

EVALUATION D'UNE TECHNIQUE DE CASTRATION DU CHEVAL PAR LAPAROSCOPIE

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

*présentée et soutenue publiquement en 2006
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Karine PADER

Née, le 24 Août 1982 à Toulouse (Haute-Garonne)

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Louis-Marie DESMAIZIERES

JURY

PRESIDENT :

M. Jean-Pierre SARRAMON

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

M. Louis-Marie DESMAIZIERES

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

M. Didier MATHON

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :

M. Fabrice ROSSIGNOL

Docteur Vétérinaire

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur	: M.	A. MILON
Directeurs honoraires	M.	G. VAN HAVERBEKE
	M.	J. FERNEY
	M.	P. DESNOYERS
Professeurs honoraires	M.	L. FALIU
	M.	C. LABIE
	M.	C. PAVAU
	M.	F. LESCURE
	M.	A. RICO
	M.	D. GRIESS
	M.	A. CAZIEUX
	Mme	V. BURGAT
	M.	J. CHANTAL
	M.	J.-F. GUELF
	M.	M. ECKHOUTTE

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **CABANIE Paul**, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. **DARRE Roland**, *Productions animales*
M. **DORCHIES Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
M. **BODIN ROZAT DE MANDRES NEGRE Guy**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie pathologique*
M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **HENROTEAUX Marc**, *Médecine des carnivores*
M. **MARTINEAU Guy-Pierre**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*
M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

PROFESSEURS 2^e CLASSE

- Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les industries agro-alimentaires*
M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
M. **DUCOS de LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mme **KOLF-CLAUW Martine**, *Pharmacie - Toxicologie*
M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*

INGENIEUR DE RECHERCHES

- M. **TAMZALI Youssef**, *Responsable Clinique équine*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAÎTRE DE CONFERENCES HORS CLASSE

M. JOUGLAR Jean-Yves, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

MAÎTRES DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

M. ASIMUS Erik, *Pathologie chirurgicale*
M. BAILLY Jean-Denis, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. BERGONIER Dominique, *Pathologie de la Reproduction*
M. BERTAGNOLI Stéphane, *Pathologie infectieuse*
Mme BOUCRAUT-BARALON Corine, *Pathologie infectieuse*
Mlle BOULLIER Séverine, *Immunologie générale et médicale*
Mme BOURGES-ABELLA Nathalie, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. BOUSQUET-MELOU Alain, *Physiologie et Thérapeutique*
Mme BRET-BENNIS Lydie, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. BRUGERE Hubert, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
Mlle CADIERGUES Marie-Christine, *Dermatologie*
Mme CAMUS-BOUCLAINVILLE Christelle, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mme COLLARD-MEYNAUD Patricia, *Pathologie chirurgicale*
Mlle DIQUELOU Armelle, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. DOSSIN Olivier, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. FOUCRAS Gilles, *Pathologie du bétail*
Mme GAYRARD-TROY Véronique, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
M. GUERIN Jean-Luc, *Elevage et Santé Avicoles et Cunicoles*
Mme HAGEN-PICARD Nicole, *Pathologie de la Reproduction*
M. JACQUIET Philippe, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. JAEG Jean-Philippe, *Pharmacie et Toxicologie*
M. LYAZRHI Faouzi, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. MATHON Didier, *Pathologie chirurgicale*
M. MEYER Gilles, *Pathologie des ruminants*
Mme MEYNADIER-TROEGELER Annabelle, *Alimentation*
M. MONNEREAU Laurent, *Anatomie, Embryologie*
Mme PRIYMENKO Nathalie, *Alimentation*
Mme RAYMOND-LETRON Isabelle, *Anatomie pathologique*
M. SANS Pierre, *Productions animales*
Mlle TRUMEL Catherine, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*
M. VERWAERDE Patrick, *Anesthésie, Réanimation*

MAÎTRES DE CONFERENCES CONTRACTUELS

Mlle BIBBAL Delphine, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. CASSARD Hervé, *Pathologie du bétail*
M. DESMAIZIERES Louis-Marie, *Clinique équine*
Mlle LE MINOR Odile, *Epidémiologie*
M. NOUVEL Laurent-Xavier, *Pathologie de la reproduction*
M. REYNOLDS Brice, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*
M. VOLMER Romain, *Infectiologie*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

M. CONCHOU Fabrice, *Imagerie médicale*
M. CORBIERE Fabien, *Pathologie des ruminants*
Mlle LACROUX Caroline, *Anatomie pathologique des animaux de rente*
M. MOGICATO Giovanni, *Anatomie, Imagerie médicale*
Mlle PALIERNE Sophie, *Chirurgie des animaux de compagnie*

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Jean-Pierre SARRAMON

Professeur des Universités,
Praticien hospitalier,
Chirurgie Urologique,
Qui nous a fait l'honneur d'accepter la Présidence de notre Jury de Thèse.
Hommages respectueux.

A Monsieur le Docteur Louis-Marie DESMAIZIERES

Maître de conférence à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
Clinique équine,
Pour son soutien, ses conseils et sa disponibilité tout au long de l'élaboration de ce travail.
Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de ma profonde reconnaissance et de ma respectueuse considération.

A Monsieur le Docteur Didier MATHON

Maître de conférence à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
Pathologie chirurgicale,
Qui a accepté d'être notre assesseur de thèse.
Tous mes remerciements.

A Monsieur le Docteur Fabrice ROSSIGNOL

Docteur Vétérinaire à la clinique équine de Grosbois (94),
Qui a réalisé les chirurgies laparoscopiques rapportées dans cette étude,
Pour son soutien, sa confiance et parce qu'il a attendu ce travail avec tout autant d'impatience que nous.
Sincères remerciements.

A Madame le Professeur Brigitte SILIART et à tout le personnel du LDH

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes,

Sans qui nous n'aurions pas pu mener cette étude,

Pour leurs conseils, leur écoute, leur gentillesse et pour leur précieuse collaboration.

Tous nos remerciements.

A Monsieur le Docteur Philippe ASCHER

Docteur Vétérinaire, Responsable technique Unité Animaux de Compagnie et de Sport

Gammes canine et équine, Intervet,

Pour leur soutien financier et l'intérêt qu'ils ont porté dans la direction de ce projet.

Sincères remerciements.

A tous les Vétérinaires référants qui ont participé de près ou de loin à cette étude expérimentale,

Qu'ils veuillent trouver ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

DEDICACES

A mes grand parents, Mamie Yvonne, Papi Jean et Papi Jacob, parce qu'ils m'ont apporté de la tendresse et une enfance formidable, et qu'ils ont sans aucun doute participé à la construction de mon avenir. Ils auraient été si fiers de partager ce moment avec moi.

Vous me manquez beaucoup.

A ma grand-mère chérie Mamie Sol, la doyenne de notre famille si unie.

A mes parents, qui m'ont toujours soutenu et surtout supporté pendant ces années... Merci pour votre écoute, vos sacrifices, votre patience, vos conseils et vos encouragements incessants, ici ou à l'autre bout du monde. J'espère un jour arriver à votre hauteur...

Je vous aime fort.

A mon frère, pour ta joie de vivre, ton humour, ta façon de relativiser les problèmes, pour la confiance que tu m'as accordée et pour notre complicité éternelle.

Je suis sûre que tu deviendras quelqu'un de grand. Je suis fière d'être ta petite sœur.

A toute ma famille à laquelle je suis très attachée, en commençant par le cousinage : David, Sandrine et Eddy, Mike, Yony, Eric (à ton tour), Rico, Vanessa, Cédric, Yoram, Yaacov, Stéphanie, Sarah, Chalom, Rachel, Isaac, et Noa.

A tout le reste de ma famille, qui a toujours trouvé les mots justes pour me soutenir dans les moments de doute (surtout Mich' et Esther !).

Un grand merci à mon oncle Edmond, tu n'imagines pas à quel point ta reconnaissance est importante à mes yeux... J'espère un jour pouvoir t'apporter autant de bonheur que tu l'as fait pour moi durant mon parcours.

A mes amis avec qui j'ai grandi et évolué : Elsa, Leslie, Thierry, Célinou (les révisions et le jardin), Audrey, Tanette, Carole. Sachez combien votre sincère amitié est chère à mes yeux...

A tous mes amis de l'école...

En particulier,

A Zorba, mon exceptionnel meilleur ami, au nom de notre complicité sans limite, pour nos périodes de chtaque, les cafés, les solitaires et les démineurs sur msn (c'est obligé que ça se réalise, c'est le jeu), parce qu'on n'a rien lâché et parce que tu m'as toujours motivé à réussir à travers tes « j'en suis sûr » (sauf pour la chir' SSSS)... Je t'adore.

A Charline, Marie, Mél, en souvenir de nos délires pendant ces 5 ans et pour que jamais on ne se perde de vue.

A M.Rik (mon docteur préf), Puch (ma peluche), au Chef (mon bébé), Walty (l'américain), à Brice, Nelsy, Ken, au Queen et au Rectum.

A notre équipe de choc de T1pro équine : Guigouille, Baz, ben, PO, KO et Scotch le chef d'équipe.

A Franck, un vétérinaire pour qui j'ai beaucoup d'estime et qui a sans aucun doute motivé ma vocation pour les équidés. Parce que tu fais partie des rares personnes qui m'ont donné envie d'apprendre. Merci pour tes conseils tout au long de mon parcours, pour ton aide, et pour tout ce que tu m'as appris. J'espère que ton poulain ne te décevra pas !

A Fidgi, parce que c'est lui au fond le responsable de mes objectifs présents et futurs...

A la vie.

TABLE DES MATIERES

Introduction

1^{ère} Partie : Etude bibliographique de la fonction de reproduction de l'étalon ; anatomie fonctionnelle, régulation et suppression _____ 16

I- ANATOMIE FONCTIONNELLE DE L'APPAREIL GENITAL DE L'ETALON ET DE LA REGION INGUINALE _____ 16

A- Anatomie laparoscopique de l'abdomen caudal de l'étalon _____	16
1. Présentation de l'anatomie laparoscopique de l'abdomen caudal gauche _____	18
2. Présentation de l'anatomie laparoscopique de l'abdomen caudal droit _____	20
B- Le testicule et sa fonction exocrine _____	21
1. Anatomie du testicule de l'étalon _____	21
a- Rappels embryologiques _____	21
b- Caractères généraux du testicule _____	23
c- Structure du testicule _____	27
d- Vaisseaux et nerfs du testicule _____	29
2. La fonction exocrine du testicule _____	34
3. Les principaux critères de variation physiologique _____	35
C- La régulation endocrine de la fonction de reproduction de l'étalon adulte _____	38
1. L'axe hypothalamo-hypophysaire _____	38
a- Présentation anatomique du complexe hypothalamo-hypophysaire _____	38
b- Les productions hormonales en relation avec la fonction de reproduction de l'étalon _____	38
2. Les hormones testiculaires _____	40
a- Les acteurs de la production des hormones testiculaires _____	40
b- Présentation des hormones testiculaires _____	41
3. La régulation de la sécrétion des hormones testiculaires _____	44
4. Le contrôle hormonal de la spermatogénèse _____	46

II- PRESENTATION DES TECHNIQUES DE SUPPRESSION DE LA FONCTION DE REPRODUCTION DE L'ETALON _____ 47

A- Considérations générales avant la castration de l'étalon _____	47
1. Les indications de la castration _____	47
2. Le moment de la castration dans la vie de l'étalon _____	47
3. Le choix du lieu opératoire _____	48
4. Les démarches préopératoires _____	48
B- Présentation des principales techniques de castration de l'étalon _____	49
1. Le choix du positionnement du cheval, de la technique et du type de contention _____	49
2. Les techniques de castration conventionnelles _____	50
3. Les avantages des techniques de castration conventionnelles _____	50
4. Les inconvénients des techniques de castration conventionnelles _____	52
5. Les complications inhérentes à la castration de l'étalon par des méthodes conventionnelles _____	53
a- Incidence des complications lors de la castration de l'étalon _____	53
b- Complications à court terme _____	56
c- Complications à moyen terme _____	61
d- Complications tardives _____	65

C- Présentation des principales techniques de castration de l'étalon par laparoscopie	68
1. Considérations générales à propos de la laparoscopie en pratique équine	68
2. Les démarches préopératoires spécifiques de la technique laparoscopique	69
a- La diète préopératoire	69
b- Les protocoles anesthésiques lors de chirurgie laparoscopique	69
c- Le positionnement du cheval et l'abord chirurgical lors de la laparoscopie	71
d- La création du pneumopéritoine	74
e- L'insertion des canules laparoscopiques	77
3. Présentation des techniques laparoscopiques de cryptorchidectomie des équidés	79
a- La localisation et la préhension du testicule cryptorchide	79
b- La ligature du cordon spermatique	83
c- Le traitement du testicule cryptorchide	87
4. Présentation des techniques laparoscopiques de castration du testicule normalement descendu chez les équidés	90
a- La préhension du testicule normalement descendu	90
b- Le traitement du testicule normalement descendu	92
5. Les avantages des techniques laparoscopiques de castration du cheval	95
6. Les inconvénients des techniques de castration laparoscopiques du cheval	97
7. Complications propres à l'utilisation d'une technique laparoscopique – Application à la castration sous contrôle laparoscopique	98
a- Les complications relatives au choix du protocole anesthésique et du patient	98
b- Les complications liées à l'insertion des canules et des trocars	99
c- Les complications liées à la création d'un pneumopéritoine	100
d- Les complications liées aux instruments laparoscopiques	101
e- Les complications infectieuses	101
f- Les complications spécifiques de la castration laparoscopique : la persistance du comportement mâle	102

