Parmi cette population, les animaux en épisode de coliques sévères présentent le taux de mortalité le plus élevé.

f) Le genre

Selon Taylor et Young (1993) et Voulgaris (2002), le genre n'influencerait pas la qualité du réveil chez le cheval.

Toutefois, dans l'espèce humaine, des études ont montré que les femmes se réveillaient plus rapidement que les hommes d'une anesthésie générale. Les femmes différaient également par leur degré de douleur en post opératoire (plus important), l'incidence des nausées, des vomissements ou des chocs anaphylactiques (plus fréquents) ainsi que par la qualité générale du réveil (moins bonne).

Cette divergence entre l'anesthésie humaine et vétérinaire est étonnante et pas facile à expliquer. Peut-elle être due en partie à un contrôle plus fin et rapproché du patient humain au réveil ? Dans tous les cas, les résultats de l'étude de Buchanan (2006) méritent que l'on s'attarde dessus, et pourraient servir de base à de futures études vétérinaires sur le sujet. On se permet donc ici, en se penchant sur cette étude, une incursion dans le domaine de l'anesthésiologie humaine.

Il s'agit d'une étude prospective sur des personnes présentant un risque anesthésique modéré (scores ASA 1 ou 2 : patients sains ou présentant une maladie systémique modérée) montrant que les femmes présentent un indice bispectral (BIS) reflétant un état d'hypnose plus léger pour une même MAC (Concentration Alvéolaire Minimale) que l'homme, ce qui semble jouer un rôle sur la durée et la qualité du réveil . Dans cette étude, les femmes restent hospitalisées en moyenne plus longtemps, et présentent de plus un taux de morbidité et de mortalité plus élevé.

Il apparaitrait donc que des différences physiologiques influencent la pharmacocinétique et /ou la pharmacodynamique des agents anesthésiques d'un sexe à l'autre. Différentes explications sont avancées : La femme possède un taux de filtration glomérulaire plus bas, donc une clearance rénale plus lente. Les hommes, eux, possèdent un taux métabolique basal plus haut. Les molécules hydrosolubles (comme les myorelaxants), ont un volume de distribution inférieur chez la femme. A l'inverse, les molécules liposolubles (tels les benzodiazépines) en ont un plus petit. Les hormones sexuelles joueraient également un rôle important en modulant les effets des anesthésiques au sein de l'organisme : La Progestérone en exerçant un effet sédatif, l'œstrogène, un effet excitant sur le cortex et le cérébellum.

En résumé, la pharmacocinétique et la pharmacodynamique des agents anesthésiques au sein de l'être humain diffèrent selon le genre, ce qui est à l'origine d'un réveil de moins bonne qualité chez la femme, plus facilement sujette aux complications. Des variations similaires n'ont cependant pas pu être mises en évidence chez le cheval pour l'instant.

#### g) Le nombre de chirurgies subies

La qualité du réveil serait améliorée lors d'anesthésies répétées, laissant supposer une habituation de l'animal à cette épreuve (Young et Taylor, 1993, De Benedictis et al, 2009).

Ce facteur est à relier à l'âge du patient : un vieil animal est susceptible d'avoir déjà subi des interventions chirurgicales, et donc de posséder une certaine expérience du réveil.

Il est important de garder cela en tête cette implication lors de la réalisation d'études sur des chevaux d'expérimentation (rompus à l'exercice de l'anesthésie), ce facteur étant forcément à l'origine d'un biais.

### 2) Les facteurs liés à la chirurgie subie

#### a) Le type de chirurgie

Plus la procédure est invasive, plus le réveil risque d'être compliqué. (Taylor et Young, 1993, Portier et Levionnois, 2010).

Par exemple, parmi les chirurgies de coliques, un réveil de meilleure qualité est attendu chez un animal opéré d'un simple accrochement néphro-splénique, comparé à celui d'un individu présentant un volvulus et nécessitant une entérectomie.

Cette influence sur la qualité du réveil peut s'expliquer de deux façons : D' une part, la durée de la procédure augmente avec son caractère invasif. D'autre part, le cheval se montre en général plus douloureux en post-opératoire, et cela même en ayant recours à l'administration d'analgésiques.
Un animal ayant subi une chirurgie invasive se réveille moins calmement après l'intervention, tente de se relever trop tôt, et présente un risque augmenté d'ataxie et donc d'apparition de complications (Taylor et Young, 1993).

Dans les chirurgies invasives, les coliques occupent inévitablement une place prépondérante. En effet, on rappelle que chez les chevaux subissant une chirurgie abdominale en urgence, le taux de mortalité associé à l'anesthésie passait de 0.9% à 11.7% (Johnston et al, 2002).

Viennent ensuite les chirurgies de réparation de fractures, dont le taux de mortalité associé à l'anesthésie est de 5% (Johnston et al, 2002). Parmi elles, la pose d'un fixateur interne pour réparer une fracture des os longs est la plus à risque. La fracture secondaire au niveau du même site et/ou l'échec de l'implant au cours de la phase de réveil constitue l'une des principales causes de mortalité.
Le risque de mortalité augmenté est certainement dû en partie à la durée importante des chirurgies de réparation de fractures. Les chevaux sont également plus douloureux. Une explication complémentaire résiderait dans le travail intense des chevaux avant l'opération : en effet, de nombreuses blessures surviennent au cours de compétitions ou autres phases de travail soutenu. Les chevaux arrivent donc en salle d'induction stressés, fatigués, déshydratés, tout ceci contribuant à l'installation de mauvaises conditions pour l'anesthésie et la chirurgie. (On remarque cependant que l'impact négatif d'un exercice physique récent sur le cours de l'anesthésie, bien qu'étudié à plusieurs reprises, n'a jusqu'à présent pas été démontré, Hubbel et al, 1999, 2000).

D'autre part, Le type de chirurgie que subit le cheval influence la durée du réveil. Les chirurgies de coliques augmentent significativement cette durée, dans le cas d'un réveil non assisté. Cela peut s'expliquer par le fait que le cheval en coliques soit plus faible lors de la phase de réveil. Le caractère urgent est également significativement lié à la durée de réveil assisté (Voulgaris, 2009).

Ainsi, la chirurgie conditionne la durée de l'anesthésie, le degré de douleur au réveil ainsi que la fragilité de la zone chirurgicale. Ces différents paramètres influencent indubitablement la durée et la qualité du réveil anesthésique du cheval.

b) Les horaires de la chirurgie

Le taux de mortalité suite à une anesthésie générale chez le cheval est lié aux horaires de la chirurgie : Ce taux augmente en dehors des heures de travail habituelles. Cela s'applique également aux chirurgies non réalisées en urgence (les urgences de coliques ne sont ici pas prises en compte ; Johnston et al, 2002).
Les interventions chirurgicales au cours du weekend présentent un risque augmenté et celles réalisées entre minuit et 6 heures du matin sont les plus à risque (avec un risque multiplié par 10).
Il est indéniable que le caractère urgent de certaines de ces procédures contribue au risque. Il est aussi évident que les conditions pour anesthésier et opérer ne sont pas optimales la nuit et les weekends : Le personnel est fatigué, et se trouve en effectif réduit pour toutes les manipulations habituelles (positionnement du cheval, tonte, préparation du site et disposition du matériel de chirurgie).

D'autre part, la durée du réveil est plus importante lors de chirurgies réalisées en urgence (les cas de coliques sont pris en compte dans cette étude)(Voulgaris, 2009), ce qui peut s'expliquer par le fait que l'on se trouve face à des chevaux moins stables au niveau cardiovasculaire, possiblement plus faibles à la suite de longs voyages en camion. L'anesthésiste peut aussi être plus fatigué ou moins expérimenté.

c) Positionnement du cheval lors de la chirurgie :

Selon l'étude de Johnston et ses associées (2002) et celle de Taylor et Young (1993), la position du cheval au cours de la chirurgie, lorsque celle-ci est analysée indépendamment, n'affecte pas l'issue de l'anesthésie.

Cependant, la position sur la table est fortement lié au type de chirurgie pratiquée, et, comme nous venons de le voir, le type de chirurgie influence grandement l'issue de l'anesthésie…il semble dans tous les cas intéressant de toujours apporter une attention particulière au positionnement du patient, afin de prévenir l'apparition et l'aggravation de problèmes respiratoires ou musculaires.

En effet, d'un point de vue clinique, on peut s'attendre à ce que l'action de retourner un cheval anesthésié, en le faisant passer d'un décubitus latéral à l'autre, ou d'un décubitus dorsal à latéral soit délétère pour l'animal. En effet, à partir de 20 minutes d'anesthésie, le poumon au contact de la table sera partiellement atélectasique, et présentera une augmentation de son contenu liquidien et de son poids. Lorsque le patient est retourné, ce poumon devenu plus lourd peut comprimer de gros vaisseaux au niveau de la poitrine, réduisant de manière soudaine le retour veineux et par là même le volume

d'éjection systolique (Johnston et al, 2002). De plus, cette portion de poumon ne sera pas efficacement ventilée immédiatement après le retournement, tandis que les parties précédemment ventilées seront comprimées, ce qui peut logiquement entrainer une hypoxémie (McDonell et al, 1979). Retourner le cheval en cours d'anesthésie (ainsi que lors du transfert en box de réveil) reste donc à éviter dans la mesure du possible.

D'autre part, il est couramment admis que la position du patient tout au long de l'anesthésie joue un rôle majeur dans le développement de myopathies. Par exemple, deux chevaux de l'étude de Taylor et Young (2002) ont développé une myopathie au niveau du triceps après être resté allongé en décubitus latéral, le membre thoracique supérieur étiré vers l'arrière. Dans une autre étude (datant de 1990) la même équipe avait démontré que cette position augmentait la pression veineuse céphalique, à l'origine d'une réduction du débit sanguin au niveau du muscle triceps, du fait de l'obstacle au retour veineux. Une ischémie et une myopathie sont alors susceptibles d'apparaitre (Heppenstall et al, 1988), altérant indéniablement la qualité du réveil.
En complément, on remarque que les chevaux présentant une myopathie unilatérale du triceps, contractée suite à un épisode de décubitus latéral prolongé avaient plus de difficulté à se relever que les chevaux atteints de myopathie symétrique touchant les muscles glutéaux, après un décubitus dorsal (Taylor et Young, 1993).

En définitive, il apparait important que le cheval soit positionné de façon confortable sur la table de chirurgie. Cette précaution représente dans tous les cas une sécurité supplémentaire.

## 3) Les facteurs liés à l'anesthésie

### a) La qualité et la durée des différentes phases

#### ➢ La qualité de l'induction

Une induction avec un cheval paisible, se déroulant dans le calme, semble être un facteur influençant la qualité du réveil.

Taylor et Young (1993) ont en effet démontrés qu'un rythme cardiaque élevé juste après l'induction était significativement associé à un mauvais réveil. On peut supposer qu'un rythme cardiaque plus élevé corresponde à un cheval plus énervé lors de l'induction de l'anesthésie, qui sera moins enclin à rester allongé calmement une fois conscient, au cours de la phase de réveil.

De nombreux facteurs semblent concourir à la réalisation d'une induction de qualité : un environnement calme et rassurant, confortable pour le cheval, une assistance au couchage (via la méthode des cordes tête et queue), ainsi qu'un protocole de prémédication et d'induction adapté au patient. Les agents anesthésiques utilisés et leur implication dans la qualité du réveil seront étudiés par la suite. On souligne juste ici leur impact : il est en effet décrit dans la littérature que ces agents pourraient influencer le réveil même après 4 heures d'anesthésie (Steffey et al, 2004).

- La qualité de la maintenance

L'anesthésiste doit rester très actif et vigilant pendant la maintenance car il est probable que cette phase conditionne le réveil (Portier et Levionnois, 2010). En effet, on peut facilement appréhender qu'une maintenance de qualité, se traduisant par un plan d'anesthésie léger, une lutte continue contre l'hypotension et l'hypothermie, associée à une bonne analgésie, ait une influence positive sur la qualité du réveil.

Selon Taylor et Young (1993), un rythme cardiaque plus élevé à 60 et à 80 minutes après l'induction est associé à un meilleur réveil. On peut supposer que cela assure un meilleur débit cardiaque, et donc une meilleure perfusion tissulaire. De même, il apparait dans cette étude qu'un rythme respiratoire plus élevé à 40 et à 60 minutes après l'induction est également associé à un réveil de meilleure qualité. Cela peut refléter un plan d'anesthésie plus léger.

A l'inverse, une anesthésie trop profonde peut avoir des conséquences graves, comme en témoigne la mort d'un cheval suite à une overdose d'halothane, au cours de cette même étude: Ce dernier présentait une hypotension sévère, mais continuait à bouger à la moindre stimulation chirurgicale.

La surveillance rapprochée de la pression artérielle afin de prévenir tout épisode d'hypotension apparait comme fondamentale. En effet, on rappelle que de nombreuses études identifient l'hypotension comme l'une des causes du développement de myopathie (Grandy et al, 1987, Lindsay et al, 1989).
En 1990, Richey et ses associées ont crée un « indice d'hypotension », qui prend en compte la sévérité ainsi que la durée des épisodes hypotensifs, démontrant que celui-ci est significativement associé à l'incidence des boiteries post-anesthésiques.
A l'inverse, Taylor et Young, eux, ne mettent pas en évidence de corrélation entre cet indice et la qualité du réveil dans leur étude. (Cela est peut être dû au fait que les hypotensions mesurées étaient modérées).Cela dit, ils remarquent toutefois que l'indice d'hypotension est significativement réduit durant la « seconde période expérimentale » (période durant laquelle ils ont recours de façon systématique à un support pour la pression artérielle : perfusion et dobutamine), en comparaison avec la « première période » de l'étude. Dans les deux cas, 7 animaux ont présentés une myopathie post-

anesthésique. Cependant, au cours de la deuxième période, aucun animal n'est mort, et les myopathies rencontrées sont modérées.
Tout ceci suggère fortement que la surveillance et la maintenance de la pression artérielle au cours de l'anesthésie réduit l'incidence de myopathie sévère chez le cheval (Taylor et Young, 1993).

En complément, on note que, selon une étude de Voulgaris datant de 2009, la durée de l'hypotension (correspondant ici à une pression artérielle moyenne inférieure à 70 mmHg) influence la durée du réveil. On peut en effet aisément admettre que la baisse de la perfusion musculaire et l'ischémie associée induisent de la douleur, une parésie, et/ou une faiblesse musculaire est à l'origine d'un décubitus prolongé.

La lutte contre l'hypothermie semble également nécessaire afin d'obtenir le meilleur réveil possible. Le nadir de la température corporelle apparait en effet significativement lié à la durée du réveil non assisté (Voulgaris, 2009). L'hypothermie augmente la durée de ce réveil et des mesures de réchauffement peuvent être envisagées (serviettes pour sécher, couvertures de survie).

En définitive, différentes études portant sur la surveillance de la profondeur de l'anesthésie, la détection d'épisodes d'hypotension ou d'hypothermie soulignent le rôle majeur de ces facteurs sur la qualité du réveil. On remarque toutefois que, dans une étude de 2000, Donaldson ne parvient pas à établir de corrélation entre la qualité de la phase de maintenance et la qualité du réveil. De même, aucune relation n'a pu être établie entre les chevaux présentant des mouvements au cours de la chirurgie et la qualité du réveil au cours de l'étude de Parviainen et Trim, (2000).