III- TECHNIQUES D'EVALUATION DE LA SUPPRESSION DE LA FONCTION DE REPRODUCTION	103
A- L'anamnèse	103
B- L'étude comportementale	103
C- L'examen clinique	104
D- Examen échographique des testicules	104
E- L'évaluation hormonale de la suppression de la fonction de reproduction	107
1. Dosage des androgènes sanguins avant et après stimulation	107
a- La testostéronémie basale	107
b- La testostéronémie après stimulation à la gonadotrophine humaine chorionique (hCG)	108
2. Dosage des estrogènes sanguins	109
F- Les biopsies testiculaires	110
1. Généralités à propos de la biopsie testiculaire	111
2. Les techniques de prélèvement	111
3. Les complications inhérentes à la biopsie testiculaire	113

2^{ème} Partie : Etude expérimentale _____ 116

I- MATERIEL ET METHODE _____	117
A- Animaux _____	117
B- Matériel laparoscopique _____	118
C- Protocole préopératoire _____	120
D- Protocole anesthésique _____	120
E- Protocole opératoire _____	121
1. Préparation du site _____	121
2. Insertion des canules laparoscopiques _____	123
3. Anesthésie et préhension du cordon _____	123
4. Ligature et section du cordon _____	125
5. Suture des sites d'entrée laparoscopique _____	127
F- Soins post opératoires _____	129
G- Protocole de suivi _____	129
1. Evaluation non-invasise de la fonction de reproduction _____	129
2. Evaluation endocrinologique _____	130
3. Evaluation histologique _____	130
II- RESULTATS _____	133
A- Evaluation générale du protocole _____	133
B- Evaluation per-opératoire _____	133
1. Evaluation de l'anesthésie _____	133
2. Evaluation chirurgicale _____	133
C- Suivi post-opératoire _____	134
1. Les résultats cliniques et échographiques _____	134
2. Les résultats endocrinologiques _____	136
3. Le suivi comportemental _____	137
III- DISCUSSION _____	138
A- Les obligations du vétérinaire dans le cadre du contrat de soin _____	138
B- Le recours à la laparoscopie pour la castration du cheval mâle _____	139
1. L'incidence des complications de la castration du cheval mâle _____	139
2. Le recours à la castration laparoscopique sans orchidectomie du cheval _____	139
a- La nécessité de réduire l'incidence des complications postopératoires de la castration _____	139
b- L'utilisation de la dévascularisation testiculaire chez les autres espèces _____	140
c- L'utilisation de la dévascularisation testiculaire chez les équidés _____	140
C- Les intérêts de la castration du cheval sous sédation posée par laparoscopie et sans orchidectomie _____	141
D- Les limites de notre démarche expérimentale _____	142
1. Le besoin de compréhension de la technique chirurgicale : données légales _____	142
2. La rémanence de tissu testiculaire sécrétant _____	143
a- Les données bibliographiques à propos de la « revascularisation testiculaire » après castration sans orchidectomie _____	143
b- L'origine de la revascularisation testiculaire _____	144
3. Les inconvénients et les complications liés à la castration laparoscopique du cheval tranquillisé _____	145
Conclusion _____	159
Bibliographie et iconographie _____	161

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figures

<i>Figure 1 : Schéma représentant les organes pelviens et génitaux externes en place après retrait du membre pelvien et de la paroi abdominale gauches.</i>	17
<i>Figure 2 : Vue laparoscopique et illustration correspondante des viscères observés dans l'abdomen dorsal gauche.</i>	18
<i>Figure 3 : Vue laparoscopique et illustration correspondante des viscères observés dans l'abdomen ventral gauche.</i>	19
<i>Figure 4 : Vue laparoscopique et illustration correspondante des viscères observés dans l'abdomen ventral gauche.</i>	19
<i>Figure 5 : Vue laparoscopique et illustrations correspondantes des viscères observés dans l'abdomen dorsal droit.</i>	20
<i>Figure 6 : Schéma de l'abdomen pelvien d'un fœtus équin à 75 jours de gestation.</i>	22
<i>Figure 7 : Schéma de l'abdomen pelvien d'un fœtus équin à 175 jours de gestation.</i>	22
<i>Figure 8 : Schéma de l'abdomen pelvien d'un fœtus équin proche du terme.</i>	22
<i>Figure 9 : Testicule et épидидyme gauches d'un étalon. Conformation externe.</i>	24
<i>Figure 10 : Schéma des enveloppes testiculaires et du cordon spermatique.</i>	25
<i>Figure 11 : Schéma des enveloppes du testicule et du cordon spermatique. Coupe horizontale des organes gauches. Segment distal de la coupe.</i>	26
<i>Figure 12 : Vues latérale et médiale du testicule de l'étalon. Moyens de fixité.</i>	26
<i>Figure 13 : Schéma montrant la conformation intérieure et la structure du testicule de l'étalon.</i>	27
<i>Figure 14 : Schéma du tissu interstitiel et des tubes séminifères d'un testicule d'étalon. Rapports entre les cellules de Leydig, les vaisseaux sanguins et lymphatiques.</i>	29
<i>Figure 15 : Artères et veines du testicule et de l'épididyme gauches de l'étalon.</i>	30
<i>Figure 16 : Schéma des artères du bassin de cheval.</i>	31
<i>Figure 17 : Schéma de la face latérale du testicule et de l'épididyme gauches de l'étalon.</i>	33
<i>Figure 18 : Le processus de spermatogénèse chez l'étalon.</i>	34
<i>Figure 19 : Mesure de la largeur testiculaire à l'aide d'un compas de mesure. Les testicules sont maintenus au fond du scrotum. La mesure correspond à la distance entre les faces latérales de chaque testicule.</i>	37
<i>Figure 20 : Le complexe hypothalamo-hypophysaire et ses interactions hormonales avec les structures testiculaires.</i>	39
<i>Figure 21 : Schéma de la régulation hormonale de la fonction testiculaire.</i>	45
<i>Figure 22 : Photo d'un cheval en décubitus latéral gauche avec le postérieur droit tiré en avant afin de dégager la région scrotale pour la castration.</i>	49
<i>Figure 23 : Emasculateurs couramment utilisés pour la castration des équidés :</i>	57

<i>Figure 24 : Schéma montrant l'émasculat</i>	<i>ion séparée du cordon.</i>	58
<i>Figure 25 : Schéma illustrant le placement perpendiculaire de l'émasculateur sur le cordon testiculaire et la disposition d'une ligature transfixiante proximale</i>	<i>ment au site d'émasculat</i>	58
<i>Figure 26 : Illustration d'une éventration de petit intestin (gauche) et de l'omentum (droite) à travers l'anneau inguinal interne et la plaie scrotale.</i>		59
<i>Figure 27 : Photo montrant la résection d'une partie du bord ventral du scrotum.</i>		62
<i>Figure 28 : Photo montrant un cheval dans un box de contention au cours d'une chirurgie laparoscopique debout.</i>		71
<i>Figure 29 : Approche laparoscopique du flanc gauche sur un cheval debout montrant l'emplacement du laparoscope et des instruments.</i>		72
<i>Figure 30 : Schéma d'un cheval en décubitus dorsal et placé dans la position de Trendelenburg.</i>		73
<i>Figure 31 : Schéma d'un cheval en décubitus dorsal montrant les sites d'insertion du laparoscope et des canules.</i>		73
<i>Figure 32 : A- Aiguille de verres ; B- Biseau émoussé qui sert à traverser le péritoine ; C- Stylet interne protecteur exposé dès l'introduction de l'aiguille dans l'abdomen.</i>		75
<i>Figure 33 : Illustration du matériel servant à l'obtention d'un pneumopéritoine.</i>		75
<i>Figure 34 : Photo montrant le test d'aspiration à la seringue qui permet de s'assurer de la position intra-abdominale de l'aiguille d'insufflation.</i>		76
<i>Figure 35 : Photo de l'insertion d'une canule sur un cheval en décubitus dorsal.</i>		77
<i>Figure 36 : Photo d'un trocart optique (Optiview, Ethicon endosurgery).</i>		78
<i>Figure 37 : Vue laparoscopique de la région inguinale normale sur un cheval en décubitus dorsal.</i>		79
<i>Figure 38 : Photo d'une pince atraumatique réutilisable (photo de gauche) avec ses différentes extrémités (photo de droite).</i>		80
<i>Figure 39 : Schéma d'un testicule cryptorchide abdominal.</i>		81
<i>Figure 40 : Vue laparoscopique de l'abdomen caudal d'un cheval en décubitus dorsal. A – Traction sur le mésorchium et le cordon spermatique à l'aide d'une pince atraumatique. B – Incision de l'anneau inguinal interne gauche.</i>		82
<i>Figure 41 : A- Agrafeuse intracorporelle ; B- Vue laparoscopique caudale d'un cheval en décubitus dorsal montrant la fermeture de l'anneau inguinal interne par des agrafes intracorporelles.</i>		83
<i>Figure 42 : A- Endoloop ligature polydioxanone PDS taille 0 (Ethicon®) ; B- Pousse nœud réutilisable ; C- Vue laparoscopique d'une ligature type « endoloop »</i>		84
<i>Figure 43 : A- La pince atraumatique à préhension passe dans le nœud de la ligature et attrape le testicule ; B- La ligature est serrée autour du mésorchium et du conduit déférent.</i>		84
<i>Figure 44 : Illustration des étapes de formation du nœud de Roeder modifié.</i>		85
<i>Figure 45 : A- endo-GIA 30 (United States Surgical Co.) ; B- endoclip ML (United States Surgical Co.).</i>		86
<i>Figure 46 : Photo d'un bistouri électrique monopolaire (haut) et bipolaire (bas).</i>		87

<i>Figure 47 : Section du cordon testiculaire à l'aide de ciseaux laparoscopiques sur un cheval en décubitus dorsal.</i>	88
<i>Figure 48 : Photo du retrait d'un testicule par le flanc gauche d'un cheval debout par élargissement du site d'insertion de la canule laparoscopique.</i>	88
<i>Figure 49 : Canule laparoscopique de 33 millimètres de diamètre utilisée pour le retrait de structures tissulaires.</i>	89
<i>Figure 50 : Vue laparoscopique de l'abdomen caudal d'un cheval montrant un testicule qui va être retiré de l'abdomen grâce à une canule à tissu.</i>	89
<i>Figure 51 : Vue caudale d'un cheval en décubitus dorsal montrant l'électrocautérisation du ligament de la queue de l'épididyme.</i>	91
<i>Figure 52 : Vue laparoscopique de l'abdomen caudal d'un cheval en décubitus dorsal montrant la section du mésorchium et du conduit déférent distalement au site d'électrocoagulation.</i>	92
<i>Figure 53 : Vue laparoscopique de l'anneau inguinal interne et du mésorchium d'un poney debout du côté droit. Une ligature du cordon testiculaire va être faite après traversée du mésorchium par le porte-aiguille laparoscopique.</i>	94
<i>Figure 54 : Vue laparoscopique de la cavité abdominale droite. Une ligature est placée sur le cordon spermatique et serrée par un pousse-nœud.</i>	94
<i>Figure 55 : Vue laparoscopique de la section du cordon spermatique par des ciseaux laparoscopiques sur un cheval debout.</i>	95
<i>Figure 56 : Schéma de la face latérale d'un testicule gauche avec les trois localisations de la sonde échographique nécessaires à l'appréciation de la longueur, la largeur et la hauteur.</i>	106

Graphiques

<i>Graphique 1 : Production journalière moyenne de semence d'étalons au cours de l'année. Données récupérées sur 13 étalons âgés de 4 à 20 ans et prélevés chaque mois.</i>	35
<i>Graphique 2 : Effet de la saison et de l'âge sur la sécrétion de LH, de FSH et de testostérone chez l'étalon. Mesure des concentrations hormonales sériques.</i>	40
<i>Graphique 3 : Coût engendré par une castration debout, avec cicatrisation par deuxième intention (Groupe 1) et couché, avec suture du site chirurgical (Groupe 2); avec et sans complications.</i>	51

Tableaux

<i>Tableau 1 : Effet de l'âge sur la taille testiculaire (en mm) chez les étalons.</i>	36
<i>Tableau 2 : Effet de la saison sur les caractéristiques du testicule de l'étalon. Données récupérées sur des étalons âgés de 4 à 20 ans.</i>	42
<i>Tableau 3 : Technique chirurgicale employée et complications rencontrées par 560 praticiens équiens membres de l'A.E.P. en 1995.</i>	54
<i>Tableau 4 : Nombre total de complications reportées lors de 23 229 castrations réalisées par 560 praticiens membres de l'A.E.P. aux Etats-Unis en 1995.</i>	54
<i>Tableau 5 : Fréquence d'apparition de complications postopératoire dans le Groupe 1 (castration debout, non suturée, n = 121) et le Groupe 2 (Castration en décubitus dorsal, suturée, n = 96).</i>	55

<i>Tableau 6 : Complications associées à 5 techniques d'insertion de canules laparoscopiques. (Groupe 1 : Aiguille de Verres ; Groupe 2 : cathéter intra-veineux ; Groupe 3 : trocart laparoscopique ; Groupe 4 : laparoscope optique à vision décalée ; Groupe 5 : trocart optique).</i>	78
<i>Tableau 7 : Age et race des chevaux ayant été soumis à une castration par laparoscopie debout.</i>	117
<i>Tableau 8 : Age, race du cheval utilisé comme témoin et technique de castration utilisée.</i>	117
<i>Tableau 9 : Volume testiculaire de chaque cheval évalué par échographie le jour de la chirurgie (J 0), le lendemain (J 1), le surlendemain (J 2) et trois mois après la chirurgie (J 90) (en centimètres cube).</i>	135
<i>Tableau 10: Concentrations plasmatiques en testostérone avant (T) et après stimulation à l'hCG (T*) et en estradiol (E2) des 11 chevaux de l'étude expérimentale</i>	136

INTRODUCTION

Le tempérament agressif et indocile du cheval mâle motive la plupart des propriétaires à stériliser leur animal lorsque ce dernier n'est pas destiné à la reproduction. Depuis la première technique chirurgicale décrite au dix-huitième siècle, la castration des équidés est devenue l'une des interventions les plus couramment réalisées en pratique équine. De nos jours les méthodes opératoires visant à castrer le cheval sont multiples et variées, chacune présentant des indications et des contre-indications. Cette procédure, souvent qualifiée de chirurgie « de convenance », subit une telle banalisation à l'heure actuelle qu'il est de moins en moins admis qu'elle soit à l'origine d'échecs. D'ailleurs, la castration est un acte qui contraint le vétérinaire à une obligation de moyens renforcée dans le cadre du contrat de soin. Pourtant, les complications qui font suite à la castration sont très documentées dans la littérature et sont même de nos jours l'une des causes de litiges les plus fréquentes entre le vétérinaire et son client. De plus en plus de travaux visant à évaluer de nouvelles méthodes de castration sont rapportés dans la littérature, dont certains intéressent les techniques chirurgicales de notre époque, comme la laparoscopie. Cette technique chirurgicale s'est rapidement développée ces dernières décennies, autorisant actuellement des applications thérapeutiques très variées chez les équidés. Parce que c'est une technique non-invasive, la laparoscopie peut offrir certains avantages lorsqu'elle est appliquée à la castration du cheval, en réduisant par exemple l'occurrence de certaines complications ou bien le temps de convalescence du patient.

Le but de ce travail est de comparer le ratio risque/bénéfice des techniques laparoscopiques et classiques de stérilisation des équidés. La méthode de stérilisation que nous avons choisi d'évaluer dans cette étude peut se définir comme une castration laparoscopique sans orchidectomie sur le cheval debout et tranquilisé.

Après avoir rappelé les bases anatomo-fonctionnelles de la reproduction chez les équidés, nous documenterons les techniques classiques et laparoscopiques de castration du cheval, puis les moyens d'évaluation de la suppression de la fonction de reproduction. Dans une deuxième partie, nous aborderons l'étude expérimentale afin de discuter des intérêts et des limites de notre technique laparoscopique de castration.

1^{ère} Partie : Etude bibliographique de la fonction de reproduction de l'étalon ; anatomie fonctionnelle, régulation et suppression

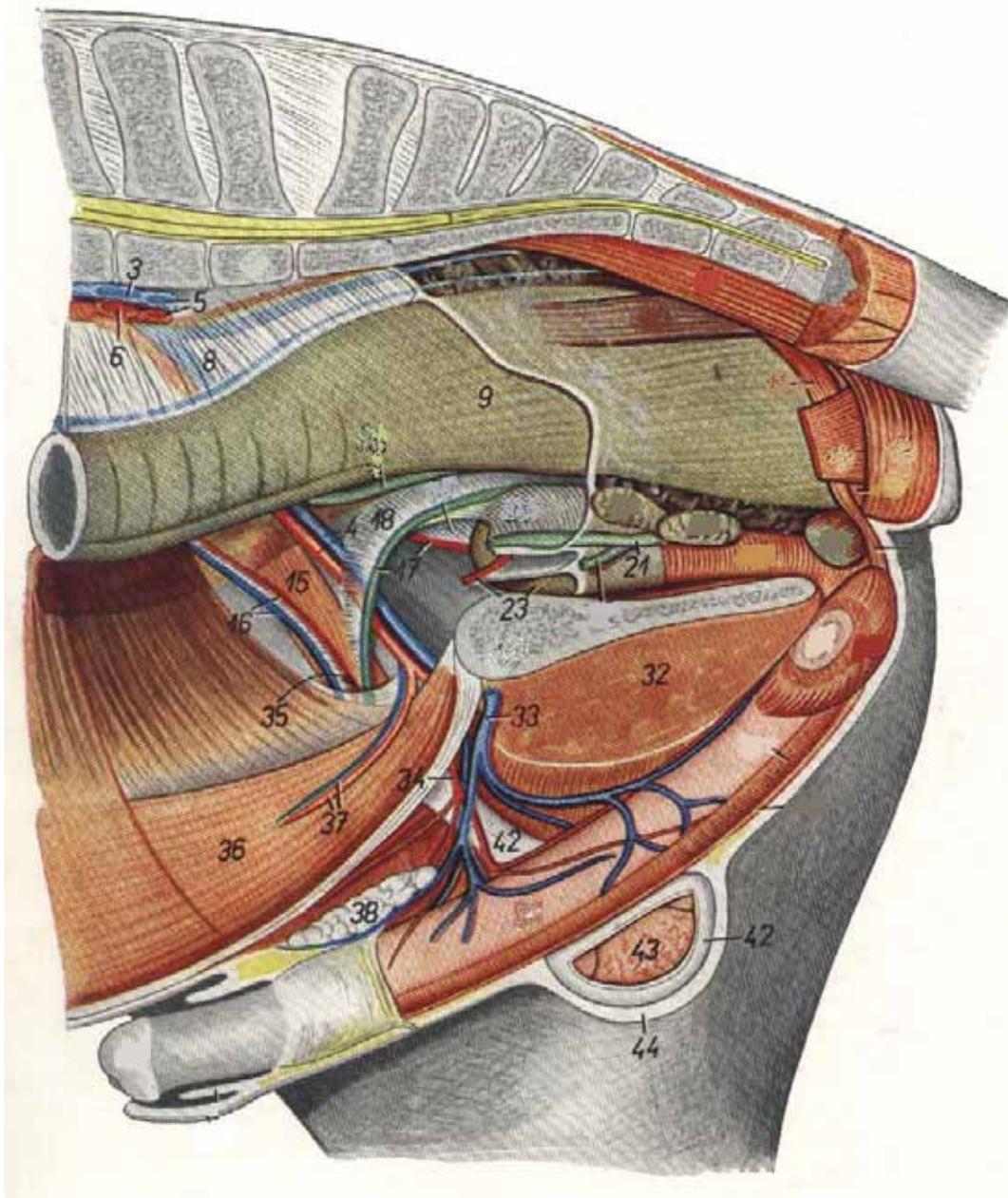
I- ANATOMIE FONCTIONNELLE DE L'APPAREIL GENITAL DE L'ETALON ET DE LA REGION INGUINALE

L'appareil génital mâle est formé par l'ensemble des organes chargés de l'élaboration du sperme et du dépôt de celui-ci dans les voies génitales de la femelle. Il comporte trois grandes parties : la section glandulaire, constituée des deux testicules, la section tubulaire correspondant aux voies spermatiques et enfin la section uro-génitale, formée par l'urètre.

Le but de cette première partie est de présenter les bases anatomiques et physiologiques de la fonction de reproduction de l'étalon afin d'acquérir les notions nécessaires à la compréhension de notre étude expérimentale. Après avoir présenté l'anatomie de la région abdominale caudale, qui sera approchée par laparoscopie au cours de notre étude, nous étudierons l'anatomie fonctionnelle du testicule de l'étalon.

A- Anatomie laparoscopique de l'abdomen caudal de l'étalon

Notre étude expérimentale vise à castrer l'étalon debout après abord laparoscopique par le flanc. Il est donc indispensable de savoir reconnaître les structures anatomiques de l'abdomen caudal et en particulier de la région inguinale (Figure 1) qui sont observées au cours de l'examen laparoscopique.



3- v. iliaque externe gauche
4- a. et v. iliaque externe droite
5- a. et v. iliaque interne gauche
6- a. iliaque externe gauche
8- mésorectum
9- ampoule rectale
15- m. crémaster
16- a. et v. testiculaire

17- canal déférentiel droit, a. ombilicale
18- méso du conduit déférent
21- canal déférent gauche
23- vessie, a. ombilicale gauche
32- m. gracile
33- v. honteuse externe
34- a. honteuse externe

35- trajet inguinal
36- m. droit de l'abdomen
37- a. et v. épigastrique caudale
38- n.l. inguinaux superficiels
42- tunique vaginale
43- testicule droit
44- scrotum
45- lig. latéral de la vessie

Figure 1 : Schéma représentant les organes pelviens et génitaux externes en place après retrait du membre pelvien et de la paroi abdominale gauches (D'après Popesko P. 1972)

1. Présentation de l'anatomie laparoscopique de l'abdomen caudal gauche

(Galuppo L.D. et al. 1995)

- **Quadrant dorsal gauche** (Figure 2)

L'observation de cette région passe par une orientation dorsale du laparoscope. Caudalement et médialement au rein gauche, le mésocolon du colon descendant est repéré et semble prendre naissance sur le mésentère. Il s'étend de l'entrée de l'abdomen pelvien jusqu'en région caudale, le long de la paroi abdominale dorsale. Chez l'étalon, la vessie n'est pas toujours apparente du côté gauche, celle-ci étant parfois recouverte par le colon descendant. La vessie est située ventralement et latéralement au mésocolon du colon descendant. Le ligament latéral de la vessie prend naissance à l'entrée du bassin en région crânio-dorsale et s'étend jusqu'à l'apex de la vessie.

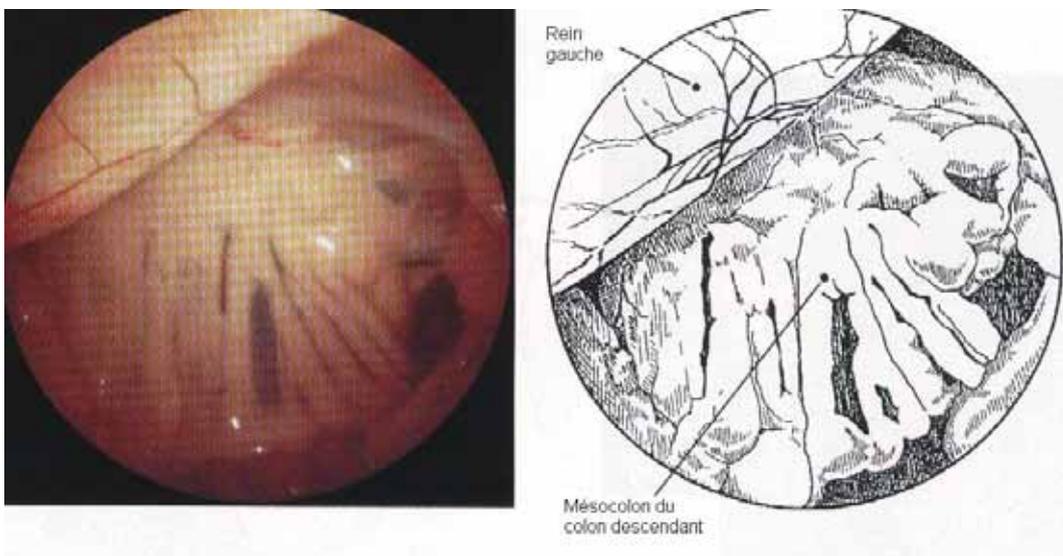


Figure 2 : Vue laparoscopique et illustration correspondante des viscères observés dans l'abdomen dorsal gauche (D'après Galuppo L.D. 2002)

- **Quadrant ventral gauche** (Figures 3 et 4)

L'observation de cette région passe par une orientation ventrale du laparoscope. Des portions de jéjunum, de colon descendant ou ascendant peuvent apparaître médio-caudalement à la rate et latéralement au mésocolon du colon descendant. De façon générale, les structures du colon ascendant majoritairement présentes dans le quadrant ventral gauche correspondent au colon dorsal gauche et à la courbure pelvienne. En région ventrale caudale, le fascia transversalis et le muscle droit de l'abdomen sont visibles et convergent pour former l'anneau inguinal interne. La dépression formée par le passage des dépendances abdominales à travers l'anneau inguinal interne porte le nom d'anneau vaginal. Le mésorchium, l'artère et la veine testiculaires cheminent le long du plafond de la cavité abdominale depuis le bord caudal du rein gauche en direction caudale et ventrale jusqu'à pénétrer dans l'anneau inguinal interne. Le conduit déférent sort de l'anneau inguinal interne crânialement et médialement au mésorchium puis chemine caudalement le long de l'aspect médial du ligament latéral de la vessie.