- La durée de l'anesthésie

La durée de l'anesthésie apparait comme un élément clé à prendre en compte dans les études sur le réveil du cheval.

Richey et ses associés (1990) ont montrés que l'incidence des boiteries et myopathies post anesthésiques augmente avec la durée de l'anesthésie, et ces boiteries influencent indéniablement la qualité du réveil.

En effet, lorsque la durée de l'anesthésie générale augmente, la quantité d'agent volatil au sein des tissus s'accroit, et la période durant laquelle sa concentration dans le cerveau se traduit par un animal ataxique s'allonge. Si le cheval tente de se lever au cours de cette période, alors qu'il est encore comateux et manque de coordination, ces tentatives seront certainement infructueuses, avec un risque de blessure élevé.

De plus, Le taux de mortalité post-opératoire augmente avec la durée de l'anesthésie et de la chirurgie (Johnston et al, 2002). Cela n'est pas surprenant, les effets néfastes d'une perfusion inadéquate, d'une hypoxie ou encore d'un déséquilibre acido-basique étant vraisemblablement cumulatifs.

D'autre part, de nombreuses études soutiennent que l'augmentation de la durée du temps anesthésique prolonge la durée du réveil, soulignant là aussi le rôle de ce facteur dans l'obtention d'un réveil de qualité. (Young et Taylor, 1993, Valverde et al, 2002, Voulgaris et Hofmeister, 2009, Wawra et al, 2009).

Différentes études prenant en compte l'utilisation de différents agents volatils de maintenance se recoupent et se complètent à ce sujet : Une anesthésie de moins de 60 minutes est associée significativement à un temps de récupération plus court ainsi qu'a un meilleur score de réveil (Voulgaris et Hofmeinster 2009,Wawra 2009).
Le réveil est relativement court et de bonne qualité lorsque le temps d'anesthésie est inférieur à 90 minutes, quelque soit l'agent utilisé : la durée de réveil est de 20 à 40 minutes pour l'halothane, de 10 à 25 minutes pour l'isoflurane,(Donaldson et al. 2000, Matthews et al. 1998), et enfin de 10 à 20 minutes pour le sévoflurane (Matthews et al. 1998).Pour une anesthésie de deux à trois heures, le réveil est prolongé et sa durée beaucoup plus variable : de 20 à 60 minutes pour l'halothane (Matthews et al. 1992 ; Whitehair et al. 1993), 15 à 60 minutes pour l'isoflurane (Matthews et al. 1992 ; Whitehair et al. 1993), 30 à 45 minutes pour le sévoflurane (Matthews et al. 1999).

La variation existant entre les différents agents halogènes peut notamment s'expliquer par leur variation de solubilité dans le sang et les tissus. Dans tous les cas, il apparait important de réduire le plus possible le temps de chirurgie pour s'assurer un réveil de bonne qualité.

- La durée du réveil

La durée du réveil apparait intimement liée à sa qualité.

Selon différentes études (Taylor et Young, 1993 ; Donaldson et al, 2000), plus le cheval met de temps à se relever, meilleure sera son réveil. Il semble en effet exister un intervalle de concentration anesthésique au niveau du cerveau (centres nerveux de la coordination) à l'intérieur duquel le cheval est suffisamment conscient pour tenter de se relever mais présente une incoordination trop importante pour y parvenir. Si le patient dort tout le long de cette phase et tente de se relever uniquement lorsque la concentration anesthésique est suffisamment basse, le réveil sera de meilleure qualité (Taylor et Young, 1993). A l'inverse, un réveil trop précoce peut être violent et majore les risques de traumatismes.

Il apparait donc rarement nécessaire ou désirable de hâter le réveil. A la suite d'une anesthésie générale volatile, le cheval doit être encouragé à rester allongé calmement, (durant au moins 15 à 20 minutes), afin d'exhaler une quantité suffisante de gaz anesthésique.

Cela dit, il ne faut pas perdre de vue qu'un réveil anormalement prolongé est souvent le signe d'une complication sous-jacente. Il peut être, entre autres, la conséquence (ou bien l'origine !) d'une neurapraxie du nerf radial ou d'une myosite post-anesthésique.

Un réveil prolongé par rapport aux durées moyennes publiées (habituellement, les réveils d'une anesthésie volatile durent moins d'une heure, les chevaux roulent en sternal dans les 20 à 30 minutes après déconnection de la machine d'anesthésie et restent en décubitus sternal pendant environ 10-15 minutes, (Wagner, 2008) doit constituer un signal d'alerte pour l'anesthésiste.

Comme nous l'avons vu au cours des paragraphes précédents, la durée du réveil est influencée par de nombreux facteurs comme le statut physiologique du patient, la durée de l'anesthésie, la survenu de phases d'hypothermie, et d'hypotension, la profondeur de l'anesthésie lors de la phase de maintenance et le type de chirurgie réalisé (Grosenbaugh & Muir 1998 ; Voulgaris & Hofmeinster 2009). La durée reflète la qualité du réveil de manière très fidèle, et constitue ainsi, dans de nombreuses études, un paramètre de choix pour évaluer la qualité du réveil d'anesthésie générale chez le cheval.

b) Le protocole anesthésique des différentes phases

Qu'il s'agisse des phases de prémédication, d'induction, de maintenance, ou encore en postopératoire immédiat, le choix des agents anesthésiques et leur association influencent grandement la qualité du réveil chez le cheval.

L'anesthésiste cherche à offrir à l'opéré le plus de confort possible, avec une bonne analgésie, narcose et myorelaxation tout au long de la chirurgie. Son équipe et lui visent ultimement une bonne analgésie et une bonne sédation résiduelles, avec un cheval calme et non douloureux en box de réveil.

On développera ici les différents protocoles se composant d'une induction fixe ou gazeuse et d'un relai fixe, gazeux, ou mixte.
On note qu'une anesthésie entièrement volatile (avec une induction au masque), utilisée notamment chez les poulains de moins de 1 an, présente un risque de mortalité plus élevé (2.9%, en comparaison au taux de 0.9%).

A l'inverse, une anesthésie entièrement fixe, rencontrée fréquemment sur le terrain lors de chirurgies de convenance, est associée à un risque de mortalité réduit (0.3%) (Johnston et al, 2002).

- Les protocoles de prémédication

❖ *L'acépromazine*

L'utilisation d'acépromazine seule en prémédication est associée à un risque significativement réduit de mortalité, et cela en comparaison à toute autre molécule (Johnston et al, 2002).

Il s'agit d'un tranquillisant phénothiazine largement utilisé, qui possède de nombreuses propriétés. Outre son pouvoir sédatif, l'acépromazine réduit la sensibilité du myocarde aux catécholamines, contribuant ainsi à lutter contre les dysrythmies ventriculaires létales (Muir et al, 1975). Ces complications cardiaques sont cependant rares chez le cheval, et cette explication seule n'est pas entièrement convaincante. Il est probable que l'acépromazine ait également une influence bénéfique sur le cœur durant les épisodes de bradycardie, lorsque la période réfractaire se termine bien avant le battement cardiaque suivant. Elle protège alors le ventricule, s'opposant à la survenue d'un stimulus ectopique, qui lui pourrait être à l'origine de dysrythmies plus sévères.
Une autre explication possible de l'effet protecteur de l'acépromazine sur le cœur repose sur une réduction de la post charge, grâce au blocage de récepteurs alpha-adrénergiques. Le travail du myocarde est alors réduit, rendant ce dernier moins vulnérable à une baisse de perfusion et une hypoxie. Ceci est intéressant lors d'une anesthésie volatile, la dépression cardiovasculaire étant inévitable.

Ainsi, bien que ne provoquant pas de sédation profonde, l'acépromazine rend à la fois l'induction et le réveil anesthésiques plus doux (Taylor et Clarke, 1999). Cette molécule contribue à faciliter la gestion des différentes phases de l'anesthésie, en protégeant le cœur du cheval contre les effets néfastes des agents volatils et des stimuli douloureux.

❖ *Les alpha2 agonistes*

De nombreuses études soutiennent que l'utilisation des alpha2agonistes dans le protocole de prémédication améliore la qualité de l'induction et aboutit à un réveil plus calme (Taylor et Young, 1991, 1993).

On remarque qu'il à cependant été démontré que l'utilisation de romifidine seule, ou en combinaison avec tout autre agent de prémédication, s'accompagnait d'un risque supérieur de mortalité, comparé aux autres alpha2agonistes. (Taylor et al, 2001 ; Johnston et al, 2002). En effet, en comparaison à la détomidine, la romifidine en prémédication causerait plus d'hypotension durant une anesthésie à l'halothane et le

patient serait opposerait plus de  résistance au traitement à base de dobutamine. La romifidine entrainerait donc dépression cardiovasculaire plus importante, pouvant contribuer à l'augmentation du risque de mortalité péri-opératoire.

Ainsi, les alpha2agonistes semblent donc jouer un rôle bénéfique en prémédication, la xylazine et la médétomidine étant à privilégier.

❖ *Les autres agents de prémédication*

Aucun autre agent de prémédication, incluant les opioïdes et les benzodiazépines ne semble avoir une influence sur le risque de mortalité (Johnston et al, 2002).

Toutefois, selon Clarke et ses associés (2008) la morphine en prémédication concours à l'obtention d'un réveil plus court, avec un nombre réduit de tentatives pour se relever.

❖ *L'absence de prémédication*

Le risque de mortalité est fortement augmenté lors de l'absence de prémédication (passant de 0.007% de mortalité avec prémédication à l'acépromazine, à un risque de 0.02% sans prémédication aucune, Johnston et al, 2002).

On peut supposer qu'un cheval non prémédiqué  sera plus anxieux et sensible aux stimuli extérieurs, rendant ainsi l'induction plus chaotique, avec une augmentation des catécholamines circulantes. Dans de nombreuses espèces, Il est couramment admis que la prémédication diminue les besoins anesthésiques du patient. En l'absence de prémédication, des doses plus importantes  d'agents d'induction et de maintenance sont nécessaire pour obtenir le même niveau de narcose, ce qui entraine inévitablement une plus grande dépression cardiovasculaire (Steffey et Howland, 1978, Johnston et al, 2002).

❖ *La voie d'administration de la prémédication*

La voie d'administration des molécules sédatives précédant l'induction semble jouer un rôle sur la durée du réveil (Hubbel, 2005) : Les chevaux prémédiqués avec de la détomidine par voie intraveineuse ou intramusculaire, ou avec de la xylazine en intramusculaire, restent en décubitus plus longtemps que les chevaux sédatés avec de la xylazine par voie intraveineuse.

*La prémédication, apparait donc comme une étape à ne pas négliger si l'on souhaite offrir a son patient un réveil dans les meilleures conditions possibles.*

- Les protocoles d'induction

Selon l'étude du CEPEF, le choix de l'agent anesthésique utilisé lors d'une induction fixe ne semble pas influencer l'issue de l'anesthésie (Johnston et al, 2002). Les différents protocoles d'induction comparés au cours de cette étude étant les associations diazépam/kétamine, guiaphenasine/thiopental, ainsi que le thiopental ou la kétamine utilisés seuls.

Dans la même veine, Taylor et Young (1993) rapportent que l'agent d'induction n'a que peu d'effet sur le cours de l'anesthésie. Ils ont pour cela comparés le déroulement de l'anesthésie et le réveil de 490 chevaux induits avec l'un des protocoles suivant : une association détomidine/kétamine, détomidine/thiopental, xylazine/kétamine, ou bien Guaiphenesin/thiopental. Au cours de l'anesthésie, tous les chevaux ont développé une hypotension ainsi qu'une dépression respiratoire. Les effets dépresseurs cardiovasculaires de l'halothane seraient prépondérants, et cacheraient les effets mineurs des agents d'induction.
Cette équipe a tout de même noté quelques différences sur la qualité du réveil en fonction du protocole d'induction. Ainsi, le temps de réveil jusqu'au lever est plus court après une induction avec l'association xylazine/kétamine (31 minutes, +/-1 minute), et est plus long lorsque l'on a recours à l'association détomidine/thiopental (52 minutes, -/+ 2 minutes). D'autre part, la qualité du réveil semble meilleure après une induction à base de Détomidine/thiopental.
Toutes les techniques employant les alpha2agonistes se traduisent par un réveil plus calme. Enfin, l'association guaïfenesine /thiopentone semble posséder les effets les plus délétères sur la qualité du réveil. Une explication possible pour ce dernier résultat réside dans les propriétés myorelaxantes de la guaïfenesine, qui, en diminuant la force musculaire des chevaux qui tentent de se relever, influence négativement la qualité du réveil.

Ainsi, bien que les effets physiologiques des agents d'induction semblent minimes en comparaison à ceux de l'agent de maintenance volatile, l'utilisation d'un alpha2agoniste (notamment la détomidine), semble tout de même avoir une influence positive sur le réveil du cheval.

En ce qui concerne les inductions gazeuses, selon Johnston et ses associés, il semble que le risque de mortalité péri-opératoire soit majoré (avec 0.03% de mortalité). Ce type d'anesthésie, entièrement volatile, est effectué chez les poulains : sans prémédication, ces derniers peuvent être induits au masque ou via une sonde nasale, ce qui représente un stress majeur. La fréquence respiratoire et le taux de catécholamines circulant augmentent, ce qui est dangereux, l'halothane sensibilisant le cœur aux dysrythmies

ventriculaires induites par les catécholamines. Cette tachypnée contribue à augmenter la concentration en halothane atteignant le myocarde, favorisant la survenue d'une arythmie cardiaque. Cependant, on remarque que tous les poulains de l'étude ne sont pas morts d'un arrêt cardiaque, et une autre explication réside dans la nécessité d'augmenter la dose en agent volatile lors de l'absence d'agent d'induction, ce qui entraine une dépression cardiovasculaire marquée. Tout cela concoure à altérer la qualité de l'anesthésie.

En résumé, il apparait préférable d'avoir recours à une induction par voie intraveineuse, qui assure une dépression moindre du système nerveux central. Cela permet de réduire les doses d'agent volatil au cours de la maintenance, et contribue ainsi au bon déroulement de l'anesthésie et du réveil.

- Le protocole de maintenance

Aujourd'hui, dans les hôpitaux et les cliniques équines de référence, la maintenance repose le plus souvent sur l'utilisation d'un agent volatile. Elle permet une modulation rapide et fine de la profondeur de l'anesthésie, ainsi qu'un réveil court. Pourtant, ce type de maintenance présente un risque de mortalité péri-opératoire bien plus élevé (0.99%) qu'une anesthésie entièrement réalisée sous intraveineuse (0.31%, Johnston et al, 2002).

Cela dit, on pourrait objecter que les procédures « fixes » sont habituellement plus courtes, donc moins délétères pour l'animal, mais les résultats sont similaires pour des anesthésies de même durée. On peut notamment incriminer les effets dépresseurs cardiovasculaires des halogénés : il est rapporté que la majorité des morts péri-opératoires peut être associée à une défaillance cardiovasculaire (arrêt cardiaque, myopathies…).

Actuellement, des études en anesthésiologie équine témoignent d'un regain d'intérêt pour l'anesthésie fixe, et également pour les protocoles PIVA (Partial Intravenous Anesthesia) associant anesthésies fixe et volatile, afin de réduire l'utilisation et l'impact des halogénés, et d'améliorer encore la qualité et l'issue de l'anesthésie générale chez le cheval.

- *La maintenance volatile*

Les halogénés sont habituellement considérés comme des agents de choix pour les procédures qui requièrent une anesthésie générale de plus d'une heure. On les retrouve

ainsi dans les structures de référence du monde entier : L'halothane reste un grand classique, mais est remplacé par l'isoflurane. Le sévoflurane, quant à lui, commence à être largement utilisé.

Ces gaz anesthésiques offrent un bon contrôle de la profondeur de l'anesthésie au cours de la maintenance, et cela d'autant plus que leur solubilité sang/air est faible (on rappelle que l'isoflurane et le sevoflurane possèdent une solubilité inférieure à l'halothane).

Malgré de nombreuses études réalisées depuis les années 80, l'impact réel de la nature du gaz employé sur la qualité du réveil n'est pas facile à évaluer : théoriquement, une plus grande solubilité correspond à une vitesse d'élimination réduite de l'agent volatil au niveau alvéolaire, donc à un réveil plus lent (et potentiellement meilleur)(Stoelting et Eger, 1969).
En pratique, les conclusions sont moins évidentes : Selon certaines données expérimentales, la nature de l'agent volatile n'influencerait pas la qualité du réveil (Matthews et al, 1992, Whitehair et al, 1993, De Benedistis et al, 2009). D'autres soutiennent que l'isoflurane est associé aux pires réveils (Taylor, 1991, Matthews et al, 1998, Donaldson et al, 2000, Wawra et al, 2009) et d'autres encore, aux meilleurs ! (Auer et al, 1978).

Malgré des résultats contradictoires, il demeure intéressant de se pencher sur les nombreuses études réalisées, afin d'avoir une vision d'ensemble et pouvoir se faire sa propre opinion sur le sujet :

La dépression cardiovasculaire, qui correspond à la conséquence la plus redoutée de l'anesthésie volatile, semble plus marquée avec l'halothane. (Whitehair et al, 1993).

L'isoflurane, reconnu comme moins cardio-dépresseur, assurerait une meilleure perfusion musculaire (Steffey, 1977, Brunson, 1985), et préviendrait notamment l'apparition de myopathies (Serteyn, 2003). De plus, moins d'arrêts cardiaques sont rapportés lors d'une maintenance sous isoflurane (Touzot-Jourde, 2003).

D'autre part, la dépression respiratoire semble plus marquée avec isoflurane et le sévoflurane, qu'avec l'halothane, et l'utilisation d'un respirateur est conseillée pour de longues procédures, ou lorsque le cheval est en décubitus dorsal (Touzot- jourde, 2003).

On note cependant que, malgré l'influence du choix de l'agent volatil sur le système cardiorespiratoire, le taux global de mortalité péri opératoire ne varierait pas de façon significative en fonction de la nature de l'agent employé (Johnston et al, 2002).

Il est couramment admis que l'halothane assure une sédation et une analgésie résiduelles en post opératoire, favorisant l'obtention d'un animal calme et d'un réveil tout en douceur. La maintenance à l'isoflurane se caractérise par un réveil plus rapide et

habituellement plus chaotique, avec un cheval qui se débat en décubitus latéral et produit des efforts incoordonnées pour se relever (Donaldson, 2000). Déjà en 1984, Taylor et son équipe remarquaient que quelques chevaux anesthésiés à l'isoflurane émergeaient brutalement, étaient ataxiques et désorientés. Dans une étude plus récente, l'isoflurane est significativement associé à un mauvais score de réveil, en comparaison à l'halothane (Wawra, 2009).

Selon ces études, l'halothane semble demeurer un agent de maintenance anesthésique de choix, qui permet d'avoir un réveil calme, avec un cheval non ataxique. Une étude vient cependant remettre en question ces résultats, soulignant un nombre de tentatives pour se relever à peu près équivalent quel que soit l'agent volatil ('isoflurane, sévoflurane ou halothane). Les chevaux, une fois debout, retrouveraient leur coordination motrice en quelques minutes avec l'isoflurane et le sévoflurane, et les risques de rechutes et de blessures seraient diminués avec ces agents. Les épisodes d'ataxie et de tremblements postopératoires son également plus rares. (Touzot Jourde, 2003). Cette étude suggère donc que l'utilisation d'isoflurane influencerait favorablement l'issue de l'anesthésie.

En ce qui concerne la durée du réveil, de nombreuses études rapportent un temps similaire (Auer, 1978, Matthews, 1992). Selon Donaldson et son équipe, le réveil serait plus long avec l'halothane en comparaison a l'isoflurane: bien que le temps avant extubation ne soit pas significativement différent (environ une dizaine de minutes) les chevaux sous isoflurane passent en position sternale (Halothane : 37.7 ± 12.1 min, Isoflurane : 24.7 ± 8.8 min) puis debout (Halothane : 40.6 ± 12.9 min, Isoflurane : 27.6 ± 9.6 min) significativement plus tôt (Donaldson et al. 2000). Ces résultats vont dans le sens d'un meilleur réveil avec l'halothane. On peut toujours objecter qu'un décubitus sternal précoce pourrait avoir une influence positive sur le réveil, en diminuant le risque d'hypoxie et de myopathie post- anesthésiques.

D'autre part, selon une étude de (Matthews et al, 1992) les réveils anesthésiques seraient significativement plus courts avec le sevoflurane qu'avec l'isoflurane. De plus, les réveils d'une anesthésie sous sevoflurane seraient de meilleur qualité (prise en compte du temps jusqu'à l'extubation, du premier mouvement, du passage en position sternale, du lever et du nombre de tentatives, du degré d'ataxie et de la sortie du box de réveil). Le sevoflurane contribuerait donc à l'obtention d'un réveil d'anesthésie à la fois plus court et de meilleure qualité.

Enfin, selon une étude de Leece (2008), réalisée sur 10 chevaux anesthésiés pour passer une IRM (aucun acte chirurgical), aucune différence dans la durée ou dans la qualité du réveil ne sont détectés suite à une anesthésie sous isoflurane ou sevoflurane.

*En définitive, dans ce foisonnement d'études et de résultats, deux idées principales apparaissent : D'une part, il semble que la maintenance sous halothane offre les réveils les plus longs et les plus calmes.*
*D'autre part, les réveils faisant suite à une anesthésie générale sous isoflurane se révèlent intéressants car ils présentent moins de complications en lien avec une dépression cardiovasculaire. Cependant, ces réveils seraient trop précoces, avec des chevaux ayant tendance à se débattre, présentant des mouvements incoordonnés, et pouvant se retrouver dans des positions spectaculaires et dangereuses. Pour remédier à cela, une sédation quasiment systématique de l'animal en post opératoire immédiat semble être une option intéressante.*

- *La maintenance fixe*

Johnston et associés ont mis en évidence que pour des anesthésies de durée équivalente (en l'occurrence, courtes) le risque de mortalité péri-opératoire était plus faible en maintenance fixe qu'en volatile.

Les agents utilisés pour l'anesthésie fixe entrainent généralement une moins grande dépression cardiovasculaire, ce qui peut expliquer une issue plus favorable (Taylor et al, 1998). Il a également été démontré que les agents volatils augmentaient l'activité adréno-corticale, un signe cardinal de la réponse au stress, à la différence des agents fixes (Taylor et al, 1992).

Lorsque l'anesthésie est maintenue par voie intraveineuse uniquement, les réveils sont plus longs (Wagner, 2008), et sont généralement meilleurs et souvent excellents (Portier et al, 2009). Si la phase de décubitus est trop prolongée, une stimulation vocale peut suffire à encourager le cheval à se lever (Portier et Levionnois, 2010).

Bien que durée maximale d'une anesthésie par voie intraveineuse n'est pas été réellement étudiée, sachant que le risque d'accumulation dans l'organisme est à priori plus important que pour des agents volatils, il est recommandé de limiter la durée de l'administration intraveineuse en général à 1 heure d'anesthésie (Greene et al, 1986). Cette durée reste arbitraire. En effet, une étude a montré que des poneys maintenus sous triple drip (une combinaison de Guaifenesine, kétamine et xylazine) durant 120 minutes étaient capable de se relever sans aide dans les 30 minutes. Il est vrai que ces poneys ne pesaient qu'entre 150 et 175 kg, et bénéficiaient, dans cette étude, d'une supplémentation en oxygène au cours du réveil, or les anesthésies fixes sont le plus souvent réalisée en plein champs, sans oxygène ni tapis de réveil.

Selon une autre étude plus récente, la durée du réveil à la suite d'une anesthésie par voie intraveineuse équivaudrait à celle de l'anesthésie (Wagner, 2008). Elle dépendrait également des produits et des doses utilisées (Portier, Levionnois, 2010).

Différents protocoles sont disponibles pour une maintenance fixe. Ils possèdent chacun des avantages et des inconvénients.

*Le triple drip ou association Guafénésine, Kétamine, Xylazine*

Depuis le début des années 80, la technique la plus employée est celle du triple drip (ou GKX), une combinaison de Guaifenesine (à 50 mg/ml), kétamine (1-2 mg/ml) et xylazine (0.5 mg/ml). Bien que ce mélange puisse être utilisé pour induire l'anesthésie, il a tendance à entrainer une ataxie relativement longue et la plupart des praticiens préfèrent induire avec une association xylazine/kétamine ou encore xylazine/kétamine/diazepam, et ensuite prendre le relais avec le triple drip pour la maintenance (Bettschart-Wolfensberger, 2003).

Cette association cumule toutes les caractéristiques d'une bonne anesthésie (analgésie, myorelaxation et narcose). L'hypotension, qui est fréquemment rencontrée lors d'une anesthésie volatile est rare.

On rappelle qu'avec ce mélange, le clignement de l'œil et le reflexe la déglutition persistent, ce qui n'est pas idéal lors de procédures au niveau de l'œil ou des voies respiratoires supérieures. De plus, il cela peut biaiser l'évaluation de la profondeur de l'anesthésie.

D'autre part, le protocole est fréquemment associée à un risque d'hypoxémie accru et nécessite un apport en oxygène (Muir et al, 1978, Young et al, 1993).

*L'association Guafénésine, Kétamine, Détomidine*

Le mélange Gauifenesine/kétamine/detomidine (GKD) est une autre combinaison envisageable. Selon une étude de Taylor et ses associés datant de 1998, des poneys anesthésiés pour castration avec ce protocole mettraient plus de temps à se relever comparés à ceux anesthésiés sous halothane, mais la qualité du réveil oscillerait alors entre « bonne » et « excellente ».

D'autres études (Matthews 1991, Taylor et al, 1993) soutiennent que les conditions au cours de la chirurgie et du réveil sont semblables pour ce protocole fixe lorsqu'il est comparé à l'halothane.

*L'association xylazine/kétamine*

Avec ce protocole de maintenance, le réveil est calme. Il à cependant été montré qu'après 70 minutes d'anesthésie le délai avant que le cheval ne se redresse est supérieur à celui d'une anesthésie volatile. (Taylor et al, 1998).
Selon Mama (1999, 1998) le réveil suite à l'utilisation de ce protocole est « bon » à « excellent ».

*L'association Romifidine/kétamine*

Il est possible d'utiliser cette association avec ou sans guaifenesine. Selon Young, il semble que le reflexe de déglutition, une rigidité excessive et des trémulations musculaires apparaissent de manière précoce durant la période de décubitus au réveil (Young, 1992). Cela dit, dans une étude prospective plus récente de Jaillardon et ses associés, portant sur 15 équidés anesthésiés pour castration, la totalité des animaux se sont relevés dès leur première tentative, et tous les réveils ont été classés comme « excellents ». Pour cette étude, la courte durée de la sédation est à prendre en compte.

*Les associations alpha2agonistes/ Propofol*

Il est possible d'utiliser une association Détomidine/propofol pour l'induction, suivi d'une perfusion de propofol. Dans ce cas, le cheval parait très excité au cours de l'induction, et un risque accru de dépression respiratoire et hypoxémie à été mis en évidence au cours de la maintenance (Mama et Steffey, 1995, Matthews et Hartsfield, 1999).

Lors de l'utilisation d'une association kétamine/diazepam pour l'induction, suivie d'une perfusion de médetomidine et de propofol, des apnées seraient à redouter, et une ventilation assistée après une demi-heure d'anesthésie s'avèrerait nécessaire. (Matthews et al, 1999).
Toutefois, une étude plus récente de Bettschart-Woffenberger (2009) donne des résultats sensiblement différents : les chevaux sont induits avec Medetomidine/kétamine, suivi par 4 heures de maintenance Medetomidine/propofol. L'equipe rapporte une induction excellente, et aucune variation significative des fonctions cardiovasculaire, et aucune hypoxie n'est apparue.

*La maintenance entièrement réalisée par voie intraveineuse, offre donc un choix variée de protocoles, et peut de ce fait être adaptée à de nombreuses situations. Aux vues des différentes études réalisées, elle semble être une alternative intéressante à l'anesthésie volatile, pouvant potentiellement contribuer à réduire le taux de mortalité lié à l'anesthésie chez les chevaux. Cependant, malgré les améliorations apportées aux différentes techniques, il persiste toujours des effets indésirables et la quête du protocole idéal en anesthésie fixe continue.*

❖ *La maintenance « mixte », associant agent volatil et injectable*

Le but de cette méthode est d'obtenir toutes les facettes d'une anesthésie générale (narcose, analgésie, myorelaxation), tout en minimisant les aspects négatifs de chaque molécule prise individuellement sur les fonctions cardiorespiratoires. Les études expérimentales avec un protocole mixte se sont multipliées ces dernières années, avec des résultats variés, souvent complémentaires, s'opposant parfois.

Dans une étude de 2000, Steffey et ses associés montrent que l'administration de xylazine permet de réduire la dose d'isoflurane de 25 à 34%, 40 - 60 minutes après son administration par voie intraveineuse. Cependant, une étude plus récente soutient qu'une perfusion de xylazine/kétamine n'aurait pas d'influence sur la qualité du réveil (Wagner et al, 2008).

Une autre étude indique qu'une perfusion à rythme constant de médetomidine lors d'une anesthésie volatile au desflurane chez des poneys permettrait une diminution de la concentration alvéolaire moyenne (MAC) en gaz anesthésique de 28% (Bettschart-Wolfensberger et al, 2001), ce qui contribue à une diminution des effets néfastes des gaz anesthésiques, durant la maintenance ainsi qu'au réveil.

L'administration de lidocaïne au cours de la maintenance diminuerait également les besoins en agent volatile, favorisant ultimement la qualité du réveil (Driessen, 2005). On remarque qu'une étude parue la même année indique qu'une perfusion de lidocaïne en intra-opératoire entrainerait un plus grand degré d'ataxie, diminuant la qualité du réveil (Valverde et al, 2005). Toutefois, il est nécessaire de souligner que pour cette dernière étude, le pourcentage d'isoflurane administré au cheval est identique, qu'il y ait ou non administration de lidocaine. En pratique, le but est de réduire le pourcentage d'anesthésie volatile !

En 2007, Ringer et son équipe réalisent des anesthésies générales associant une maintenance volatile (isoflurane) à une perfusion à rythme constant de lidocaïne ou de médetomidine.