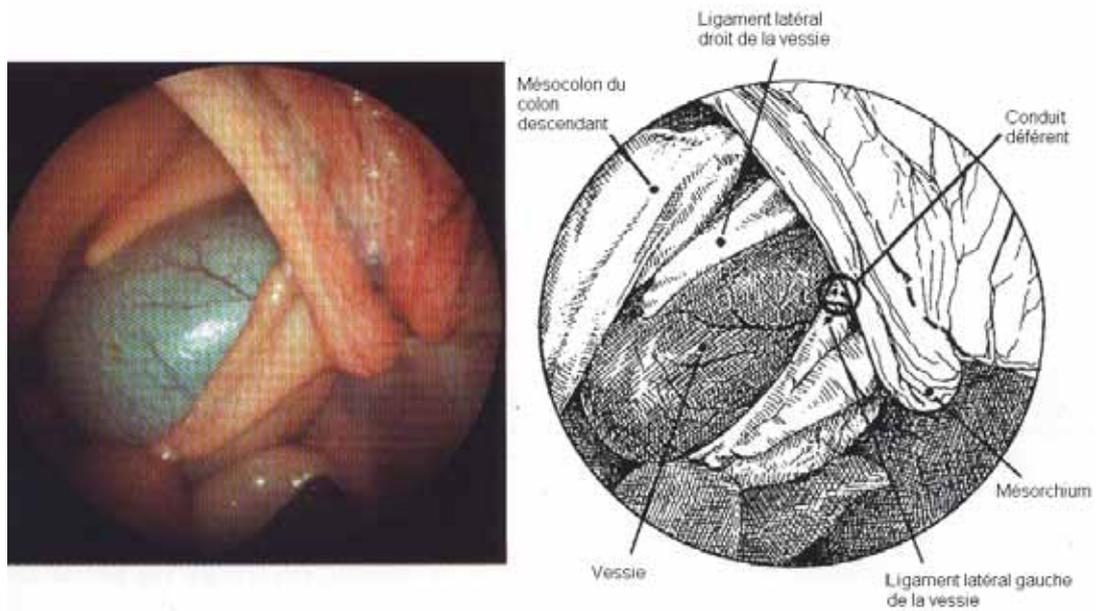


Figure 3 : Vue laparoscopique et illustration correspondante des viscères observés dans l'abdomen ventral gauche (D'après Galuppo L.D. 2002)

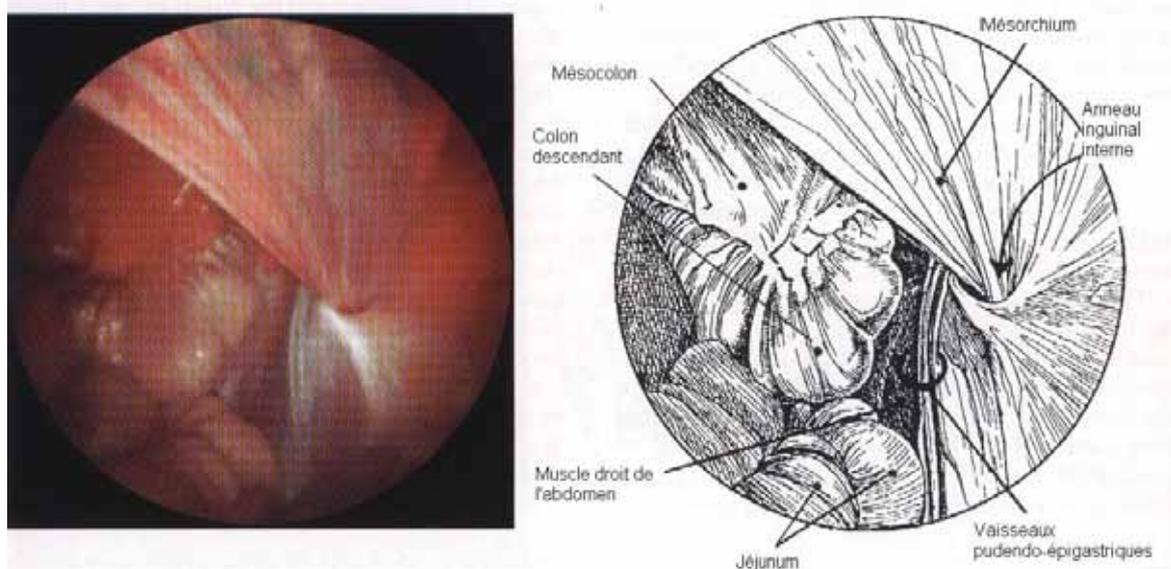


Figure 4 : Vue laparoscopique et illustration correspondante des viscères observés dans l'abdomen ventral gauche (D'après Galuppo L.D. 2002)

2. Présentation de l'anatomie laparoscopique de l'abdomen caudal droit

(Galuppo L.D. et al. 1995)

- **Quadrant dorsal droit** (Figure 5)

Le laparoscope est introduit puis dirigé caudalement à la base du caecum. Le mésocolon s'étend de l'entrée du bassin jusqu'en région caudale alors qu'il est suspendu à la paroi abdominale dorsale sur toute son étendue. Des rameaux de l'artère mésentérique caudale ou de l'artère rectale crâniale cheminent dans le mésocolon du colon descendant et sont d'autant mieux visualisés qu'il y a peu de graisse mésentérique. Le mésorectum est visible, il s'étend depuis le bord mésentérique du rectum jusqu'à la face dorsale du bassin. Le mésorchium s'étend dorso-ventralement à partir du pôle caudal du rein droit pour pénétrer dans l'anneau inguinal interne droit. Le côté droit de la vessie est visible ventralement au colon descendant et au rectum alors que le ligament latéral de la vessie droit s'étend de l'entrée du bassin à l'apex de la vessie.

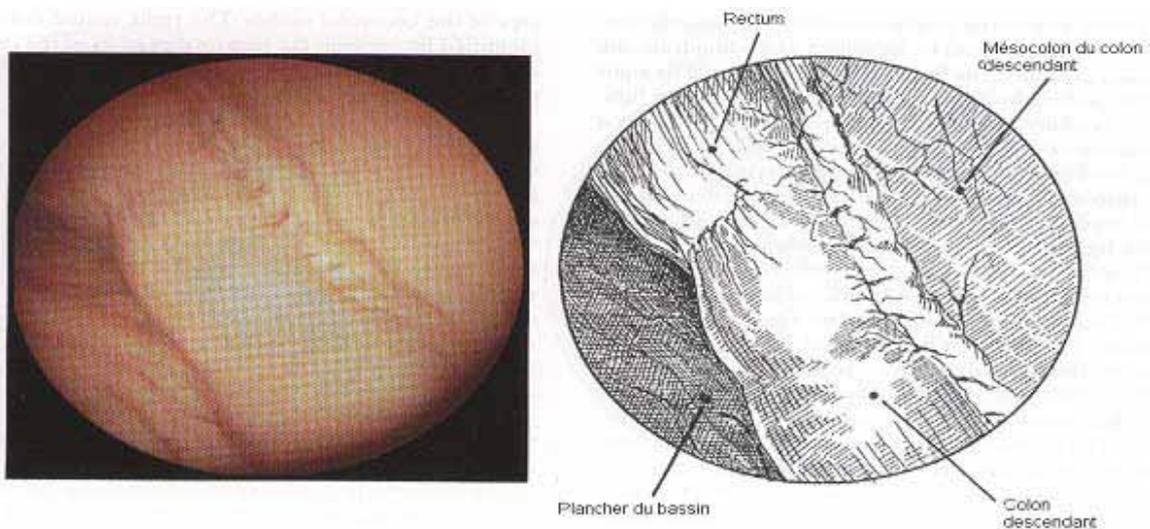


Figure 5 : Vue laparoscopique et illustrations correspondantes des viscères observés dans l'abdomen dorsal droit (D'après Galuppo L.D. 2002)

- **Quadrant ventral droit**

Le laparoscope est introduit puis orienté caudalement et ventralement à la base du caecum. Les structures majoritairement observées dans ce quadrant correspondent au colon descendant et au jéjunum. Le conduit déférent sort de l'anneau inguinal interne gauche puis suit le ligament latéral de la vessie pour rejoindre la région caudale du bassin. Du côté droit, le muscle droit de l'abdomen est plus difficilement visible parce qu'il est recouvert en grande partie par le rectum, le colon descendant et la vessie.

B- Le testicule et sa fonction exocrine

Le testicule est la glande génitale du mâle. Il possède une fonction gamétogène doublée d'une fonction endocrine. C'est un organe pair logé avec l'épididyme dans la tunique vaginale et le scrotum.

1. Anatomie du testicule de l'étalon

(Barone R. 1990, Amann R.P. 1993a)

a- Rappels embryologiques

(Barone R. 1990)

La glande génitale se développe au bord médial du mésonéphros sous forme de crête gonadale. En même temps que les cellules germinales primordiales se différencient, la gonade se détache peu à peu de la paroi somatique et du mésonéphros, ce dernier étant porté par le méso uro-génital (*Ligamentum urogenitale*) dont le ligament de la gonade est en quelque sorte une dépendance. L'évolution ultérieure des mésos est d'abord simple. Le testicule croît alors que le mésonéphros régresse, si bien que le testicule s'annexe le mésonéphros. Le testicule est alors porté par le mésorchium, dérivé du ligament de la gonade et de la partie sus-jacente du méso uro-génital, qui l'unit à la paroi lombaire. Cette formation porte latéralement le mésépididyme qui appartient également au mésonéphros. Le mésorchium se prolonge donc crânialement par le ligament diaphragmatique, et caudalement par le méso uro-génital proprement dit, ou court le conduit déférent qui dérive du conduit mésonéphrique.

Les équidés font partie des espèces qualifiées d'exorchides, c'est-à-dire que les testicules quittent leur situation abdominale initiale pour venir faire saillie à l'extérieur sous leurs enveloppes. Chez ces espèces, l'évolution des parties externes de l'appareil génital mâle n'est complète qu'après la descente des testicules (Figure 6, 7 et 8). Chez les équidés, le testicule du nouveau né a déjà franchi l'espace inguinal mais n'achèvera réellement sa descente que plusieurs mois plus tard.

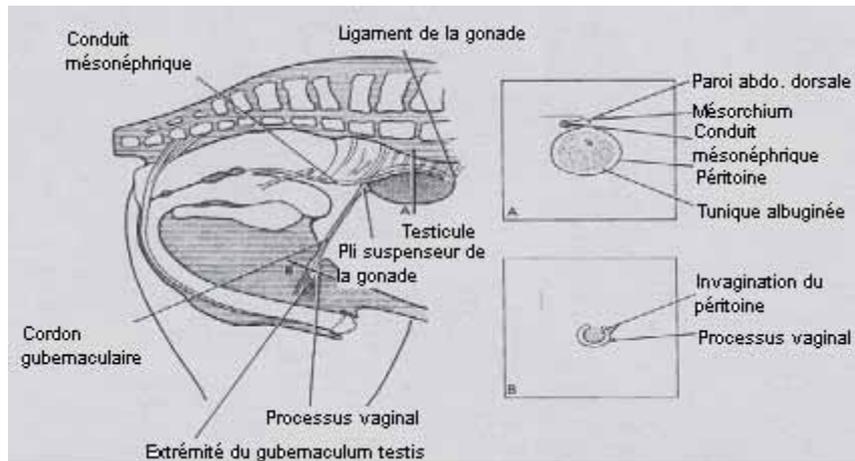


Figure 6 : Schéma de l'abdomen pelvien d'un fœtus équin à 75 jours de gestation.

(D'après Pickett B.W. 1993)

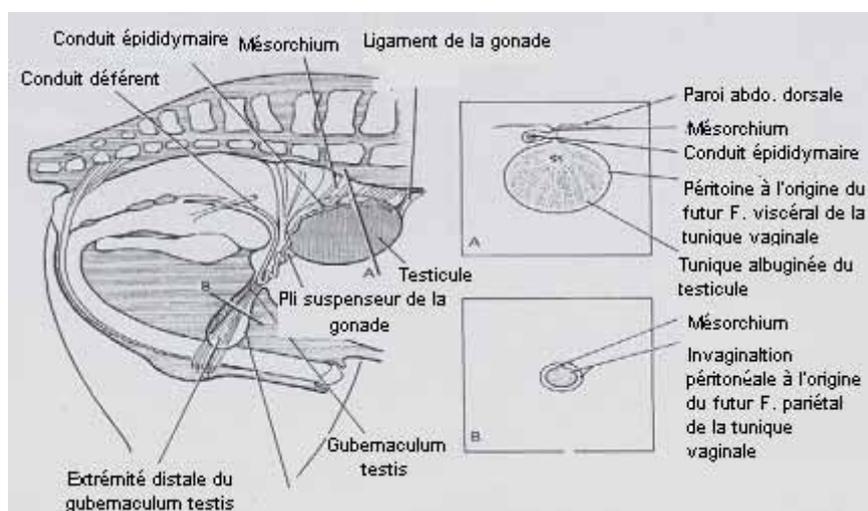


Figure 7 : Schéma de l'abdomen pelvien d'un fœtus équin à 175 jours de gestation.

(D'après Pickett B.W. 1993)

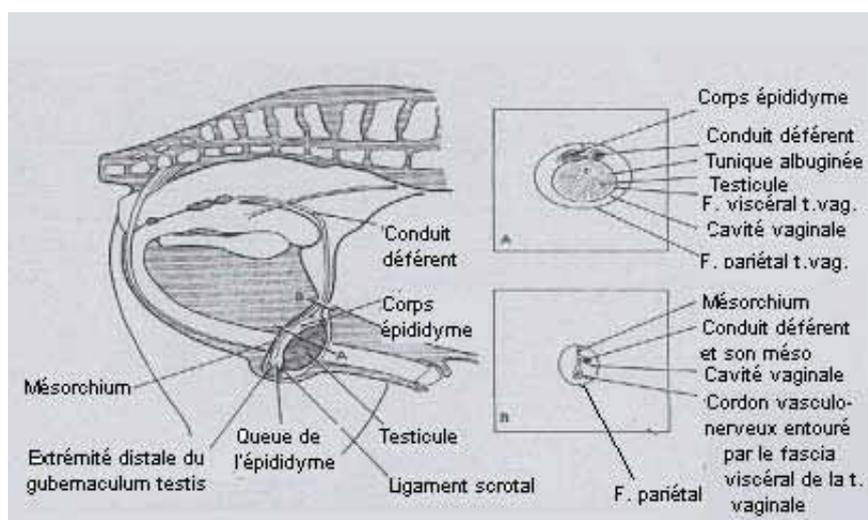


Figure 8 : Schéma de l'abdomen pelvien d'un fœtus équin proche du terme.

(D'après Pickett B.W. 1993)

Dès le début de la gestation, le métanéphros régresse de façon importante si bien que seule la partie la plus caudale persiste et forme le pli suspenseur de la gonade.