Les résultats de cette étude indiquent que les fonctions cardiovasculaires apparaissent bien maintenues dans les deux groupes. Il apparait tout de même que le rythme cardiaque est plus élevé pour le groupe sous lidocaïne. En ce qui concerne les chevaux sous perfusion de Médetomidine, le contrôle de la profondeur de l'anesthésie est plus facile et une quantité réduite d'isoflurane suffit au maintien d'un stade chirurgical. Le groupe sous lidocaine requière plus de kétamine additionnelle et de thiopental pour maintenir l'anesthésie. De plus, le réveil est plus long et de meilleur qualité (Ringer et al.2007). Une des explications envisageables concernant un réveil de moins bonne qualité avec la lidocaine repose sur ses effets persistants, qui ont pu contribuer à un plus grand degré d'ataxie (Valverde et al, 2005).

En complément, on note que l'administration d'alpha2agonistes par voie intraveineuse pendant la maintenance allonge le temps de réveil de manière dose dépendante, ce qui joue également sur la qualité du réveil (Ringer et al, 2007, Valverde et al, 2005).
L'administration de kétamine en intra opératoire influencerait elle aussi la durée de réveil assisté (Voulgaris, 2009), le temps de réveil apparaissant plus court dans cette étude. Il se peut que les chevaux ayant reçu de la kétamine bénéficient de ce fait un plan d'anesthésie plus léger, accumulant moins d' isoflurane dans les tissus que les autres. On remarque cependant que l'administration de kétamine lors d'une anesthésie à l'halothane entrainerait plutôt un réveil prolongé, et de moins bonne qualité (Muir et al, 1992).

Une étude complémentaire compare la qualité du réveil après une maintenance volatile (isoflurane) associée à une perfusion de Kétamine racémique (R/S), ou de kétamine S. Les résultats indiquent que les chevaux sous perfusion de S kétamine présentent un meilleur score de réveil (échelle numérique et VAS). (L'augmentation du rythme cardiaque et de la pression artérielle moyenne durant la stimulation chirurgicale étant significativement supérieure sous le mélange racémique de kétamine). (Larenza et al, 2009)

Le recours à une injection de morphine lors phase de maintenance, assurant une meilleure analgésie, permettrait également d'améliorer la qualité du réveil chez le cheval : Selon une étude rétrospective de Love et ses associés (2006), portant sur 38 chevaux,(subissant une chirurgie élective) les chevaux ayant reçu une injection de morphine (0.1 ou 0.2 mg/kg) 20 minutes après l'induction présentent un réveil significativement de meilleure qualité.
A l'inverse, on remarque d'autre part que selon une étude de Voulgaris (2009) l'utilisation d'opioïdes en intra ou préopératoire n'influencerait pas la durée du réveil. Cependant, Il a également été démontré que l'emploi de morphine en perfusion pendant une anesthésie sous halothane raccourcirait la phase de lever entre le premier mouvement et la position debout (Clark et al, 2008). L'impact de l'utilisation de morphiniques au cours de l'anesthésie est donc difficile à cerner de manière précise.

*Ces différentes études amènent à considérer l'utilisation d'agents injectables comme autant d'outils supplémentaires et complémentaires nous permettant d'obtenir une anesthésie et un réveil de qualité. Ils semblent avoir un impact indéniable sur la durée et la qualité du réveil. Des études complémentaires demeurent cependant nécessaires afin d'affiner les protocoles anesthésiques mixtes. Dans la même optique, l'étude du passage d'une anesthésie volatile à une anesthésie fixe en fin de chirurgie serait également explorer.*

- Le protocole en post opératoire

On étudiera ici les protocoles disponibles suite à une maintenance anesthésique volatile.

Il est reconnu que la sédation en début de phase postopératoire améliore le réveil (Santos et al, 2003). De ce fait, Il est fréquemment nécessaire d'apporter, durant la période de réveil, une aide sous forme injectable, quand cela s'avère nécessaire.

En effet, les gaz anesthésiques tels l'Isoflurane, le sévoflurane ou le desflurane entraînent un retour rapide à l'état de conscience, sans analgésie résiduelle pouvant s'accompagner d'excitation, surtout si la durée de l'anesthésie est supérieure à deux heures (Touzot-Jourde, 2003).Cette excitation est indésirable, elle aboutit souvent à plusieurs tentatives infructueuses de lever avec blessures potentielles. Si des signes d'excitation sont présents tels qu'un nystagmus rapide et persistant, un important tonus musculaire au niveau de l'encolure et des membres ou un pédalage, le recours à l'injection d'une molécule aux propriétés sédative s'impose.

Durant la phase de réveil, on peut chez les humains et les carnivores domestiques gérer les patients en administrant des sédatifs et des analgésiques sans trop se préoccuper de la durée du décubitus. Ce n'est pas le cas chez le cheval, pour lequel un décubitus prolongé peut augmenter le risque de complications postopératoires, telles des myosites et des neuropathies (Young & Taylor, 1993).

Une attention toute particulière doit donc être apportée à l'élaboration du protocole anesthésique en post opératoire, afin de maintenir un équilibre entre la qualité et la longueur du réveil.

- *Les alpha2agonistes en post opératoire*

On a couramment recours à l'injection par voie intraveineuse d'alpha2agonistes afin d'assurer la sédation le cheval afin de l'encourager à rester en décubitus jusqu'a ce qu'il soit entièrement capable de se relever : la xylazine, est la molécule plus fréquemment utilisée à cette fin (à la dose de 0.1-0.2 mg/kg). La Détomidine (à 0.001-0.002 mg/kg), et la romifidine (à 0.008-0.02 lg/kg) sont également employées.

La xylazine ayant la plus courte durée d'action, si l'administration se fait lors de la déconnection de la machine anesthésique, elle risque de retarder l'extubation et ne plus être efficace quand le cheval émergera. De façon alternative, une dose légèrement plus importante peut être donnée lors des premiers signes de nystagmus, voire lors de l'extubation.

L'impact de l'administration d'alpha2agonistes sur la qualité du réveil est indéniable : en clinique, il est admis qu'une injection dans les 10 premières minutes du réveil prolonge sa durée, et diminue le nombre de tentatives à obtenir la station debout.
En effet, selon une étude datant de 2003, les chevaux ayant reçu de la xylazine, de la romifidine ou de la détomidine à la fin d'une l'anesthésie sous isoflurane prennaint deux fois plus de temps pour se relever (Santos et al, 2003).
De nombreuses études vont dans le même sens : La xylazine à 0.1 mg/kg prolongerait le réveil de 10 à 15 minutes pour l'isoflurane (Donaldson et al, 2000 ; Matthews et al.1998) et de 5 à 10 minutes pour le sévoflurane (Matthews et al. 1998. Il convient de s'attendre à une durée prolongée de 10 à 15 minutes avec la romifidine à 8 µg/kg et 10 à 20 minutes avec la détomidine à 2 µg/kg comparée à a xylazine (Santos et al. 2003). Ces molécules, en prolongeant le réveil, en amélioreraient la qualité.

La xylazine permettrait un réveil avec moins de tentatives infructueuses pour se relever (Santos et al, 2003). Cependant, l'étude de Voulgaris (2009), ne permet pas la mise en évidence significative d'un lien entre le recours à une injection de xyalzine et la qualité du réveil.

En ce qui concerne la romifidine ou la détomidine, leur durée d'action est plus longue, ce qui explique un réveil un peu plus long, là encore de meilleure qualité. On remarque que Bryant et ses associés (1991) observent une plus grande ataxie chez les chevaux qui ont reçu de la medetomidine. D'autre part, en théorie, la romifidine serait la molécule qui causerait le moins d'ataxie, et aurait une action sédative plus longue. (Santos et al, 2003).

*En définitive, les alpha2agonistes administrés par voie intraveineuse amélioreraient donc la qualité du réveil, la sédation engendrée permettant d'avoir un cheval calme et non violent, avec une durée de réveil augmentée. L'administration en intramusculaire est aussi une approche envisageable pour calmer un cheval en phase de réveil, mais ne donnera peut être pas un degré de contrôle identique.*

- *L'acépromazine en post opératoire*

De petites doses d'acépromazine (3-5 mg/cheval) retardent l'extubation et la volonté du cheval de se relever. Cette molécule devrait être administrée environ 20 minutes avant le départ de la salle de chirurgie, ses effets étant lents à apparaitre, y compris suite à une administration par voie intraveineuse.

Les chevaux calmes se contentant souvent de rester allongés en box de réveil jusqu'à ce qu'on leur demande de se relever, ces derniers ne sont pas de bons candidats à l'administration d'acépromazine. Ce sont les chevaux particulièrement anxieux en pré

opératoire ou n'ayant pas répondu de manière optimale aux alpha2agonistes au cours de la prémédication qui sont visés ici.

Une sédation additionnelle avec un alpha2agoniste peut s'avérer nécessaire. Les chevaux nécessitants un réveil parfait, atraumatique (par exemple suite à une chirurgie de réparation de fracture) sont des candidats à la fois pour l'acépromazine et les alpha2agonistes lors de la phase de réveil (Donaldson, 2008).

❖ *Les opiacés en post opératoire*

Il est rapporté que l'analgésie par les opioïdes contribue à un réveil plus calme et de meilleure qualité (Love et al, 2006). Cependant, il faut être prudent lors de re-dosage juste avant le réveil car le comportement compulsif induit par des doses plus importantes serait délétère.

L'administration en intramusculaire pour le réveil semble être la meilleure voie, l'excitation semblant moins fréquente par cette route. (Donaldson, 2008)

Il est également envisageable de combiner un opiacé avec un α2agoniste afin d'augmenter le niveau d'analgésie tout en assurant une sédation de qualité permettant un retour à la conscience et à la position debout dans le calme (Touzot- Jourde, 2003).

## 4) Les limites des études précédentes sur les facteurs influençant la qualité du réveil

Dans la littérature, de nombreux facteurs ont été identifiés comme pouvant influencer la qualité du réveil d'anesthésie chez le cheval. Comme nous avons eu l'occasion de le constater, les diverses études menées, plus ou moins récentes, peuvent présenter des résultats similaires, ou bien qui se complètent, voire qui s'opposent. Cela illustre bien la complexité de l'évaluation de l'anesthésie et du réveil, qui nous pousse à multiplier les travaux de recherche dans ce domaine, dans l'espoir de mieux appréhender et de diminuer les risques encore trop élevés en anesthésiologie équine.

Ce foisonnement d'études et la diversité des résultats obtenus peut parfois laisser perplexe et rendre difficile la mise en place de conclusions inattaquables, sur lesquelles s'appuyer en toute confiance ultérieurement, afin d'améliorer l'issue de l'anesthésie sur le terrain.

Il faut garder à l'esprit que toutes ces études ne sont pas réalisées dans des conditions identiques : les infrastructures varient, tout comme le degré d'assistance lors du réveil. Ce dernier peut s'avérer être minime, le cheval étant laissé seul dans un box, ou bien à l'inverse, dans les cas les plus extrêmes, très important, avec par exemple un réveil dans un harnais. Ainsi, on note que certains facteurs ont été étudiés uniquement lors de réveils assistés (animal en colique, durée d'anesthésie, température corporelle, durée de l'hypotension) ou au contraire seulement lors de réveil non assistés (opération d'urgence, race de cheval, administration de kétamine).

De plus, les protocoles d'anesthésie peuvent également varier d'une étude à l'autre, tout comme les systèmes d'évaluation, plus ou moins objectifs.

D'autre part, il est bien sur possible que d'autres variables non prises en compte lors des différentes études, affectent les résultats : expérience de l'anesthésiste, degré de la maladie/ atteinte du patient, sollicitation ou non du cheval pour qu'il se relève, degré de stimulation acoustique et optique au cours du réveil…

Afin d'y voir plus clair et de faire le point sur le sujet, nous nous proposons, dans la seconde partie de cette thèse d'évaluer le réveil de chevaux dans des conditions précises et novatrices : Le réveil sera ici systématiquement assisté, avec la méthode des cordes au niveau de la tête et de la queue, au sein d'une structure de référence, dans un box confortable, sous la surveillance rapprochée d'une équipe d'anesthésistes qualifiés. Nous avons recours à une nouvelle méthode d'évaluation associant 3 échelles (alliant ainsi à la fois une vision objective et subjective), nous permettant d'augmenter la précision et donc la valeur de notre étude. Nous évaluons un nombre limité de paramètres pouvant influencer la qualité du réveil du cheval, choisi en fonction des données de la littérature et de l'expérience personnelle de l'anesthésiste responsable de l'étude.

# Partie experimentale

## 1) Introduction

Comme nous avons pu le constater et le développer dans la première partie de cette thèse, le réveil constitue une période à risque en anesthésiologie équine. On rappelle à titre d'exemple que 32% de la mortalité globale se produit au cours de cette étape (Johnston et al.2002).

Actuellement, de nombreux facteurs sont suspectés d'influencer le réveil de chevaux (Brunson 1990 ; Hubbell 1999). Certains sont directement liés au cheval : l'âge, le poids, le tempérament, le degré de stress, le statut physiologique et la tolérance à la douleur. D'autres sont liés à la gestion de l'anesthésie : l'efficacité et le type de prémédication, la qualité de l'induction, les produits anesthésiques utilisés, ainsi que la durée et la profondeur de l'anesthésie. D'autres enfin sont liés à l'acte chirurgical en lui même : type et durée de la chirurgie.

Un nombre considérable d'études jugent de la qualité du réveil en comparent différents protocoles d'anesthésie équine. Parmi les facteurs décrits ci-dessus, il a été précédemment démontré que la qualité du réveil était associée, par exemple, au tempérament de l'animal (Whitehair et al. 1993), à la nature de certains agents d'induction (Taylor & Young 1993), à la nature des agents anesthésiques volatils utilisés (Donaldson et al. 2000 ; Wawra et al. 2009), à la nature des agents anesthésiques injectables administrés au cours de la phase de maintenance (Ringer et al. 2007) ainsi qu'au nombre d'anesthésies précédemment subies par le cheval (de Benedictis et al. 2009). Un réveil de meilleure qualité a ainsi pu être associé de manière significative à une durée d'anesthésie courte, une chirurgie peu invasive, un rythme cardiaque bas à l'induction et haut au cours de l'anesthésie, ainsi qu'à une fréquence respiratoire haute (Young & Taylor 1993).

Dans la littérature, de nombreux articles traitent du réveil non assisté, mais il existe cependant peu de données sur l'évaluation d'un réveil assisté.

Pour ces différentes études, la qualité du réveil a été le plus souvent évaluée en utilisant soit des échelles numériques descriptives, soit des échelles visuelles analogiques (VAS) (Young & Taylor 1993 ; Hubbell 1999 ; Donaldson et al. 2000 ; Vettorato et al.2009).

Cependant, aucun de ces systèmes n'a été validé et des inconvénients ont été identifiés : la variabilité intra et inter-observateurs, le manque de sensibilité, ou encore une mise en application trop longue ou trop compliquée. Une échelle dichotomique (DOS), avec une notation reposant sur un choix entre seulement deux possibilités, avec un nombre limité de paramètres, prenant en compte des catégories simples et objectives, afin d'éviter la sur-interprétation, à récemment été crée (Portier et al. 2010).

Les échelles visuelles analogiques, qui ne présentent pas de catégories prédéfinies, bien qu'étant à l'origine d'une certaine variabilité entre différents observateurs, se révèlent plus sensibles que les échelles numériques descriptives (Firth & Haldane 1999). Il n'existe biensûr pas d'échelle de comparaison idéale, et imposer la DOS comme « gold standard » en matière de comparaison reviendrait à la surestimer, cependant une bonne corrélation a pu être établie entre elle et les échelles descriptives simples (DSS) ainsi que les VAS (Portier et al. 2010).

Dans l'étude réalisée ici, on choisi d'avoir recours à l'association de ces trois différentes échelles pour juger de la qualité du réveil, chacune possédant leurs propres avantages et inconvénients, afin d'obtenir l'évaluation la plus fine et fiable possible.

Le but de notre démarche expérimentale est d'évaluer l'impact du sexe, de l'âge, de la race, du score ASA, du type et de la durée de la chirurgie, du comportement du cheval, de la qualité de la sédation, de l'induction ainsi que de la maintenance de l'anesthésie sur la qualité du réveil assisté suite à une anesthésie générale chez les équidés. Les réveils sont évalués en utilisant des méthodes à la fois objectives et subjectives.

## 2) Matériel et méthodes :

### a) Les animaux

Les réveils d'anesthésie de 276 chevaux : 110 juments, 85 mâles entiers et 81 hongres, classés ASA 1 à 5, ayant subi une anesthésie générale pour une chirurgie entre 2005 et 2008 à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon ont été analysés. Les animaux pèsent entre 50 et 850 kg, et ont entre 1 mois et 25 ans. La durée des chirurgies varie entre 12 à 300 minutes.

### b) Le protocole anesthésique

- La prémédication

La prémédication de la majorité des chevaux consiste en l'administration de xylazine ou de romifidine, suivi 5 à 10 minutes plus tard par l'administration de diazépam et de kétamine. Une intubation trachéale est systématiquement réalisée.

- La maintenance

La maintenance de l'anesthésie s'effectue avec de l'isoflurane associé à un gaz de transport pouvant être de l'oxygène ou bien un mélange air-oxygène. L'animal est placé sous respiration assistée lors d'intervention de longue durée ou lorsque la pression partielle en $CO_2$ expiré excède 9.3 kPa (70 mmHg). La majorité des animaux ont reçoivent des anti-inflammatoires non stéroïdiens (phénylbutazone ou flunixine) associés à un opioïde (butorphanol ou morphine) en périopératoire. Certains chevaux reçoivent également de la lidocaïne, en perfusion à rythme constant ou bien en injection locale intranerveuse.

- Le post-opératoire immédiat

Après la chirurgie, les chevaux encore anesthésiés sont transportés en box de réveil matelassé et placés en décubitus latéral. Ils sont mis sous oxygène. La sonde endotrachéale est retirée dès que le cheval montre des signes de déglutition. De la xylazine (Rompun, 2% Bayer, France) est administrée à la demande, par voie intraveineuse à la dose de 0.1 mg kg, cette étape étant laissée a la discrétion de l'anesthésiste, lorsque le cheval commence à bouger, ou dès lors qu'un nystagmus rapide apparait.

Les chevaux sont maintenu au sol par les assistants, qui lui tiennent la tête et l'encolure, et ce jusqu'à ce que le cheval devienne trop difficile à contenir ou bien jusqu'à disparition du nystagmus, avec un cheval qui reste allongé paisiblement. Des cordes sont attachées au licol (rembourré) et à la queue. En tirant sur les cordes au bon moment lors du levé du cheval, on évite les traumatismes crâniens et on aide également le cheval à garder son équilibre un fois debout. Les poulains (< 100kg) sont assistés manuellement, sans avoir recours aux cordes, en tenant directement la tête et la queue.

Les bruits aux alentours du le box de réveil sont atténués mais la luminosité demeure importante.

## c) La méthode d'évaluation de la qualité du réveil

Les réveils sont notés de trois façons différentes par deux anesthésistes :

L'anesthésiste le moins expérimenté évalue la qualité générale du réveil en utilisant une VAS sur laquelle 0 mm correspond au pire des réveils et 100 mm au meilleur possible.

Une fois cette tâche accomplie, la même personne complète alors un tableau dichotomique contenant de nombreux paramètres objectivement évaluables. C'est à

partir de ce tableau que le DOS est élaboré (Portier et al.2010). Les paramètres du réveil du cheval ainsi évalués incluent : le nombre d'injection de xylazine nécessaires au cours du réveil (<= ou > 1 injection), le nombre de tentatives pour se relever prenant en compte la totalité du corps du cheval (<= ou > 2 tentatives), la présence ou l'absence d'ataxie et/ou de tremblements (oui ou non), la durée du réveil correspondant à la période allant de l'instant ou l'on débranche l'animal de la machine anesthésique jusqu'au moment ou le cheval se tient debout (<= ou > a la moitié de la durée de la chirurgie), ainsi que la qualité de son relevé, c'est-à-dire son attitude lorsqu'il tente de se mettre sur ses quatres membres (calme ou excité) ;

***Tableau n°VI : Tableau dichotomique des différents paramètres objectivement évalués pour chaque réveil***

| **Descriptif des scores** | **+1** | **+2** |
|---|---|---|
| Nombre de bolus de xylazine administrés au cours du réveil | ≤1 | >1 |
| Durée du réveil | ≤à la moitié de la durée de la chirurgie | > à la moitié de la durée de la chirurgie |
| Nombre de tentative de relever | ≤2 | >2 |
| Ataxie | Non | Oui |
| Tremblement | Non | Oui |
| Qualité du lever | calme | excité |

L'anesthésiste la plus expérimentée utilise quant-à-elle une échelle dichotomique subjective (DSS) contenant deux éléments : « bon » ou « mauvais » réveil.

Remarque : On rappelle que la VAS et la DSS sont considérées comme des échelles « subjectives » tandis que la DOS est considérée comme « objective ».

Le genre des différents chevaux de l'étude (femelle, mâle, hongre), leur âge, leur race (arabe, cheval de trait, âne, poney, quarter horse, trotteur ,cheval de selle, espagnole, portugaise, pursang, origine non controlée), leur classification ASA (1 à 5), le type de chirurgie réalisée (arthroscopies et chirurgies orthopédiques, castrations, chirurgies dentaires, embolisation des carotides, fracture, laparotomie, myélographie, ophtalmologie, laryngoplastie, chirurgies des sinus et du larynx, plaies superficielles, chirurgies de sarcoïdes ainsi que la durée de chaque chirurgie sont répertoriés.

L'attitude du cheval (de sauvage à brave) avant la sédation, la qualité globale de cette dernière, c'est-à-dire la réponse de l'animal à l'administration de romifidine ou de xylazine associée à un opioïde, ( de minimale à marquée), la réaction du cheval vis-à-vis de son environnement (de marquée à aucune), la qualité de l'induction ( allant du cheval luttant contre l'anesthésie, nécessitant d'être « repoussé » une fois au sol, à l'induction se déroulant sans accroc), la qualité de la maintenance de l'anesthésie (allant de facilement stabilisée à jamais entièrement contrôlée, évaluer en s'appuyant sur les mouvements de l'animal ainsi que sur ses paramètres cardiovasculaires) sont évalués par KP en utilisant une VAS ou 0 mm représente le pire et 100 mm le meilleur scénario possible.

### d) L'analyse statistique

L'analyse statistique des résultats a été réalisée en ayant recours au logiciel IR © (http://cran.cict.fr/) (Ihaka & Gentleman 1996).

Un test du Khi$^2$ de Pearson associé à une correction de continuité de Yates (quand celle ci s'avère nécessaire) ont été réalisés pour comparer le genre, la race, le type de chirurgie et le risque ASA aux scores des échelles DOS, VAS et DSS. Les corrélations sont considérées significatives quand $p < 0.05$.

Remarque : Afin de comparer des valeurs qualitatives (telles le genre, la race, le risque ASA, et le type de chirurgie) en utilisant un test du Khi$^2$, les valeurs obtenues avec l'échelle VAS ont été catégorisés *a posteriori* : [0-25] ; [25-50] ; [50-75] ; [75-100].

On note que les valeurs récoltées de l'échelle VAS ne sont pas réparties de façon normale (utilisation d'un test de Shapiro-Wilks).

Des techniques d'analyses non paramétriques (test de comparaison des moyennes sur séries appariées de Wilcoxon) ont été utilisées afin de comparer les valeurs liées à l'âge, la durée de la chirurgie, le comportement du cheval, la qualité de la sédation, de l'induction et de la maintenance avec successivement chacun des deux éléments de l'échelle DSS.

Un test de Spearman non paramétrique à été utilisé afin d'évaluer la corrélation entre les valeurs liées à l'âge, la durée de la chirurgie, le comportement du cheval, la qualité de la sédation, de l'induction ainsi que de la phase de maintenance avec les scores des échelles DOS et VAS. Les différences sont considérées significatives lorsque $p <= 0.05$.

## 3) Les résultats :

Les différentes caractéristiques de la population de chevaux étudiée, comprenant leur âge, leur genre, l'espèce et le risque ASA, ainsi que le type et la durée de la chirurgie subie sont reportés sur la figure A1. (Pour plus de fluidité, les figures A1, A2 et A3 sont consultables en annexe).

Selon notre étude, certains facteurs choisi sont liés à la qualité du réveil, d'autres ne le sont que partiellement, d'autres enfin ne le sont pas du tout :

- **Le genre, l'espèce et l'âge** de l'animal ne sont pas associés à la qualité du réveil anesthésique (Fig2a).

- **Le type de chirurgie** est associé à la qualité du réveil lorsque ce dernier est évalué avec les échelles DSS et DOS, mais pas lorsque l'on utilise une échelle VAS (Fig2b).

- **Le score du risque ASA** est associé à la qualité du réveil uniquement avec l'échelle subjective DSS.

- **La durée de la chirurgie** est liée à la qualité du réveil : plus la chirurgie est longue, moins bon est le réveil (Fig3).

- **Le comportement du cheval** influence également la qualité du réveil : un animal calme présente un meilleur réveil comparé à un cheval excité, lorsque l'on utilise les échelles VAS et DOS.

- **La qualité de la sédation** est associée à la qualité du réveil : les animaux correctement sédatés présentent un meilleur réveil (Fig3).

- **La qualité de l'induction** est liée à la qualité du réveil : une bonne induction est corrélée à un bon réveil, sauf lorsque l'on utilise une échelle subjective DSS.

- Par contre, **la qualité de la maintenance** de l'anesthésie n'apparait pas corrélée à la qualité du réveil (sauf lorsque l'on utilise les résultats de l'échelle VAS, mais même dans ce cas, la corrélation reste faible).

Les résultats, comprenant les valeurs de p et des coefficients rho, sont présentés dans le tableau A2, consultable également en annexe.

## 4) Discussion

Les résultats de cette étude montrent que la qualité du réveil assisté suite à une anesthésie générale chez les équidés est affectée par le type et la durée de la chirurgie, le comportement du cheval ainsi que la qualité globale de la sédation et de la phase d'induction.

A l'inverse, le genre de l'animal, son âge, la race et le risque ASA ainsi que la qualité de globale de la phase de maintenance ne semblent pas influencer le déroulement du réveil.

**Le genre** n'apparait pas corrélé à la qualité du réveil anesthésique. Ce résultat vient confirmer les précédentes études réalisées en médecine équine vétérinaire (Young & Taylor 1993). Chez l'homme, le sexe du patient influence la durée (les femmes présentent un réveil plus court) et la qualité du réveil anesthésique (Buchanan et al. 2009). Les femmes semblent moins sensibles aux effets hypnotiques de certaines molécules anesthésiques (Buchanan et al. 2006). Cette différence avec la médecine vétérinaire pourrait s'expliquer par un ajustement de la profondeur de l'anesthésie beaucoup plus fin chez l'homme, grâce notamment au BIS (Bispectral index).

**La race** de l'animal n'apparait pas corrélée à la qualité du réveil dans les études précédentes (Young et Taylor 1993). Cela peut paraitre surprenant car d'un point de vu purement clinique, certaines races (Arabe, Pursang) nous semblent plus difficiles à gérer en période périanesthésique que d'autres. On remarque que dans l'étude de Young et Taylor (1993) la population présente un biais car la majorité des chevaux sont des Pursangs. Dans notre étude, ce sont les chevaux de selle qui prédominent.

En se basant sur la répartition entre les « bons » et les « mauvais » réveils évalués par l'échelle DSS (fig2b), les chevaux lourds, et les quarter horses présentent 100% de « bons » réveils. L'absence de mise en évidence d'une influence de la race sur le réveil peut être due au manque de sensibilité des échelles utilisées ou bien à un nombre trop important de races différentes par rapport au nombre total de chevaux.

**L'âge** n'apparait pas lié à la qualité du réveil, ce qui est en accord avec l'étude de Young et Taylor (1993). Ce résultat va cependant à l'encontre de notre impression clinique selon laquelle les poulains présentent un meilleur réveil que les adultes, notamment car ils sont plus faciles à maintenir en décubitus latéral jusqu'à ce qu'ils soient prêts à se

lever. De plus, les jeunes chevaux (< 100 kg) étaient tous manuellement assistés et semblaient de ce fait plus facile à stabiliser une fois debout que les chevaux plus âgés.

D'un autre côté, il est vrai que les chevaux plus âgés sont susceptibles d'avoir déjà subi des anesthésies générales par le passé et donc d'avoir une certaine expérience des réveils, ce qui pourrait améliorer leurs scores (de Benedictis et al. 2009). D'autre part, Wawra (2009) a démontré que chez les chevaux de plus de 15 ans, la durée du temps de réveil augmentait linéairement avec l'âge. Comme la qualité du réveil est meilleure lorsque sa durée augmente, cela pourrait également contribuer à cette amélioration du réveil chez les chevaux âgés.

**Le type de chirurgie** (classification en 10 catégories) a pu être corrélé à la qualité du réveil. Cependant le fait que les anesthésistes aient connaissance du type d'intervention réalisé sur chaque cheval peut être à l'origine d'un biais dans les résultats. Quoi qu'il en soit, le caractère plus ou moins invasif de l'acte chirurgical ; non invasif (radiographie), moyennement invasif (chirurgie mineure), ou très invasif (autres actes) à déjà été précédemment relié de façon significative à la qualité du réveil. Ceci est certainement lié au fait que les chirurgies invasives nécessitent des temps de chirurgie plus long et sont également plus douloureuses (Young et Taylor 1993).

Une autre étude met en évidence une meilleure qualité de réveil suite à l'excision d'un métacarpien rudimentaire, comparé à celui d'une chirurgie oculaire. On peut supposer que la douleur ou encore la perte de vision associée à l'énucléation soit à l'origine d'une désorientation de l'animal (Parviainen & trim 2000).

Concernant ce facteur, les scores obtenus avec l'échelle VAS ne permettent pas la mise en évidence de différence significative (avec un p= 0.07) et donc ne s'accorde pas avec les résultats obtenus en utilisant les deux autres échelles. On remarque cependant que pour évaluer le lien entre les facteurs influençant le réveil et l'échelle VAS, cette dernière a dû être divisée en 4 sections, ce qui a pu diminuer sa sensibilité.

**Le risque ASA** n'apparait pas associé à la qualité du réveil. Ce résultat est surprenant, car le statut physiologique du cheval est souvent lié au type de chirurgie réalisée. Cela peut également être la conséquence d'une répartition biaisée, les animaux classés ASA 2 et ASA 5 étant globalement prépondérants. En effet, la majorité des chevaux présentés pour coliques ont été classés ASA 5, bien que certains aient pu être en réalité ASA 4. L'échelle DSS est la seule à mettre en évidence une association (avec p = 0.03) entre le risque ASA et la qualité du réveil. Il est possible que le choix restreint (seulement deux options) de cette échelle ait entrainé un biais dans les résultats.