Le testicule et l'épididyme restent d'abord séparés à leur partie caudale. Le mésépididyme se prolonge par le méso uro-génital. Le conduit paramésonephrique régresse vers 3 mois de gestation et devient un ligament de soutien du conduit déférent, puis son méso. Le mésorchium, quant à lui, se prolonge caudalement pour rejoindre la face médiale du méso uro-génital au niveau de la queue de l'épididyme en formation. Ce prolongement se poursuit au delà du méso uro-génital par un relief pariétal qui participe à la formation du cordon gubernaculaire en région inguinale. Le bord libre de ce cordon s'épaissit et son mésenchyme se densifie vers 4 mois de gestation pour produire le gubernaculum testis. Ce dernier s'unit au pôle caudal du testicule alors que son autre extrémité croît en direction du futur espace inguinal, entre les ébauches des muscles obliques interne et externe de l'abdomen. Une fois son développement terminé, le gubernaculum testis comporte une partie abdominale, revêtue par le péritoine et une partie inguinale et extrapéritonéale. Vers 45 jours de vie fœtale, on assiste chez le cheval à la formation du processus vaginal (*Processus vaginalis peritonei*) du péritoine, ébauche de la future cavité vaginale dans laquelle viendra se loger le testicule. Ce diverticule entoure le gubernaculum testis de toute part sauf à son bord caudal.

Ainsi, retenons bien que la cavité vaginale se forme toujours avant l'engagement du testicule dans l'espace inguinal. La glande ne refoule donc pas le péritoine devant elle : elle le suit.

La descente des testicules est toujours accompagnée d'un allongement important du ligament suspenseur et de la partie adjacente du mésorchium, puis, plus tard par un raccourcissement du gubernaculum testis. La régression de ce dernier permet d'accompagner la glande jusqu'à sa position scrotale définitive ; il en résulte trois ligaments : le ligament propre du testicule, le ligament de la queue de l'épididyme et enfin le ligament scrotal.

b- Caractères généraux du testicule

- **Conformation** (Barone R. 1990)

Le testicule est un organe ovoïde dont le grand axe est presque horizontal ; il est tout au plus légèrement oblique vers le bas et vers l'arrière (Figure 9). Sa couleur est en général blanc bleuâtre, qui correspond à celle de l'albuginée. Sa consistance est variable avec les sujets et les conditions physiologiques ; elle est en général ferme et élastique.

Le poids du testicule varie beaucoup avec l'âge et l'état physiologique. Il est particulièrement volumineux chez le fœtus où se développe un important tissu interstitiel : il pèse 60 grammes environ chez le poulain de 6 mois. Il régresse ensuite, son volume relativement faible à la naissance, s'accroît alors dans la première année de vie. Chez l'adulte, il mesure sans l'épididyme une dizaine de centimètres de longueur pour 6 à 7 centimètres de hauteur et 5 à 6 centimètres de largeur et son poids est d'environ 200 à 300 grammes. Le testicule gauche est légèrement plus gros que le droit, il est également situé légèrement plus caudalement et plus bas que le testicule droit.

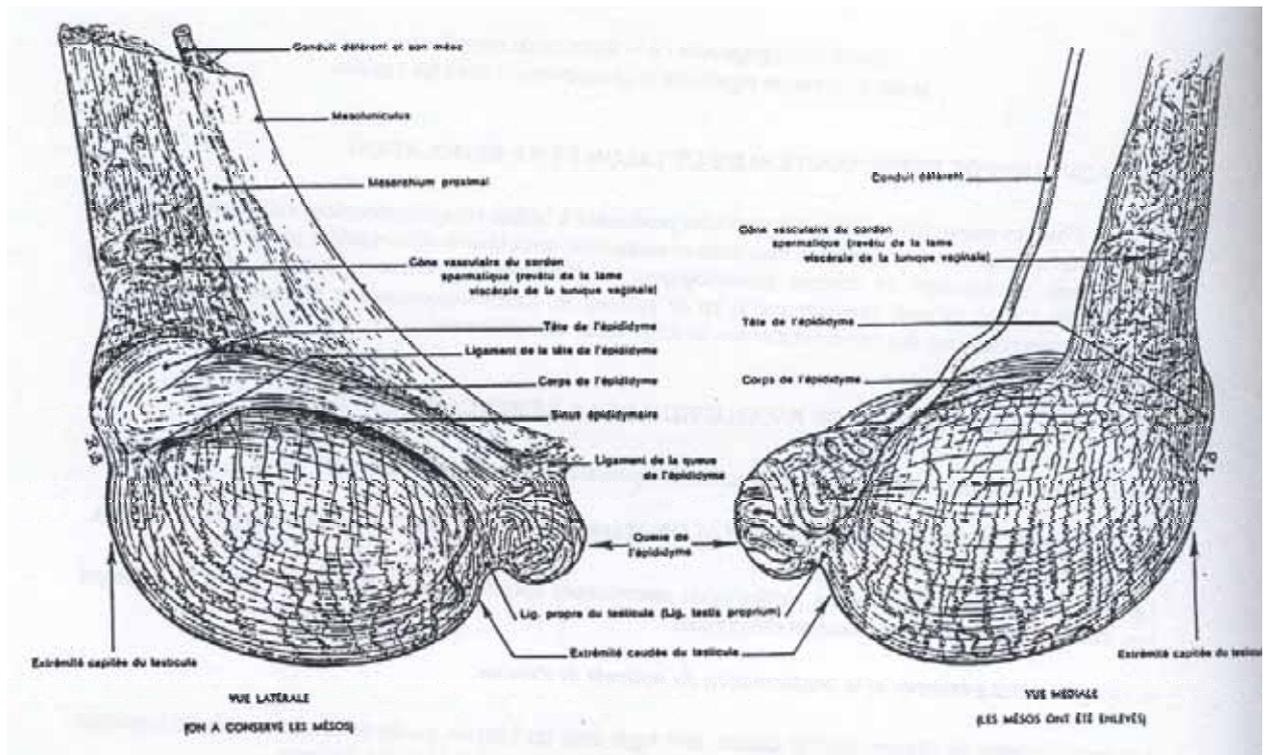


Figure 9 : Testicule et épидидyme gauches d'un étalon. Conformation externe.

(D'après Barone R. 1990)

On lui reconnaît deux faces, deux bords et deux extrémités. La face latérale (*Facies lateralis*) et la face médiale (*Facies medialis*) sont lisses et arrondies. Elles laissent percevoir par leur transparence de nombreux vaisseaux très flexueux. Le bord libre (*Margo liber*) est convexe et libre, et est plutôt inférieur, reposant alors dans le fond de la cavité vaginale. Le bord épидидymaire (*Margo epididymalis*) est longé latéralement, comme son nom l'indique, par l'épididyme. Il est en général moins convexe, un peu plus court et il reçoit l'insertion du mésorchium. Le bord épидидymaire est situé à l'opposé du bord libre.

L'extrémité capitée (*Extremitas capitata*), antéro-postérieure, est en continuité de substance avec la tête de l'épididyme et reçoit médialement à celle-ci l'attache du cône vasculaire du cordon, qui lui est destiné. La queue de l'épididyme contourne l'extrémité caudée (*Extremitas caudata*) du testicule et est reliée à ce dernier par le bref ligament propre du testicule.

- **Les enveloppes testiculaires** (Barone R. 1990)

Egalement appelées bourses testiculaires, les enveloppes testiculaires (*Tunicae funiculi spermatici et testis*) assurent le soutien et la protection du testicule et de ses premières voies d'excrétion. Le fascia spermatique externe, la peau scrotale et la tunique dartos forment l'ensemble des enveloppes testiculaires superficielles et sont de nature cutanée. Les enveloppes profondes correspondent au muscle crémaster, à la tunique vaginale et au fascia spermatique interne, chacune des enveloppes testiculaires profondes pouvant être considérée comme une dépendance de la paroi abdominale (Figure 10).

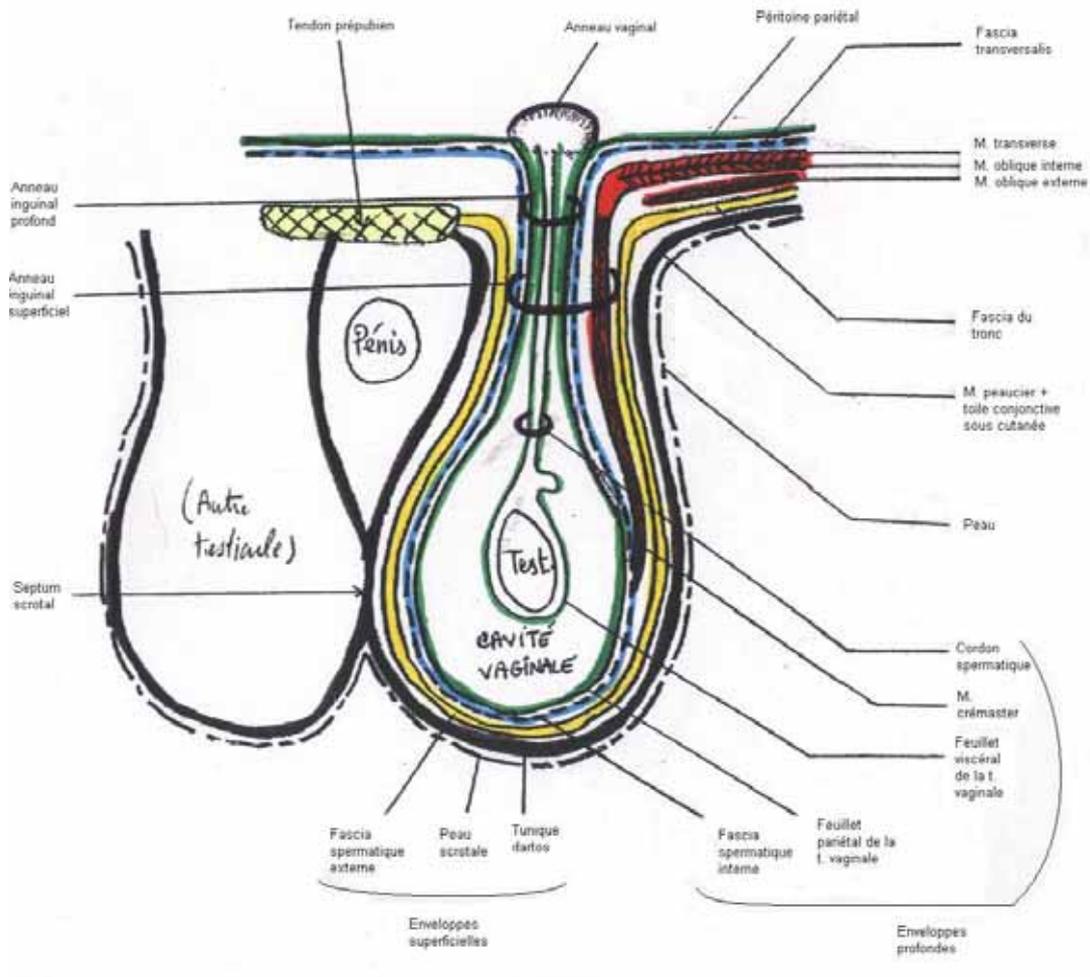


Figure 10 : Schéma des enveloppes testiculaires et du cordon spermatique.

- **Topographie et moyens de fixité** (Barone R. 1990)

Le testicule est sous inguinal et peu éloigné de l'anneau inguinal superficiel. Chaque testicule est solidarisé à l'épididyme et attaché avec lui à la paroi caudale de la cavité vaginale. Le testicule est suspendu par son bord épидидymaire au mésorchium, lequel porte le cordon spermatique. Ce dernier est un volumineux pédoncule porté par le mésopunculus entre le testicule et l'épididyme d'une part, l'anneau vaginal d'autre part. Il est formé de deux parties parallèles et inégales : le cône vasculaire et le conduit déférent, tous deux revêtus par la lame viscérale de la tunique vaginale (Figure 11).

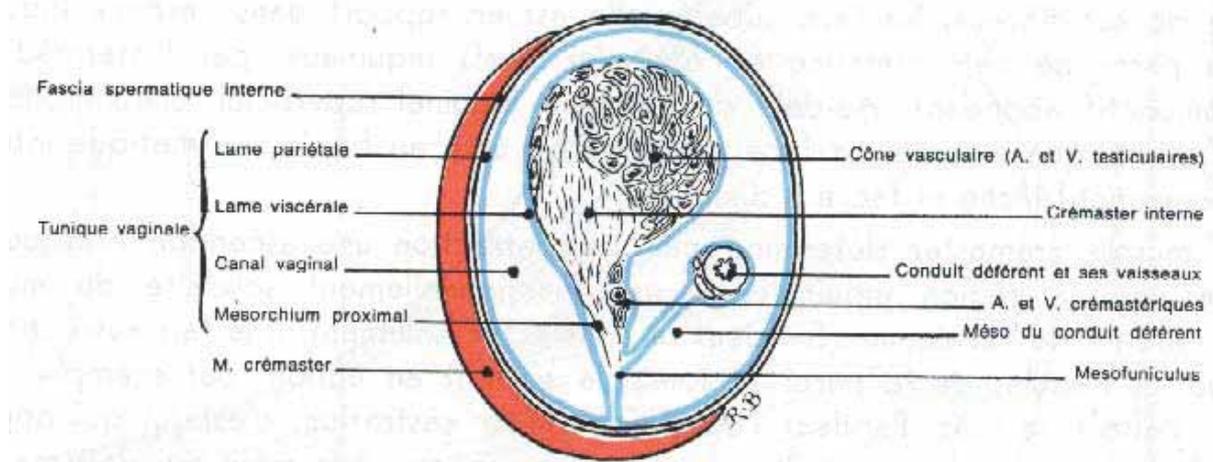


Figure 11 : Schéma des enveloppes du testicule et du cordon spermatique. Coupe horizontale des organes gauches. Segment distal de la coupe (d'après Barone R. 1990)

Le cône vasculaire est constitué par les flexuosités de l'artère testiculaire, enlacées par les veines du plexus pampiniforme. Il est porté par le bord libre du mésorchium, au voisinage duquel il comporte des faisceaux longitudinaux de fibres musculaires lisses : cet axe musculaire est très fort si bien qu'il contribue à suspendre le testicule. La tête de l'épididyme est en continuité de substance avec l'extrémité capitée du testicule, à laquelle elle est également unie par le péritoine viscéral et le conjonctif sous-péritonéal, qui se densifie sur la face latérale en formant le ligament de la tête de l'épididyme. L'extrémité caudée du testicule est unie à la queue de l'épididyme par le ligament propre du testicule. Le conduit déférent s'élève de la queue de l'épididyme jusqu'à l'anneau vaginal en passant dorso-caudalement au cône vasculaire et médialement au mésorchium. Les artères du conduit déférent et de l'épididyme ne cheminent pas dans le cône vasculaire mais dans le mésorchium lui même, ainsi que les veines et les nerfs qui les accompagnent.