**La durée de l'anesthésie** apparait fortement corrélée à la qualité du réveil, ce qui vient conforter les résultats des précédentes études. Plus l'anesthésie est courte, plus le réveil se déroule bien (Young & Taylor 1993).

Les chevaux émergents après 3 h d'anesthésie générale sous halothane sont plus longtemps ataxiques que ceux n'ayant été anesthésiés qu'une heure (Whitehair et al.1993). Les chevaux ayant subis des anesthésies de courte durée (< 60 minutes) présentent un réveil plus court et un meilleur score de réveil (Voulgaris & Hofmeinster 2009 ; Wawra et al. 2009).

Une des explications avancées est qu'un apport en agent anesthésique prolongé dans le temps (par inhalation d'un agent volatil) entrainerait un stockage plus important dans les tissus (cela varie en fonction de la solubilité de l'agent dans le sang et les tissus), une concentration en agent anesthésique plus grande au niveau du cerveau et de ce fait un état comateux prolongé ainsi qu'un réveil incoordonné.

La durée de l'anesthésie est également à reliée au risque d'apparition de myopathie et de boiterie qui à leur tour peuvent compromettre la qualité du réveil anesthésique (Richey et al. 1990).

**Le comportement du cheval** apparait corrélé à la qualité du réveil. Ce lien a déjà était mis en évidence dans des publications antérieures (Whitehair et al. 1993 ; Leece et al. 2008). Les chevaux plus prompts à réagir aux moindres stimuli lorsqu'ils sont éveillés sont également plus sensibles aux stimuli extérieurs lors de la phase de réveil. Les chevaux excités qui ne sont pas habitués à être couchés sont moins enclins à rester dans cette position en box de réveil.

Cependant une autre étude précédemment réalisée, dans laquelle le comportement et la qualité du réveil sont tous deux évalués en ayant recours à des échelles descriptives numériques, conclue que ce facteur n'affecte pas le réveil anesthésique (Donaldson et al. 2000).

On remarque que dans notre étude, l' échelle DSS aussi ne permettait pas de mettre cette relation en évidence.

**La qualité globale de la sédation** affecte la qualité du réveil anesthésique. De nombreuses études soutiennent cette observation.

L'utilisation d'alpha2agonistes dans le protocole de prémédication améliore la qualité de l'induction et aboutit à un réveil plus calme (Taylor 1991 ; Taylor et Young 1993). Si l'on

compare les différentes associations détomidine/ kétamine, détomidine/thiopental et xylazine/kétamine à l'association guaïfenesine/thiopental, il apparait que cette dernière présente les effets les plus délétères sur le réveil d'anesthésie. A l'inverse, l'association détomidine/ thiopental semble présenter les meilleurs résultats (Taylor & Young 1993).

Les propriétés myorelaxantes de la guaïfenesine pourraient affecter la force musculaire lorsque les chevaux tentent de se relever et de ce fait influencer la qualité du réveil. De plus, si on la compare aux benzodiazépines, les inductions avec de la gaïfenesine se révèlent plus ataxiques. L'utilisation de cette molécule peut donc également influencer le score d'induction.

L'utilisation d'agents anesthésiques tels la morphine en prémédication ainsi qu'en phase de maintenance améliore également la qualité du réveil ( on a une durée plus courte, et un nombre de tentatives pour se relever réduit) (Clark et al. 2008).

Une bonne analgésie et un cheval calme (grâce notamment à une sédation résiduelle, prolongeant et améliorant la période de réveil) sont sans doute les principaux facteurs nécessaires à un bon réveil d'anesthésie.

**La qualité de l'induction** apparaissait corrélée à la qualité du réveil selon une évaluation reposant sur deux des trois échelles. Il est décrit dans la littérature que les molécules analgésiques et sédatives administrées durant la phase d'induction pourraient influencer le réveil même après 4 h d'anesthésie (Steffey et al. 2004). Les agents de prémédication et d'induction sont associés dans de nombreuses études à la qualité du réveil, il n'est donc pas étonnant que la qualité même de l'induction soit également impliquée.

Dans l'étude de Taylor et Young (1993), la qualité du réveil est considérée meilleure avec l'utilisation de l'association détomidine/thiopentone qu'avec celle de la détomidine/kétamine. Ce résultat peut paraitre surprenant car on a généralement l'impression que l'utilisation de la kétamine chez les chevaux se traduit par une meilleure induction que lors de l'utilisation de thiopentone. Cependant, il ne faut pas confondre l'effet de l'agent d'induction et la qualité globale de l'induction : en effet, les molécules sensées améliorer la qualité de l'induction (tels les myorelaxants) peuvent avoir un effet délétère sur la phase de réveil (précisément du fait de leurs propriétés).

On remarque que l'échelle DSS ne met pas en évidence de corrélation entre la qualité de l'induction et celle du réveil, ce résultat allant dans le sens de nombreuses études précédentes utilisant des échelles numériques descriptives ainsi que des échelles comprenant différentes catégories (Young et Taylor 1993 ; Donaldson et al. 2000).

**La qualité de la phase de maintenance** n'apparait pas corrélée à la qualité du réveil. Des résultats similaires ont été trouvés par Donalson (2000). De la même façon, aucune

relation n'a pas être établie entre les chevaux présentant des mouvements au cours de la chirurgie et la qualité du réveil (Parviainen & trim 2000).

D'autres études concernant la qualité du réveil se focalisent sur **l'effet de l'agent anesthésique** utilisé plutôt que sur l'effet de la qualité globale de la maintenance. Il existe en effet de nombreuses études controversées traitant de l'influence de l'agent volatil sur la phase de réveil.

Certaines études soutiennent que la nature de l'agent volatil n'influence pas la qualité du réveil chez les chevaux (Matthews et al. 1992 ; Whitehair et al. 1993 ; read et al. 2002 ; De Benedictis et al. 2009). Il en va de même chez les chiens (Lopez et al. 2009).

D'autres études soutiennent quant à elles que l'isoflurane, comparé aux autres agents volatils anesthésiques, serait associé aux réveils les plus mauvais (Taylor 1991 ; Matthews et al. 1998 ; Donaldson et al. 2000 ; Wawra et al. 2009), ou à l'inverse aux réveils les meilleurs (Auer et al.1978).

L'effet d'un agent volatil sur le réveil anesthésique peut s'expliquer par ses propriétés physiques. En effet, le réveil d'une anesthésie volatile a été défini comme correspondant à la vitesse à laquelle la concentration alvéolaire 'anesthésique diminue avec le temps. Ainsi, une plus grande solubilité correspondra à un réveil plus lent (et potentiellement meilleur) (Stoelting & Eger 1969).

**La nature des agents injectables** administrés en perfusion au cours de l'anesthésie influencent également la phase de réveil. La morphine (Love et al. 2006) ainsi que la médétomidine (Valverde et al. 2005 ; Ringer et al. 2007 ; Valverde et al. 2009) semble améliorer la qualité du réveil comparés à la lidocaïne. De même, pour la S-kétamine, en comparaison à la R-kétamine (larenza et al. 2009). La lidocaïne semble être à l'origine d'une augmentation de l'ataxie au réveil (Valverde et al. 2005).Enfin, une perfusion de xylazine/ kétamine n'aurait pas d'influence sur la qualité du réveil (Wagner et al. 2008).

Selon l'échelle DOS (tableau 1), plus le nombre de bolus de xylazine est grand, plus le réveil s'avère difficile. Cela peut facilement s'expliquer si l'on considère que les chevaux recevant de la xylazine sont ceux qui tentent de se relever trop rapidement. D'un autre côté, il est également démontré que les α2agonistes améliorent la qualité du réveil (Santos et al. 2003). En tenant compte de ces deux informations, on peut penser que les bolus administrés au cours d'un réveil délicat amélioreraient cette phase au fur et à mesure.

**Remarque : l'hypotension et l'hypothermie** sont des facteurs importants qui peuvent influencer la qualité du réveil (Grandy et al. 1987 ; Voulgaris & Hofmeister 2009).Ces deux facteurs n'ont pas été directement évalués dans notre étude, mais on été inclus

dans les paramètres descriptifs utilisés pour évaluer la qualité de la phase de maintenance.

## 5) Conclusion :

Parmi les facteurs influençant la qualité du réveil chez les chevaux suite à une anesthésie générale, certains peuvent être contrôlés. Ainsi, la durée de la procédure doit être la plus courte possible et une attention toute particulière doit être accordée à la qualité de la sédation et de l'induction.

La totalité des facteurs influençant les réveils d'anesthésie n'ont pu être évalués dans cette étude (comme par exemple les facteurs environnementaux : la luminosité, le bruit, la taille du box de réveil, ou encore les différents protocoles anesthésiques…) et d'autres études seraient nécessaires à cette fin.

De plus, au lieu d'évaluer les effets de ces différents facteurs sur la qualité du réveil, il serait plus intéressant d'évaluer leur influence sur les conséquences de mauvais réveils (fracture, etc). Une telle étude nécessiterait une collaboration entre de nombreux centres de référence, la fréquence de ces complications ayant diminué grâce notamment à l'apparition de nouveaux agents et de nouvelles techniques d'anesthésie.

## *Conclusion générale*

Le réveil d'anesthésie générale chez le cheval constitue la phase la plus à risque de l'anesthésie volatile : comme pour un voyage en avion, l'atterrissage est délicat, et requière une attention de tous les instants, le moindre incident pouvant avoir des conséquences catastrophiques, compromettant tout le travail fourni en amont par l'équipe d'anesthésie et de chirurgie.

Comme nous avons pu le constater au cours de cette étude, les complications sont nombreuses au réveil, toutefois la majorité d'entre elles peuvent être évitées ou du moins corrigées aisément, ce qui doit inciter le vétérinaire responsable du réveil à mettre en place tous les moyens de lutte préventifs et thérapeutiques possibles.

Les facteurs influençant la qualité du réveil sont nombreux, et leur étude est précieuse, y compris pour les vétérinaires équins les plus chevronnés. Ils constituent autant de sentiers à explorer, pouvant potentiellement nous mener vers une anesthésie plus sécuritaire pour l'animal.

Certains facteurs sont particulièrement intéressants car l'anesthésiste peut les maitriser: la durée de l'anesthésie, la lutte contre l'hypothermie, contre l'apparition d'épisodes d'hypotension, les produits anesthésiques utilisés, la qualité de la prémédication ou encore de l'induction sont autant d'ingrédients à doser avec précision, afin d'obtenir un bon réveil.

# CONCLUSION

Le réveil d'anesthésie générale chez le cheval constitue la phase la plus à risque l'anesthésie volatile, avec un taux de mortalité atteignant 0.9%. Durant cette période c le moindre incident peut avoir des conséquences catastrophiques, compromettant le trav fourni en amont par l'équipe d'anesthésie et de chirurgie.

De nombreuses études ont été menées afin d'identifier les principaux facteurs pouva influencer le réveil. Il apparait en effet fondamental de mieux comprendre cette pha afin d'être en mesure de la contrôler le mieux possible. Il reste cependant difficile de faire une idée précise de l'impact réel de chacun de ces composants sur la qualité réveil, les travaux expérimentaux ayant été menées dans des contextes différents, en aya recours des méthodes d'évaluation non standardisées. Les résultats se révèlent parf contradictoires.

Dans l'étude menée, analysant le réveil de 276 chevaux, on se propose de faire le point s le sujet, en nous appuyant sur une méthode novatrice d'évaluation du réveil, alliant d échelles à la fois objectives et subjectives. Nous évaluons ainsi l'influence réelle facteurs soigneusement choisi. Il apparait ainsi que le comportement du cheval, la dur de la chirurgie, la qualité de la sédation et la qualité de l'induction ont un impa indéniable sur la qualité du réveil du cheval.

Certains facteurs sont particulièrement intéressants car l'anesthésiste peut les maitris ils constituent autant d'ingrédients à doser avec précision, afin d'obtenir un réveil pl sécuritaire pour l'animal.

**Le Professeur responsable**
**VetAgro Sup campus vétérinaire**

**Le Directeur général**
**VetAgro Sup**

Par délégatio
Pr F. Grain - D
VetAgro Sup
Campus Vétérin

**Le Président de la thèse**

Professeur Olivier BASTIEN
Anesthésie-Réanimation
Hôpital Cardio-Vasculaire et
Pneumologique Louis Pradel

**Vu et permis d'imprimer**

**Lyon, le** 28 FEV. 2012

**Pour le Président de l'Université,**
**Le Président du Comité de Coordination des Etudes Médicales,**
**Professeur F.N GILLY**

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I

## ***Bibliographie***


Auer J, Garner H, Amend J et al. (1978) Recovery from anaesthesia in ponies : a comparative study of the effects of isoflurane, enflurane, methoxyflurane and halothane. Equine Vet J 10, 18-23

Ball MA et Trim CM (1996)Post anesthetic pulmonary oedema in two horses, Eq Vet Educ, 8 :1, 13-16

Bettschart-Wolfensberger R (2003) portocoles d'anesthésie intraveineuse chez le cheval, Prat Vet Eq, 35, 33-35

Bettschart- wolfensberger R (2009) Evaluation of anesthesia recovery quality after a low dose racemic or S-ketamine infusions during anesthesia with iosflurane in horses. J of Am Vet Med Assoc,234 (12):1565

Branson KR, Benson GJ et al. (1992) Hemodynamic parameters and tissue oxygenation during halothane anesthesia in normal horses and those experimenting post anesthetic lameness. J of Eq Vet Sc 12:3, 153-159

Brunson D (1990) Use of halothane and isoflurane in the horse, Vet Clin North Am Equine Prat 6, 529

Buchanan F, Myles P, Leslie K et al. (2006) Gender and recovery after general anaesthesia combinrd with neuromuscular blocking drugs. Anaesth Analg 102, 291-297.

Buchanan F, Myles P, Cicuttini F (2009) Patient sex and its influence on general anaesthesia. Anaesth Intensive Care 37, 207-218

Clark L, Clutton R, Blissitt K et al. (2008) The effects of morphine on the recovery of horses from halothane anaesthesia. Vet Anaesth Analg 35, 22-29

De Benedictis G, Mathis A, Palacio C et al. (2009) An experimental comparison of the characteristics of recovery from anaesthesia maintained with isoflurane, sevoflurane and desflurane in horses. Proceedeings of the World Congress of veterinary anaesthesia, Glasgow UK, pp 49

Di Concetto S, Michel Archer R et al (2007) Atipamezole in the management of detomidine overdose in pony. Vet Anaesth Analg 34 (1): 67-69

Doherty TJ et Andrews FM (1999) The effect of sedation on gastric emptying of a liquid marker in ponies, Vet Surg (28:5), 375-379

Donaldson L, Dunlop G, Holland M et al. (2000) The recovrey of horses from inhalant anaesthesia : a comparison of halothane and isoflurane. Vet Surg 29, 92-101

Donaldson, Corley, Stephen et al (2008)General anesthesia: Equipments, technics and postoperative care, The equine hospital manual, chap 4, 236-246

Driessen B (2005) Assisted recovery in horses awakening from general anaesthesia. In: recent advances in anesthetic management of large domestic animals. Steffey E (eds); International Veterianry Information Service, Ithaca NY, pp 1-10

Firth AM, Haldane SL (1999) Development of a scale to evaluate postoperative pain in dogs. J Am Vet Med Assoc 214, 651-659.