La topographie du testicule de l'étalon est illustrée par la figure 12.

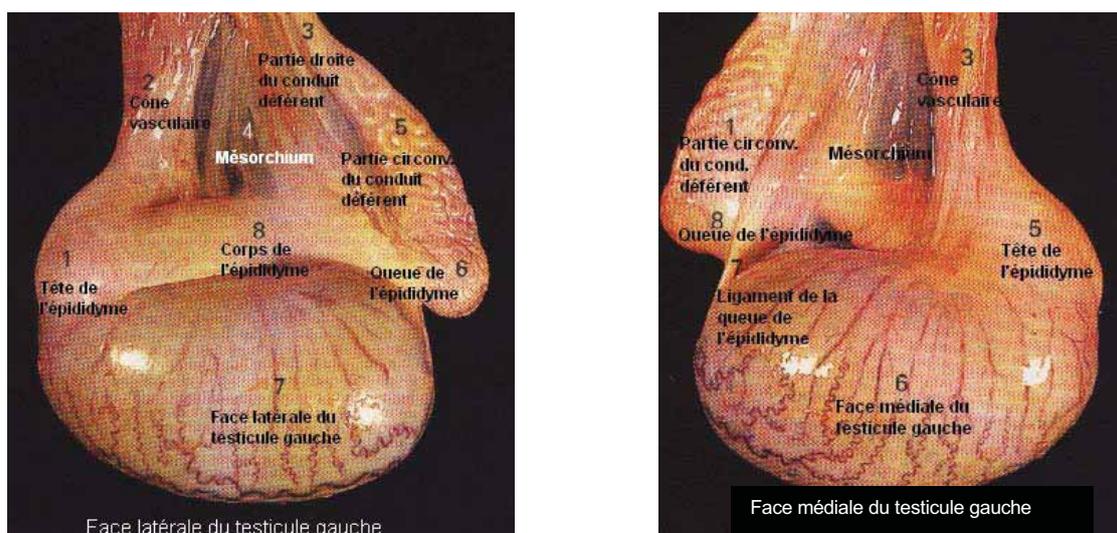
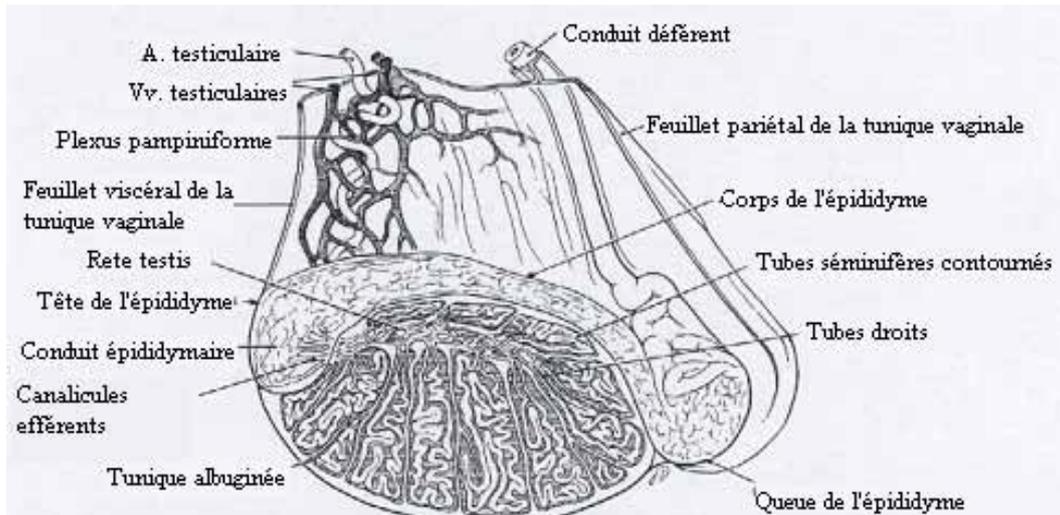


Figure 12 : Vues latérale et médiale du testicule de l'étalon. Moyens de fixité. (D'après Clayton H.M. et al. 1996)

c- Structure du testicule
(Figure 13) (Barone R. 1990)

Le testicule est constitué par une charpente fibreuse, l'albuginée qui divise le tissu propre en lobules. Il est également entouré par une séreuse, constituée par la lame viscérale de la tunique vaginale.



I

Figure 13 : Schéma montrant la conformation intérieure et la structure du testicule de l'étalon.
(D'après Picket B.W. 1993)

- **La tunique albuginée**

L'albuginée (*Tunica albuginea*) est une tunique fibreuse épaisse et résistante, qui loge dans son épaisseur les divisions sinueuses des vaisseaux testiculaires. Elle détache de sa face profonde des cloisons (*Septula testis*), dites cloisons interlobulaires, qui divisent le parenchyme testiculaire.

Les cloisons convergent sur un axe conjonctif épais, continu avec l'extrémité capitée du testicule, qui porte le nom de *Mediastinum testis*.

- **Le tissu propre du testicule**

Le parenchyme testiculaire (*Parenchyma testis*) est divisé en 200 à 300 lobules (*Lobuli testis*) par les cloisons de l'albuginée. Il est de couleur brun jaunâtre ou grisâtre. Chaque lobule est constitué par des canalicules microscopiques flexueux et circonvolutionnés, nommés tubes séminifères et par du tissu glandulaire interstitiel.

- Les tubes séminifères

Chaque tube séminifère (*Tubulus seminifer*) a un calibre de 250 à 300 microns de diamètre et mesure 2 à 3 mètres de longueur. La longueur totale des tubes séminifères d'un seul testicule serait de 2000 mètres chez l'étalon (Barone R. 1990) C'est à son niveau que se

réalise la spermatogénèse. Un spermatozoïde chez le cheval mesure 55 à 60 microns de long. Les tubes séminifères se terminent par une portion droite, alors qu'ils convergent tous dans le mediastinum testis pour former le rete testis. De celui-ci naissent vers l'avant 12 à 23 canalicules éfferents (*Ductuli efferentes testis*) qui traversent l'albuginée pour pénétrer dans la tête de l'épididyme.

Ces canalicules sont bordés par une membrane limitante (*Membrana limitans*), qui correspond à une mince couche de tissu conjonctif lamelleux, dont la périphérie est très riche en cellules alors que la partie profonde est fibreuse, formant un feutrage serré. La partie cellulaire est subdivisée elle-même en deux étages séparés par un mince plan de collagène dépourvu de cellules. Quant à la partie fibreuse, elle correspond à l'équivalent d'une lame basale qui repose sur un épithélium caractéristique du tube : l'épithélium spermatogène (*Epithelium spermatogenicum*). Ce dernier comporte à la fois des cellules de soutènement et des cellules de la lignée spermatique (constituant la partie spermatogène).

Les cellules de soutènement sont également appelées cellules de Sertoli, et leur rôle est entre autre de servir de support aux cellules de la lignée spermatogène. Elles se multiplient jusqu'au début de la période de spermatogénèse, où leur nombre ne s'accroît plus. Ces cellules sont polymorphes et entretiennent des rapports étroits avec leurs homologues. Les cellules de Sertoli ont un rôle fondamental dans la spermatogénèse puisque, outre leur fonction de soutènement des cellules germinales, elles assurent des fonctions de nutrition, de phagocytose des gamètes altérés, et de protection vis à vis du système immunitaire. Tout traitement réduisant le nombre de cellules de Sertoli par testicule avant la puberté ou bien toute altération de celles-ci entraîne une production anormale de spermatozoïdes par la suite (Amann R.P. 1993a). Elles auraient aussi une fonction endocrine probable que nous détaillerons dans ce travail.

L'épithélium spermatogène est formé par l'ensemble des cellules dérivées des gamétocytes et représentant les différents stades de la spermatogénèse, c'est à dire de la formation des spermatozoïdes. Il est donc formé de spermatogonies, de spermatocytes, de spermatides et de spermatozoïdes. Toutes ces cellules sont bien individualisées au sein du syncytium formé par les cellules de Sertoli. L'évolution de chaque lignée se fait toujours dans le même sens, soit de la profondeur du syncytium vers la lumière du tube séminifère. Dans chaque segment du tube séminifère, on observe 4 à 5 stades simultanés qui se succèdent le long du tube séminifère, de façon régulière : on parle de la notion de vague hélicoïdale de la spermatogénèse.

* Le tissu interstitiel

Le tissu interstitiel du testicule (*Intertitium testis*) est disséminé dans le tissu conjonctif qui sépare les tubes séminifères. Il inclut les vaisseaux sanguins, le réseau lymphatique, les nerfs et les cellules interstitielles, encore nommées cellules de Leydig (Figure 14). Il est particulièrement développé chez le fœtus entre le 3^{ème} et le 6^{ème} mois de gestation si bien qu'il représente à peu près la totalité de la glande. Il régresse ensuite dans la deuxième moitié de la gestation et disparaît peu après la naissance. Au cours de la croissance de l'étalon, les cellules de Leydig sont progressivement remplacées par des cellules de Leydig « adultes », qui contiennent de multiples lipides et qui sont connectées à leurs homologues par de nombreuses interdigitations.

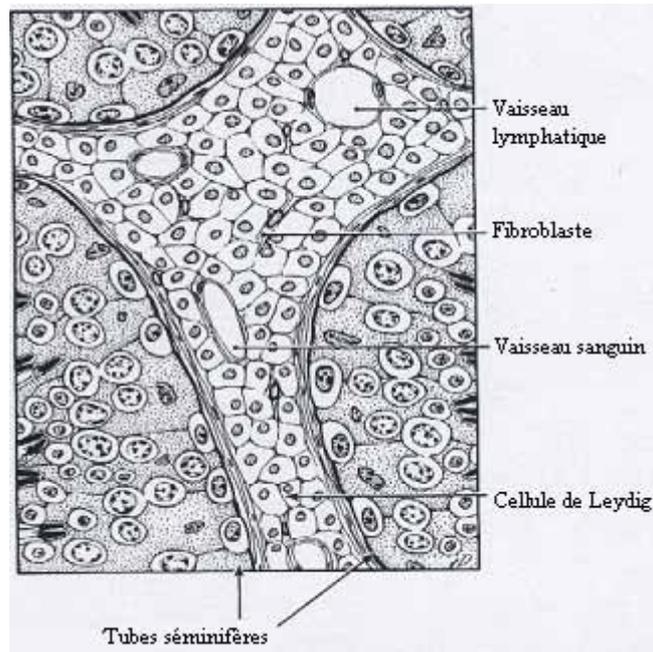


Figure 14 : Schéma du tissu interstitiel et des tubes séminifères d'un testicule d'étalon.
Rapports entre les cellules de Leydig, les vaisseaux sanguins et lymphatiques.

(D'après Amann R.P. 1993a)

d- Vaisseaux et nerfs du testicule

(Barone R. 1996)

Le mésorchium, le mésépididyme, le méso du conduit déférent et le mésofuniculus proviennent tous du méso uro-génital. Avec le développement embryonnaire et la descente des testicules qui sera réalisée complètement quelques mois après la naissance, chaque méso précédemment cité s'individualise tout en restant en relation les uns avec les autres. Ainsi, les vaisseaux sanguins qui courent à travers les divers mésos et qui participent à la vascularisation de la glande génitale vont être plus ou moins connectés par l'intermédiaire d'anastomoses vasculaires, qui sont pour la plupart très grêles.

Les notions embryologiques de base étant établies, notons que la vascularisation testiculaire joue un rôle fondamental dans la spermatogénèse, car elle participe à la thermorégulation testiculaire mais également, elle assure les échanges nutritifs et endocriniens. Pour fonctionner, le testicule nécessite une température locale inférieure à celle de l'organisme (Amann R.P. 1993a). Avec les enveloppes testiculaires, le système artérioveineux testiculaire assure la thermorégulation indispensable à la production des gamètes (Figure 15).

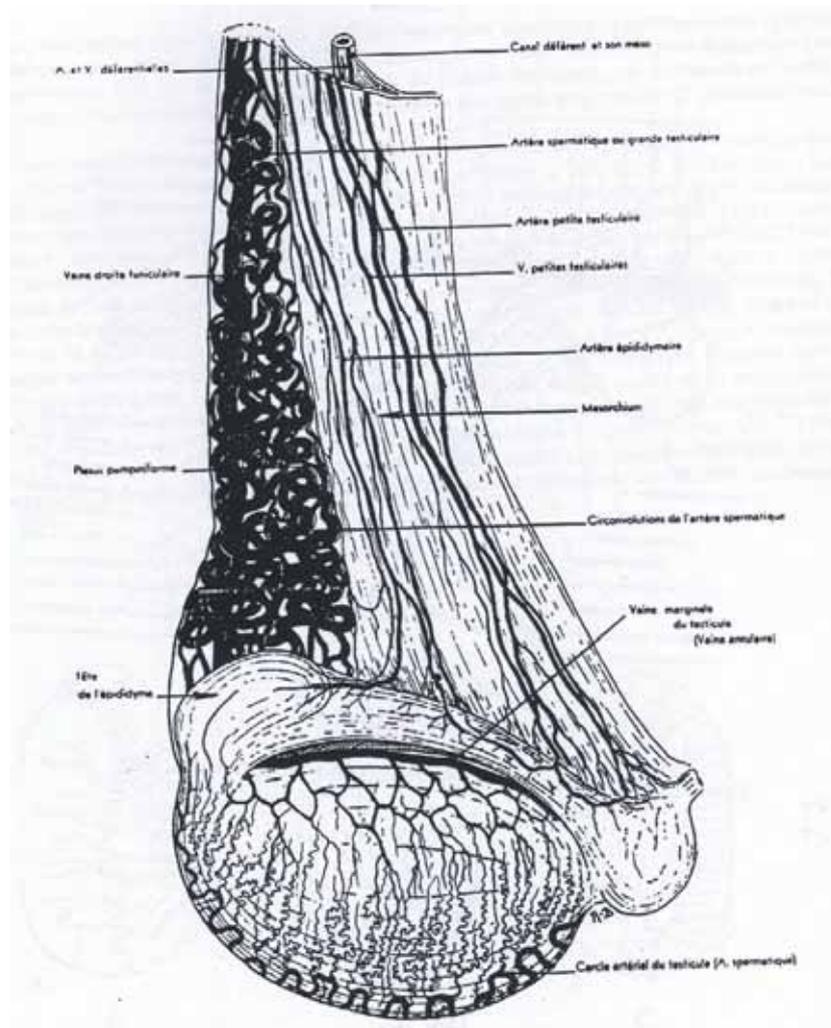


Figure 15 : Artères et veines du testicule et de l'épididyme gauches de l'étalon.
(D'après Gaillard C. 2000)

- **Le système artériel** (Barone R. 1996)

Le système artériel apporte le sang oxygéné au testicule, ce qui lui permet d'assurer ses fonctions. Le testicule reçoit son sang de l'artère testiculaire, qui provient de l'aorte abdominale. C'est un vaisseau pair, dont souvent l'artère gauche est émise plus crânialement que l'artère droite, pouvant même être issue directement de cette dernière (Figure 16).

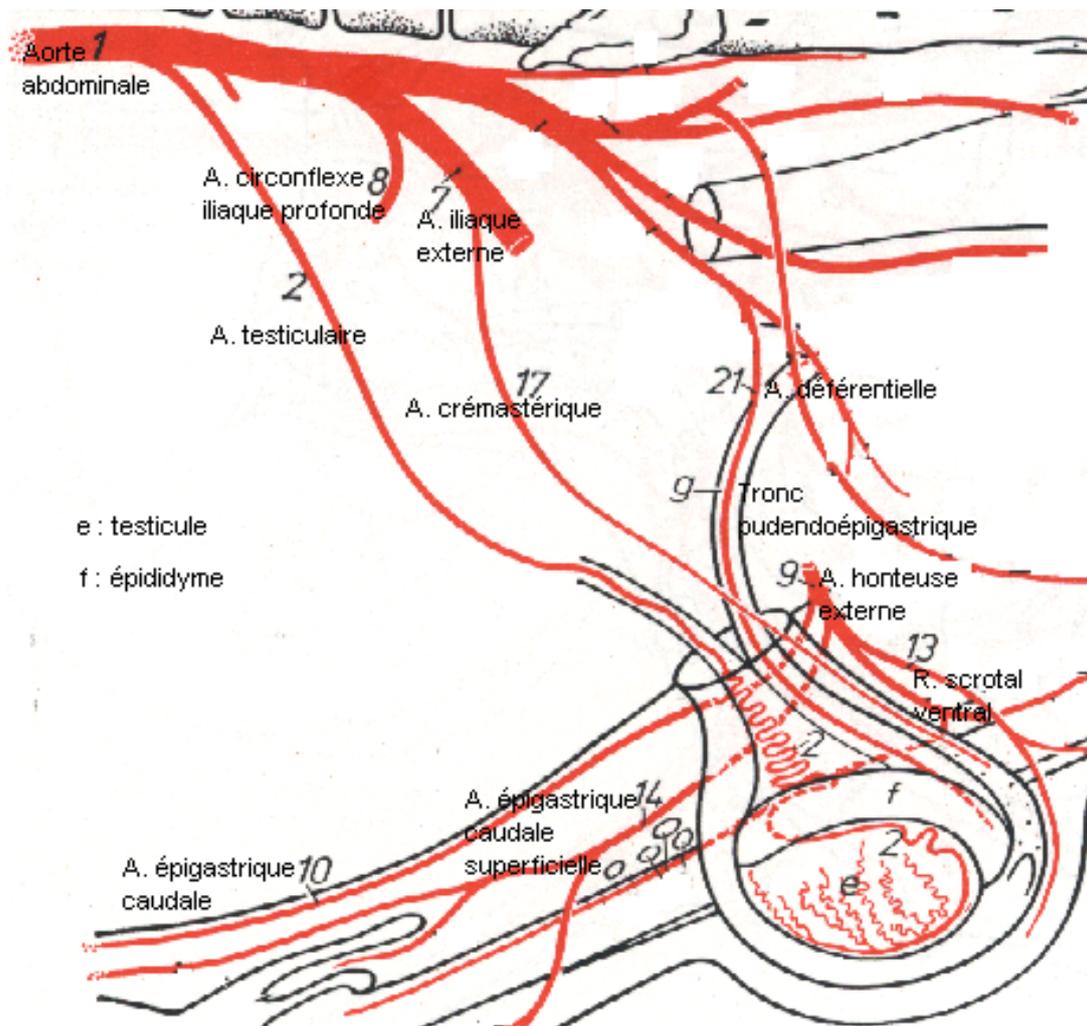


Figure 16 : Schéma des artères du bassin de cheval.

(D'après Nickel R. et al. 1981)

On peut distinguer trois parties le long du trajet de l'artère testiculaire : abdominale, funiculaire et glandulaire. Au départ portée par un frein séreux contre la paroi iliaque de l'abdomen (portion abdominale de l'artère testiculaire), l'artère testiculaire, médiale aux vaisseaux iliaques externes, gagne l'anneau vaginal et passe dans le bord crânial du mésorchium où elle entame sa portion funiculaire. Là, elle décrit des flexuosités croissantes et elle constitue une part importante du cône vasculaire du cordon spermatique. Au cours de son trajet, l'artère testiculaire fournit des ramifications au cordon spermatique ainsi qu'à l'artère épидидymaire, située sur le corps de l'épididyme. Elle pénètre ensuite dans l'albuginée, médialement à l'épididyme, en regard de l'extrémité capitée du testicule pour fournir la section glandulaire de l'artère testiculaire. L'artère pénètre dans l'albuginée par la partie antérieure du bord épидидymaire. Tout en restant dans l'épaisseur de l'albuginée, elle fait le tour complet de l'organe depuis le bord épидидymaire, en passant par l'extrémité caudée du testicule, par le bord libre et pour finir à son extrémité capitée. Pendant tout son trajet, la section glandulaire de l'artère testiculaire décrit de nombreuses flexuosités, en particulier en

regard du bord libre. C'est d'ailleurs à ce niveau que naissent les multiples collatérales de l'artère testiculaire destinées au parenchyme. Celles-ci s'élèvent sur les faces de l'organe, toujours dans l'albuginée et également flexueuses et rejoignent le bord épидидymaire. Là, leurs ramifications pénètrent dans la charpente fibreuse pour rejoindre le médiastinum testis. Ensuite, elles se distribuent au sein de la partie glandulaire en suivant les cloisons interlobulaires. Les nombreuses ramifications de l'artère testiculaire se prolongent enfin en artérioles puis en capillaires qui irriguent les tissus interstitiel et propre. Ainsi, l'artère testiculaire et sa ramification, l'artère épидидymaire fournissent la plus importante partie de la vascularisation testiculaire.

Les artères des enveloppes testiculaires sont principalement issues de l'artère honteuse externe qui passe médialement au fascia spermaticque interne. Cette artère est à l'origine d'une ramification terminale destinée au scrotum (rameaux scrotaux crâniiaux), au dartos et à la peau de la partie adjacente de l'abdomen. Le scrotum est également irrigué par des rameaux scrotaux caudaux provenant de l'artère honteuse interne et passant par le périnée. L'artère crémasterique, provenant de l'artère épigastrique caudale se distribue au muscle crémaster, et aux fascias spermaticques interne et externe. L'artère crémasterique, située à l'extérieur de la tunique vaginale contribue donc également au support vasculaire testiculaire.

Il en est de même pour l'artère déférentielle, qui accompagne le conduit déférent. Cette dernière est l'artère principalement impliquée dans la vascularisation du conduit déférent. Elle prend naissance sur l'artère ombilicale, puis aborde le conduit déférent près de la vessie. L'artère déférentielle accompagne le conduit jusqu'à l'épididyme où elle fournit de nombreuses et très grêles ramifications.

Il existe de nombreuses anastomoses entre l'artère épидидymaire, l'artère crémasterique et l'artère déférentielle. Ces anastomoses correspondent à de très grêles vaisseaux, mais ils auraient la possibilité de se dilater lorsque le support majeur de la vascularisation testiculaire ou épидидymaire est ralenti (Collin B. 1973 ; Jantosavicova J. et Jantosavic J., 1983). De nombreux auteurs se sont intéressés aux aspects anatomiques des artères testiculaire, déférentielle et crémasterique chez les équidés car elles présentent une grande complexité (Sisson S. et Grossman G.P. 1953 ; Collin B. 1973 ; Jantosavicova J. et Jantosavic J. 1983 ; De Lahunta A. et Habel R.E., 1986). Nous reviendrons d'ailleurs sur l'implication du réseau vasculaire dans certains échecs de castration sous laparoscopie.

- **Le système veineux** (Barone R. 1996)

La veine testiculaire est paire et naît près de l'anneau inguinal profond, à l'extrémité du cône vasculaire. Elle regroupe deux types de veines : les unes superficielles, les autres centrales, plus profondes. Les veines centrales passent par les cloisons interlobulaires pour rejoindre le médiastinum testis. Ces veines profondes sont très développées puisqu'elles forment une grosse veine axiale qui draine le médiastinum testis. Les veines superficielles pénètrent dans l'albuginée et se regroupent sur les faces de la glande. Alors que certaines vont vers le bord libre du testicule, les plus grosses s'orientent vers le bord épидидymaire. Ces veines, toutes flexueuses, aboutissent à une veine marginale qui fait le tour de la glande pour rejoindre l'extrémité capitée du testicule et y recevoir les veines profondes.

La section funiculaire du réseau veineux concerne les volumineuses et peu nombreuses veines sortant du testicule. Elles reçoivent des veines en provenance de la tête de l'épididyme

et s'engagent alors dans le cône vasculaire. C'est à cet endroit que les veines se divisent en un réseau complexe, le plexus pampiniforme (Figure 17). Ce réseau entoure sur toute sa longueur l'artère testiculaire et ses flexuosités par une disposition grillagée typique : il y a alors refroidissement artériel du sang avant son arrivée au testicule. Le plexus pampiniforme est relativement réduit car il est suppléé partiellement par une veine droite funiculaire. Cette veine correspond au prolongement et à l'extrémité de la veine marginale, alors qu'elle est entourée par les circonvolutions du cône artériel.

Toutes les veines du cordon spermatique sont drainées par la veine testiculaire au voisinage de l'anneau inguinal interne. Là, la veine testiculaire poursuit sa partie abdominale de façon satellite à l'artère, alors qu'elle est souvent dédoublée voire triple. Puis, elle se sépare de son homologue artériel pour aboutir à la veine cave caudale non loin de la veine rénale. Notons également que la veine testiculaire gauche peut rejoindre directement la veine rénale ipsilatérale chez certains individus.

Les veines des enveloppes testiculaires constituent un réseau satellite du réseau artériel et rejoignent la veine honteuse externe. Elles sont également drainées par la veine fémorale via le plexus dorsal de la verge qui communique avec celle-ci.