Goodwin D (1999), The importance of ethology in understanding the behavior of the horse. Eq Vet J. Suppl 28:15-10

Gleed R et Short CE (1980) A retrospective study of the anesthesic management of adult draft horses.Vet Med Small Anim Clin 75 (9) :1409-1416

Grandy J, Steffey E, Hodgson D et al. (1987) Arterial Hypotension and the development of postanesthetic myopathy in halothane-anesthetized horses. Am J Vet res 48

Greene SA, Thurmon JC Tranquili WJ et al (1986) Cardiopulmonary effects of continuous intraveinous infusion of guafinesine, ketamine and xylazine in horses. Am J Vet Res, 47: 2364-2367.

Grosenbaugh DA et Muir WW (1998) Cardiorespiratory effects of sevoflurane , isoflurane, and halothane anesthesia in horses. Am J Vet Res 59(1):101-106.

Holton L, Scott E, Nolan A et al. (1998) Comparison of three methods used for assessment of pain in dogs. J Am Vet Med Assoc 212, 61-66.

Heppenstall RB, Sepega AA, Scott R et al (1988)The compartment symdrome. An experimental and clinical qtudy of muscular energy metabolism using phosphorus nuclear magnetic resonance spectroscopy. Clin Orthoped Rel Res. 226, 138-155.

Hubbel JAE ,(1999) Recovery from anaesthesia in horses. Equine Vet Educ 11, 160-167.

Hubbel JAE , Hinchcliff KW, Schmall LM et al (1999) Cardiorespiratory, and metabolic effects of xylazine, detomidine and a combination of xylazine and acepromazine administred after exercice in horses Am J Vet Res 61, 1-8

Hubbel JAE , Hinchcliff KW, Schmall LM et al (2000) anesthesic, cardiorespiratory, and metabolic effects of four anesthetic regimens administrated intraveinously after maximal exercice in horses Am J Vet Res 61, 1-8

Hubbel JAE ,(2005) Recovery from anaesthesia in horses. Equine Vet Educ 7, 45-52.

Hubbel JAE (2008) A review of the American college of veterinary anesthesiologists guideline for anesthesia in horses. Proceedings of the annual meeting of the American association of equine practitioners 54: 48-53

Ihaka R, Gentleman R (1996) R: a language for data analysis and graphics. J Compt graph Stat 5, 299-314.

Jaillardon L, Portier K, Walsh CM et al (2009), castration of horses under total intraveinous anesthesia; analgesic effects of lidocaine. Vet Anesth Analg, Mar 36 (2):173-9.

Johnson BD, Heath RB, Bowman B et al (1978) Serum chemistry changes in horse anesthesia : a pilot study investigating the possible causes of post anesthetic myositis in horses. J Eq Med Surg, 2, 109-123

Johnston GM, Taylor PM, McGee MA et al (1996) The confidential enquiry into perioperative fatalities (CEPEF 1) Survival curves. Vet Surg 25, 182.

Johnston GM, Eastment J, Wood J et al. (2002) The confidential enquiry into perioperative equine facility (CEPEF): mortality results of phase 1 and 2. Vet Anaesth Analg 29, 159-170.

Juzwiak J, Slone D, Santschi E et al (1990), Ceasarean section in 19 mares: results and postoperative fertility. Vet Surg 19, 50-52.

Kästner, Liste de discussion AVCA

Klein L (1990) Anesthesic complications in the horse. Vet Clin North Am Equine Pract. 6(3): 665-692.

Larenza P, Ringer S, Kutter A et al. (2009) Evaluation of anesthesia recovery quality after low-dose racemic or S-kétamine infusions during anaesthesia with isoflurane in horses. AJVR 70, 710-718.

Leece E, Corletto , Brealey J (2008) A comparison of recovery times and characteristics with sevoflurane and isoflurane anaesthesia in horses undergong magnetic resonance imaging. Vet Anaesth Analg35, 383-391.

Lindsay WA, Robinson GM, Brunson DB et al (1989) Induction of equine postanesthetic myositis after halothane-induced hypotension. Am J Vet Res 50, 404-410.

LittleJohn A et Munro R (1972) Equine recumbency. Vet Rec. 90: 83-85

Lopez L, Hofmeister E, Pavez J et al (2009) Comparison of recovery from anaesthesia with isoflurane, sevoflurane or desflurane in healthy dogs. AJVR 70, 1339-1344.

Love E, Lane J, Murison P (2006) Morphine administration in horses anesthetized for upper respiratory trcat surgery. Vet Anaeth Analg 33, 179-188;

Lukasik VM, Gleed RD, Scarlett JM et al (1997) Intranasal phenyléphrine reduces post anesthetic upper airway obstruction in horses. Equine Vet J. 29(3): 236-238

MacDonell WN, Hall LW, Jeffcott LB (1979) Radiologic evidence of impaired pulmonary function in laterally recumbent anaesthetized horses. Eq Vet J 11, 24-32

MacMurphy RM, Young LE, Marlin DJ et al (1998) Comparison of the cardiopulmonary effects of total intraveinous anesthesia with romifidine, guaphenesin and kétamine vs halothane in horses. Proceedings of the Ann Mtg Am Coll Vet Anesth, 13

Mama KR, Steffey EP, Pascoe PJ (1995) Evaluation of propofol as a general anesthetic for horses. Vet Surg. 24: 188-194

Mama KR, Pascoe PJ, Steffey EP et al (1998) Comparison of two techniques for total intravenous anesthesia in horse; Am Vet J Res. 59 (10): 1292-1298.

Mama KR, Wagner AE, Steffey EP, et al (1999) Evaluation of xylazine and ketamine for maintenance of anesthesia in horses. Proceedings of the Ann Mtg Am Coll Vet Anes : 18

Matthews NS, Hartsfield SM, Cornick JL et al (1991) A comparison in injectable anesthetic combinations in horses. Vet Surg. 20/ 268-273.

Matthews NS, Miller SM, Hartsfield S et al.(1992) Comparison of recoveries from halothane vs isoflurane anesthesia in horses. JAVMA 201, 559-563.

Matthews N, Hartsfield S; Mercer D et al. (1998) recovery from isoflurane anesthesia in horses: comparison to isoflurane and effect of postmedication with xylazine. Vet Surg 27, 480-485.

Matthews NS, Hartsfield GL, Carroll EA et al (1999) Sevoflurane anaesthesia in clinical equine cases: maintenance and recovery. Vet Anazsth Analg . 26 (1) / 13-17.

Muir WW, Werner LL, Hamlin RL (1975) Effects of xylazine and acetylpromazine upon induced ventricular fibrillation in dogs anesthetized with thiamylal and halothane. Am J Vet Res 36, 1299-1303

Muir WW, Skarda RT, Sheehan W (1978). Evaluation of xylazine , guaifenesin, and ketamine hydrochloride for restraint in horses. Am J Vet Res. 38/ 1274-1278

Muir WW, Sams R (1992) Effects of ketamine infusion on halothane minimal alveolar concentration in horses. Am J Vet Res. 53/ 1802-1806.

Muir WW, Hubbel JAE (2009) Considerations for induction, maintenance and recovery. In Equine Anesthesia Monitoring and emergency therapy. 2nd edition. Saint Louis, MO Elsevier. 381-396.

Parvienen AKJ, Trim M (2000) Complications associated with anesthesia for ocular surgery: a retrospective study 1989-1996.Equine Vet J 32, 555-559

Portier K et Levionnois OL (2010) Le cheval se reveille mal: quand s'inquiéter, que recherché, que faire? Prat Vet Eq. 42 (168) : 39-46.

Portier K, Sena A, Senior M et al. (2010) A study of the correlation between objective and subjective indices of recovery quality after inhalation anaesthesia in equids. Vet Anaesth Analg, 2010

Read M, Duke T et al. (2002) Cardiopulmoary effects and induction and recovery characteristics of isoflurane and sevoflurane in foals; J AM Ver Med Assoc 221, 393-398.

Richardson D, Kohn C (1983) Uroperitoneum in the foal. J AM Vet Med Assoc . 182 (3): 267

Richey M, Holland M, McGraph C et al. (1990) Equine post- anesthetic lameness. A retrospective study. Vet Surg 19, 392-397.

Ringer S, Kalchofner K, Boller J et al. (2007) A clinical comparison of two anaesthetic protocols using lidocaine or medetomidine in horses. Vet Anaesth Analg, 257-268.

Robertson SA, Green Sl, Carter SW et al (1992) Postanesthetic recumbency associated with hyperkalemic periodic paralysis in a quarter horse. J Am Vet Med Assoc. 201(8) / 1209-1212

Santos M, Fuente M, Garcia-iturralde P et al.(2003) Effects of alpha 2 adrenoreceptor agonists during recovery from general anaesthesia in horses. Equine Vet J35, 170-175.

Senior JM, Pinchbeck GL, Dugdale AHA et al (2004) Retrospective study of risk factors an dprevalence of colic in horses after orthopaedic surgery. J Brit Vet Assoc 155: 321-325

Serteyn D, Lavergne l, Coppens P et al (1988) Equine post anesthetic myositis: muscular post ischelic hyper aemia measured by laser Doppler flowmetry. Vet Record. 123 (5) :126-128.

Serteyn D, Mottart E, Deby C et al (1990) Equine post anesthetic myositis : a possible role for free radical generation and membrane lipoperoxydation. Res Vet Sci. 48(1) : 42-46.

Serteyn D, Pincemail J, Mottart E et al (1994) Direct approach for demonstrating free radical phenomena during equine post anesthetic myopathy; preliminary study. Can J Vet Res. 58(4): 309-312

Serteyn D, Mouytis-Mickalad A, Franck T et al (2002) La nature et la reactivité de l'oxygène . Ann Med Vet . 146 : 137-153

Serteyn D (2003) Les complications de l'anesthesie générale chez le cheval. Prat Vet Eq 25 : 17-23.

Steffey Ep, Howland D, Giri S et al (1977) Enflurane, halothane and isoflurane potency in horses. Am J Vet Res 38: 1037-1039.

Steffey EP, Howland D (1978) Cardiovascular effects of halothane in the horse. Am J Vet Res. 39: 611-615

Steffey EP, Pascoe PJ, Woliner MJ et al (2000) Effects of xylazine hydrochloride during isoflurane-induced anesthesia in horses. Am J Vet Res. 61: 1225-1231

Steffey EP, Watson ZE et al (2002) Effects of general anesthesia and minor surgical trauma on urine and serum measurements. Am J Vet R.63: 1061-1065

Steffey E, Brosnan R, Imai A (2004) xylazine-diazepam-kétamine anesthetic induction influences recovery events following at least 4 hours of desflurane anesthesia in horses. Proceedings of the Association of veterinary anaesthesists autumn meeting, Vienna, pp 90 .

Steffey EP, Mama KR, Galey FD et al (2005) Effectsof isoflurane dose and mode of ventilation on cardiopulmonary function and blood biochemical variables in horses. Am J Vet Res. 26 (4) : 606-614

Stoeling M, Eger E (1969) The effects of ventilation and anaesthetic solubility on recovery from anaesthesia. Anesthesiology 30, 290-296.

Stubbs N, Goff L (2007) Applied animal biomechanics. Blackwell pub, Chap 4 ,24-34

Taylor P (1991) Stress response in ponies during halothane or isoflurane anaesthesia after induction with thiopentone or xylazine-kétamine. J Vet Anaesth.18, 8-14.

Taylor P, Young SS (1993) Does the induction agent affect the course of halothane anaesthesia in horses. J Vet Anaesth; 20, 84-91.

Taylor PM, Clarke KW (1999) Anesthesic problems. In: Handbook of equine anesthesia , London/ WB Saunders Co 95-143.

Taylor PM (2002) Assisted recovery. Proceedings of the North Am Vet Conf Orlando, FL : 150

Touzot-Jourde G (2003) Nouvelles options pour l'anesthésie volatile chez le cheval. Prat Vet Eq 35 : 37-42.

Trim CM, Adam JG et al (1989) A retrospective survey of anesthesia in horses with colics. Eq Vet J Supp.l jun (7): 84-90

Valverde A, Gunkel C, Doherty TJ et al. (2005).Effect of a constant rate infusion of lidocaine on the quality of recovery from sevoflurane or isoflurane general anaesthesia in horses. Equine Vet J 37, 559-564.

Valverde A, Rickey E, Sinclair M et al. (2009) Comparison of cardiovascular function and quality of recovery in isoflurane-anaesthetized horses administred a constant rate infusion (CRI) of lidocaine or lidocaine and medetomidine during arthroscopic surgery. Proceedings of the 10th World Congress of Veterinary Anaesthesia, Glasgow, UK, pp 49.

Vettorato E, Chase-Topping M, lutton R (2009) Comparison of four methods for scoring recovery from general anesthesia in horses. Proceedings of the 10th World Congress of Veterinary Anaesthesia, Glasgow, UK, pp 48.

Voulgaris D, Hofmeinster E (2009) Multivariate analysis of factors associated with post-anesthetic times to standing in isoflurane-anaesthetized horses: 381 cases. Vet Anaesth Analg 36, 414-420.

Wagner A, Kursheed R, Steffey E at al. (2008) A comparison of equine recovery characteristics after isoflurane or isoflurane followed by xylazine-kétamine infusion. Vet Anaesth Analg 35, 154-160.

Wawra E, Senior J, Clutton R et al. (2009) factors influencing the duration and quality of recovery from general anaesthesia in horses: a retrospective study of 590 cases. Proceedings of the 10th World Congress of veterinary anaesthesia, Glasgow,UK, pp 48.

Whitehair K, Steffey E, Willis N et al. (1993) Recovery of horses from inhalation anesthesia ; Am J Vet Res 54, 1693-1701.

Young SS, Taylor PM et al (1992) Physiological effects of total intraveinous surgical anesthesia using detomidine-guaifenesin-ketamine in horses. J Vet Anaesth 19: 24-31

Young SS, Taylor P (1993) Factors influencing the outcome of equine anaesthesia; a review of 1314 cases; Equine Vet J.25, 147-151.

# Annexe des figures de la partie expérimentale

**Figure A1:**

Description de la population des 276 chevaux se réveillant d'une anesthesie générale inclus dans cette étude.

-Les catégories de genre : femelle (F), hongre (G), mâle (M)
-Les catégories des races et des espèces : arabes (AR), chevaux trait (HDH), ânes (DO), poneys (P), quarter horse (QH), standard bred (SB), chevaux de selle (SH), chevaux espagnols (SP), thorough bred (TB), chevaux d'origine inconnue (UO)
-Les catégories d'âge
-Les catégories ASA
-Les types de chirugie : arthroscopie et chirurgies orthopédiques (A), castration (C), chirurgies dentaires (D), embolisation des carotides (E), fracture (F), laparotomie (L), myelographie (M), ophtalmologie (O), laryngoplastie (L), chirurgie des sinus (ORL), peau, blessure, sarcoïde (S).
-Durée de la chirugie

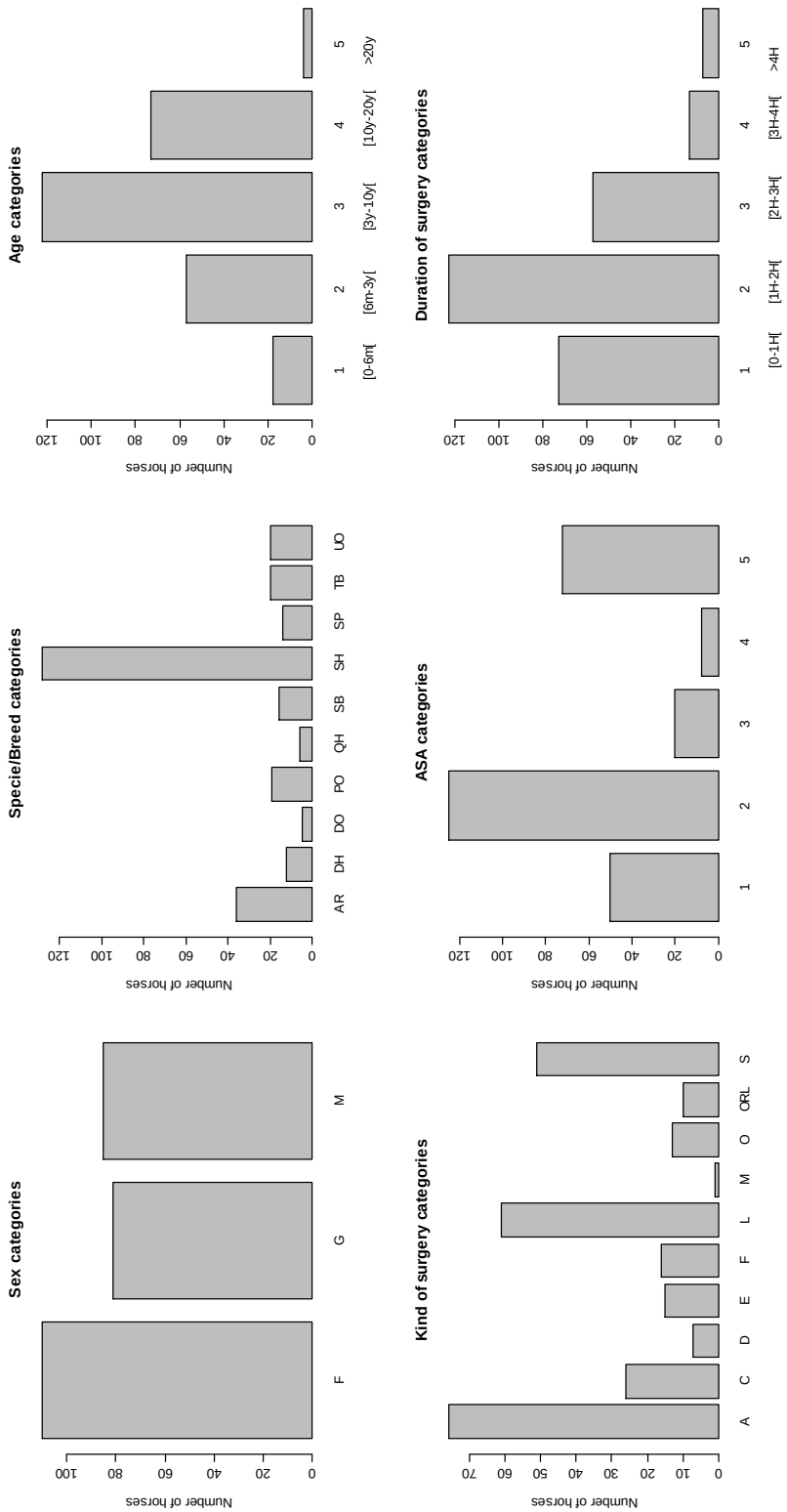
**Figure A2:**

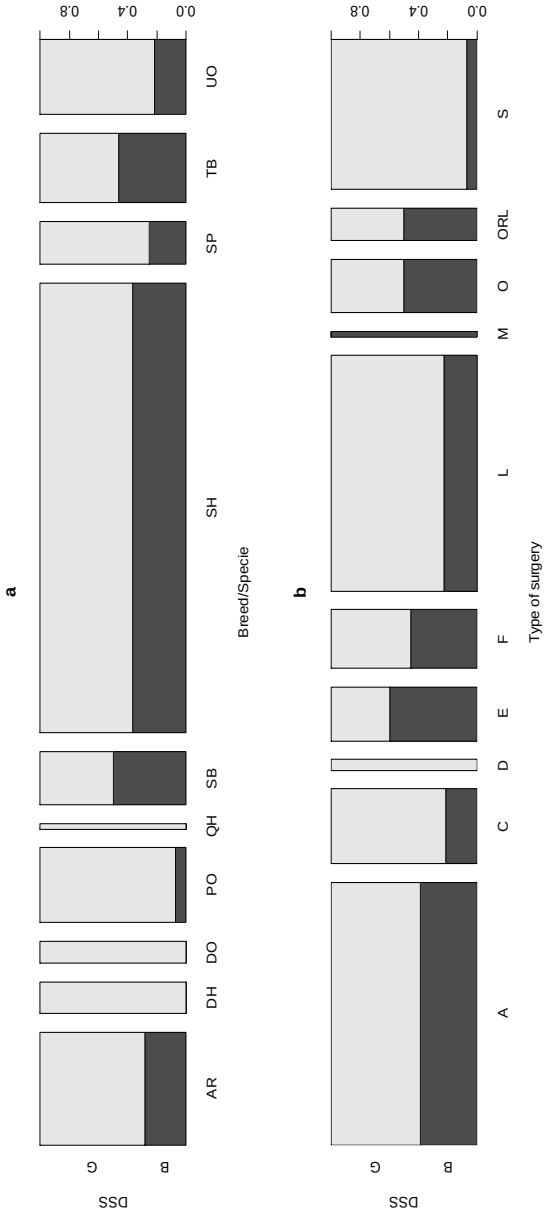
Comparaison de la qualité du réveil d'une anesthesia générale de 276 équidés évalués par une échelle dichotomique subjective (DSS: les scores étant G pour bon, B pour mauvias réveil), en fanction des different facteurs ci dessous:

Les types de chirugie : arthroscopie et chirurgies orthopédiques (A), castration (C), chirurgies dentaires (D), embolisation des carotides (E), fracture (F), laparotomie (L), myelographie (M), ophtalmologie (O), laryngoplastie (L), chirurgie des sinus (ORL), peau, blessure, sarcoïde (S).
Les catégories des races et des espèces : arabes (AR), chevaux trait (HDH), ânes (DO), poneys (P), quarter horse (QH), standard bred (SB), chevaux de selle (SH), chevaux espagnols (SP), thorough bred (TB), chevaux d'origine inconnue (UO)

**Figure A3 :**

Comparaison de la qualité du réveil d'une anesthésie générale de 276 équidés évalués par une échelle dichotomique subjective (DSS: les scores étant G pour bon, B pour mauvais réveil), en fonction de la durée de la chirurgie (en minutes), et de qualité de la sédation évaluée à l'aide d'une échelle visuelle analogique (VAS : 0 cm correspondant à la pire des sédations, 10 cm à la meilleure possible).


Sex categories
Number of horses
0
20
40
60
80
100
F
G
M
Specie/Breed categories
Number of horses
0
20
40
60
80
100
120
AR
DH
DO
PO
QH
SB
SH
SP
TB
UO
Age categories
Number of horses
0
20
40
60
80
100
120
1
2
3
4
5
[0-6m[
[6m-3y[
[3y-10y[
[10y-20y[
>20y
Kind of surgery categories
Number of horses
0
10
20
30
40
50
60
70
A
C
D
E
F
L
M
O
ORL
S
ASA categories
Number of horses
0
20
40
60
80
100
120
1
2
3
4
5
Duration of surgery categories
Number of horses
0
20
40
60
80
100
120
1
2
3
4
5
[0-1H[
[1H-2H[
[2H-3H[
[3H-4H[
>4H


a
DSS
B
G
0.0
0.4
0.8
AR
DH
DO
PO
QH
SB
SH
SP
TB
UO
Breed/Specie
b
DSS
B
G
0.0
0.4
0.8
A
C
D
E
F
L
M
O
ORL
S
Type of surgery

***<u>Figure A3</u> : Comparaison de la qualité du réveil d'anesthésie des 276 chevaux de l'étude, évaluée à l'aide d'une échelle DOS, en fonction de la durée de l'anesthésie et de la qualité de la sédation***

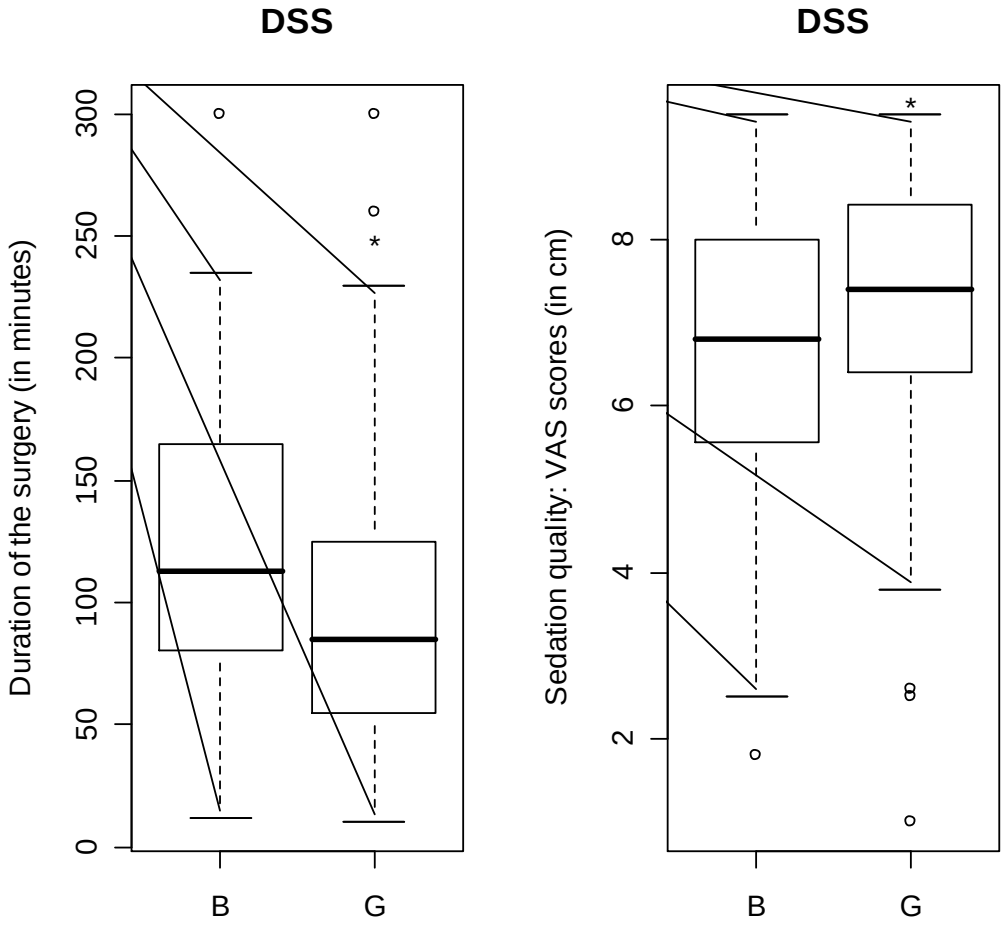


**Tableau A1 :**

Effet des différents facteurs séléctionnés sur la qualité du réveil d'une anesthésie générale, évalués en ayant recours à la combinaison d'une échelle dichotomique objective (DOS), d'une échelle dichotomique subjective (DSS), et d'une échelle visuelle analogique (VAS).

Le genre, la race, le type de chirurgie, la classification ASA, l' age, la durée de la chirurgie, le comportement de l'animal avant la sédation, la qualité de la sédation de l'induction et de la maintenance sont pris en compte.

Les valeurs de p, issues des tests statistiques de Pearson ($\chi^2$ ), de Wilcoxon (w), et du test de corrélation de Spearmann (r), sont rapportées.

***Tableau A1 : Résultats correspondant à l'influence des différents facteurs sélectionnés sur la qualité du réveil : Valeurs de p en fonction de l'échelle utilisée***

| | DSS | | VAS | | DOS1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Genre | 0.32 | ( $\chi$2) | 0.72 | ( $\chi$2) | 0.44 | ( $\chi$2) |
| Race | 0.12 | ($\chi$2) | 0.25 | ( $\chi$2) | 0.17 | ( $\chi$2) |
| Chirugie | 0.01 | ($\chi$2) | 0.07 | ( $\chi$2) | 0.01 | ( $\chi$2) |
| ASA | 0.03 | ($\chi$2) | 0.09 | ( $\chi$2) | 0.33 | ( $\chi$2) |
| Age | 0.16 | (w) | 0.43 | | 0.14 | |
| Durée de la chirugie | 0.002 | (w) | $6.6\ 10^{-5}$ | r=-0.24 | 0.001 | r=0.2 |
| Comportement du cheval | 0.06 | (w) | $5.3\ 10^{-5}$ | r=0.25 | 0.001 | r=-0.16 |
| Qualité de la sédation | 0.03 | (w) | $6.1\ 10^{-7}$ | r=0.30 | 0.001 | r=-0.16 |
| Qualité de l'induction | 0.29 | (w) | $8.4\ 10^{-6}$ | r=0.27 | 0.04 | r=-0.12 |
| Qualité de la maintenance | 0.47 | (w) | 0.01 | r=0.15 | 0.14 | |

**CANONGE Tania**

# Les facteurs influençant la qualité du réveil chez le cheval

**Thèse d'Etat de Doctorat Vétérinaire :** Lyon*, le 16 Mars 2012*

## RESUME :

L'objectif de cette thèse est de faire le point sur les différents facteurs influençant le réveil du cheval d'une anesthésie générale, en se basant sur les données de la littérature, ainsi que sur une nouvelle étude utilisant une méthode d'évaluation combinée novatrice.
Dans une première partie bibliographique, on insiste sur la nécessité d'une assistance lors du réveil. Nous nous penchons ensuite sur les différents outils mis en place pour évaluer la qualité du réveil, avant d'étudier les nombreux facteurs influençant cette phase précédemment identifiés.
Dans une seconde partie expérimentale, nous analysons le réveil de 276 chevaux, en nous appuyant sur des échelles à la fois objectives et subjectives. Nous évaluons ainsi l'impact de facteurs soigneusement choisis : le genre, l'âge, la race, le score ASA, le comportement du cheval, le type et la durée de la chirurgie, la qualité de la sédation, de l'induction et de la maintenance de l'anesthésie. Les résultats de l'étude indiquent que le comportement du cheval, la durée de la chirurgie, la qualité de la sédation et de l'induction ont un impact indéniable sur la qualité du réveil.
Ce travail constitue une première étape visant à identifier les facteurs sur lesquels le vétérinaire pourra jouer afin de rendre l'anesthésie générale du cheval plus sûre.

## MOTS CLES :

- cheval
- anesthésie
- facteurs de risque
- éveil
- VAS
- échelle multidimensionnelle

## JURY :

| | |
|---|---|
| Président : | Monsieur le Professeur Olivier BASTIEN |
| 1er Assesseur : | Madame le Docteur Karine PORTIER |
| 2ème Assesseur : | Monsieur le Professeur Jean Luc CADORE |

## DATE DE SOUTENANCE : le 16 mars 2012

## ADRESSE DE L'AUTEUR :

Le Mas Dieu
30110 LAVAL PRADEL