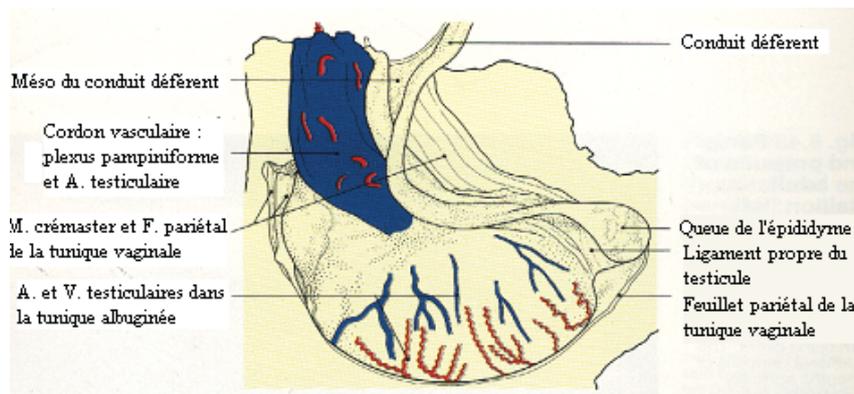


Figure 17 : Schéma de la face latérale du testicule et de l'épididyme gauches de l'étalon.
(D'après Ashdown R.R. et Dones H. 1987)

- **Le réseau lymphatique** (Barone R. 1990)

Les vaisseaux lymphatiques testiculaires commencent par un ensemble de capillaires très fins dans les espaces intertubulaires. Ce réseau est drainé ensuite dans la charpente fibreuse des cloisons interlobulaires, d'une part vers le médiastinum testis, d'autre part vers l'albuginée. L'ensemble de ces vaisseaux lymphatiques se jette sous la séreuse alors que le drainage est réalisé au niveau de l'extrémité capitée du testicule. Puis, des efférences partent en direction du cône vasculaire du cordon spermatique, pour rejoindre celles de l'épididyme. Là, le réseau lymphatique devient satellite du plexus pampiniforme. Ils atteignent ensuite l'anneau inguinal puis cheminent avec les vaisseaux testiculaires pour rejoindre les nœuds lymphatiques lombo-aortiques, sous-lombaires et rénaux.

Les vaisseaux lymphatiques du scrotum sont drainés par les nœuds lymphatiques scrotaux (ou inguinaux superficiels) alors que ceux du crémaster, du fascia spermatique interne et du feuillet pariétal de la tunique vaginale sont drainés pas les nœuds lymphatiques ilio-fémoraux.

2. La fonction exocrine du testicule

Comme nous l'avons présenté auparavant, les testicules ont un double rôle dont celui de la production de spermatozoïdes, qui doit être qualitativement et quantitativement normale pour que la reproduction puisse se produire (Amann R.P. 1993a). La spermatogénèse correspond à un ensemble de divisions et de changements morphologiques cellulaires qui aboutit à la formation de spermatozoïdes à partir de spermatogonies (Figure 18). Pour donner une définition plus complète, la spermatogénèse est un lent et chronologique processus basé sur la division mitotique de quelques spermatogonies, donnant des spermatocytes I, qui, à leur tour se divisent par méiose pour donner des spermatides qui se différencient alors en spermatozoïdes (Amann R.P. 1993a). La spermatogénèse débute un peu avant la puberté et se prolonge normalement durant toute la vie de l'étalon. Elle se déroule au sein des tubes séminifères où les cellules de Sertoli jouent un rôle fondamental (Amann R.P. 1993a).

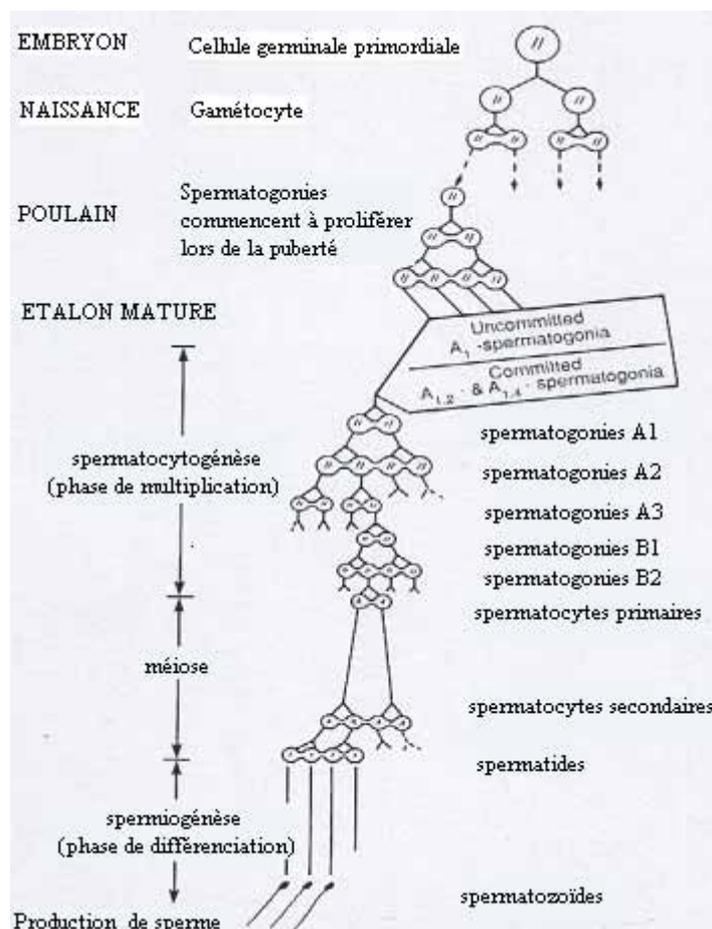


Figure 18 : Le processus de spermatogénèse chez l'étalon. (D'après Amann R.P. 1993a)

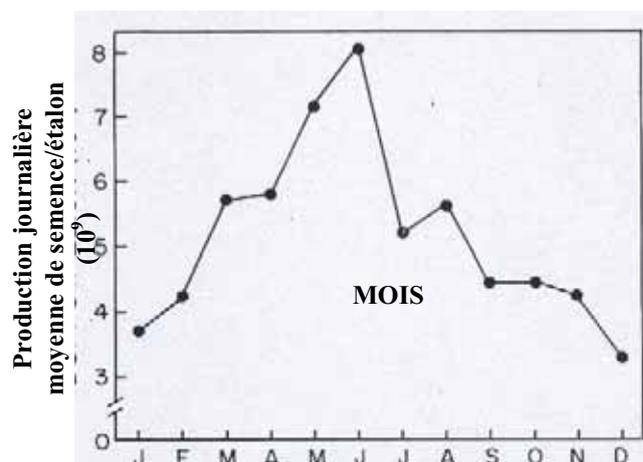
L'ensemble des cellules dérivées des gamétocytes et qui représentent les divers stades de la spermatogénèse porte le nom d'épithélium spermatogène : c'est donc lui qui est à l'origine des spermatozoïdes. Trois phases décrivent le passage des cellules souches aux gamètes mâles : la spermatocytogénèse, la méiose et la spermiogénèse. L'ensemble de ces étapes se réalise en 57 jours chez l'étalon (Amann R.P. 1993a).

3. Les principaux critères de variation physiologique (Pickett B.W. 1993)

Les principaux facteurs de variation de la production spermatique sont la saison, la taille testiculaire, l'âge et la fréquence d'éjaculation. Même si chacun de ces facteurs affecte séparément la production spermatique, ils sont sans cesse en interaction. Cependant, il existe bien d'autres facteurs qui interviennent plus ou moins dans la fabrication du sperme, parmi lesquels des facteurs environnementaux, le statut hormonal ou bien encore l'administration de drogues.

- **La saison et l'activité sexuelle** (Pickett B.W. 1993)

Comme la jument, l'étalon est un animal à reproduction saisonnière. Ainsi, les changements de caractéristiques du liquide séminal de l'étalon ou encore son comportement sexuel sont à mettre en relation avec la saison naturelle de reproduction de la jument (Pickett B.W. 1993). Pickett B.W. mène une étude en 1993 sur 13 étalons de trois ans, prélève du sperme et mesure la quantité de liquide séminal à n'importe quelle saison de l'année. Le volume total de liquide séminal obtenu après la première éjaculation s'élève à 66 mL en moyenne : ces valeurs varient de 45 mL en Janvier à 104 mL en Juin. De la même façon, la quantité de spermatozoïdes est plus importante lors de la saison de reproduction naturelle de la jument : l'activité testiculaire est maximale durant les mois de Mai, Juin et Juillet (Graphique 1). Durant les autres périodes de l'année, la taille testiculaire régresse tout comme l'activité sexuelle même si la production de spermatozoïdes a lieu tout au long de l'année.



Graphique 1 : Production journalière moyenne de semence d'étalons au cours de l'année.
Données récupérées sur 13 étalons âgés de 4 à 20 ans et prélevés chaque mois.
(D'après Pickett B.W. 1993)

- **La taille testiculaire** (Pickett B.W. 1993)

Le nombre de spermatozoïdes qu'un étalon peut produire dépend de façon très importante de la quantité de tissu testiculaire fonctionnel. La taille testiculaire est donc un critère important à apprécier lorsque l'on souhaite sélectionner ou suivre un étalon pour en faire un reproducteur de qualité. Des variations existent entre les différentes races, les chevaux lourds ayant proportionnellement des testicules plus petits que les chevaux de selle (Pickett B.W. 1993). Un cheval au travail présente en moyenne des testicules plus petits qu'un cheval au repos. La taille testiculaire est directement liée à l'âge. Plusieurs études ont été menées afin de mettre en évidence cette relation, nous en décrivons une (Amann R.P. 1993b). Au total, 48 étalons de race légère de 2 à 16 ans ont été utilisés pour cette étude. La taille testiculaire a été appréciée du côté gauche et droit sur chaque étalon, lors de 6 jours différents et par deux techniciens. Les résultats sont mentionnés dans le tableau ci-dessous (Tableau 1).

Mesures valables pour 95% de l'échantillon	<u>AGE (années)</u>		
	2-3 ans (n = 11)	4-6 ans (n = 14)	≥ 7 ans (n = 18)
Largeur scrotale	81-111 mm	85-115 mm	95-124 mm
Largeur testicule gauche	45-63 mm	49-66 mm	52-70 mm
Largeur testicule droit	43-62 mm	45-65 mm	50-69 mm

Tableau 1 : Effet de l'âge sur la taille testiculaire (en mm) chez les étalons.
(D'après Pickett B.W. 1993)

Ainsi, l'âge des étalons affecte de manière significative la taille des testicules. Le diamètre scrotal, qui correspond à la distance entre les deux plus grandes courbures entre le testicule droit et gauche (testicule au fond du scrotum) (Figure 19), avait, pour des étalons de 2 à 3, 4 à 6, 7 ans et plus, une moyenne respective de 96, 100 et 109 mm. Les chevaux de 7 ans et plus ont des testicules plus larges que les jeunes chevaux. De façon approximative, 40 % des variations interindividuelles de la taille testiculaire pourrait être attribuée à l'âge (Pickett B.W. 1993).

Notons qu'il est très difficile d'évaluer de façon objective la taille testiculaire. Il existe plusieurs types d'instruments destinés à cet effet, dont le compas de mesure de largeur testiculaire (Figure 19), qui permet de mesurer le diamètre scrotal. La prise de mesure testiculaire nécessite une certaine habitude par la personne qui la pratique et doit être récurrente. Pour minimiser les erreurs, trois mesures indépendantes au moins doivent être réalisées par la même personne, qui prendra soin de maintenir les testicules au fond du scrotum le temps de la mesure.

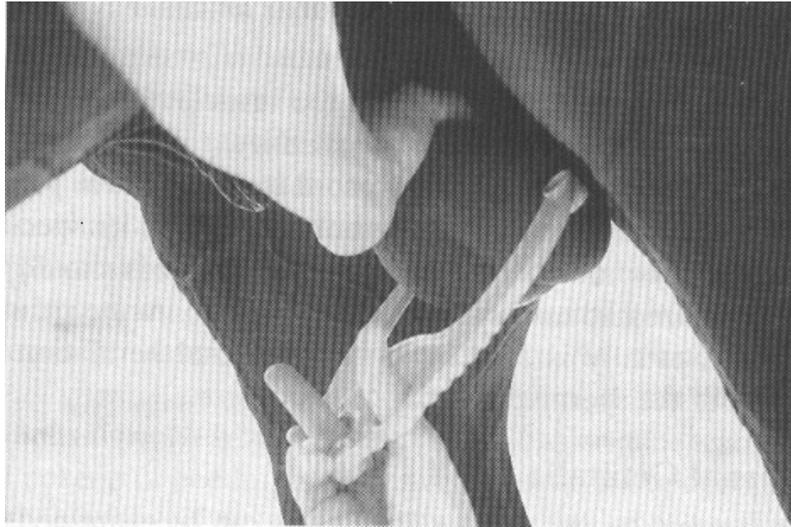


Figure 19 : Mesure de la largeur testiculaire à l'aide d'un compas de mesure. Les testicules sont maintenus au fond du scrotum. La mesure correspond à la distance entre les faces latérales de chaque testicule. (D'après Blanchard T.L. et Varner D.D. 1998)

Les testicules sont donc chargés de la production des spermatozoïdes, cellules indispensables à la fécondation. Cette production va être régulée par un contrôle neuro-endocrinien.

C- La régulation endocrine de la fonction de reproduction de l'étalon adulte

S'il assure la spermatogénèse, le testicule est aussi une glande endocrine : par sa sécrétion interne (testostérone, hormone androgène essentielle), il tient sous sa dépendance la plupart des caractères sexuels secondaires et l'activité sexuelle.

Chez les équidés comme chez la plupart des mammifères domestiques, l'axe hypothalamo-hypophysaire joue un rôle fondamental dans le contrôle neuro-endocrinien de la spermatogénèse.

1. L'axe hypothalamo-hypophysaire

a- Présentation anatomique du complexe hypothalamo-hypophysaire

L'hypophyse ou glande pituitaire a été mise en évidence au début du vingtième siècle par Harvey Cushing qui la définissait comme « un petit corps bilobé de fonction inconnue et attaché par l'infundibulum à la base du cerveau ». Localisé dans la selle turcique, l'hypophyse correspond finalement à une expansion de l'hypothalamus. Elle se divise en deux lobes : le lobe antérieur porte le nom d'adénohypophyse alors que le lobe postérieur prend le nom de neurohypophyse. En 1912, Cushing H. montre que seule l'adénohypophyse synthétise les hormones impliquées dans le contrôle de la fonction de reproduction. La neurohypophyse, d'origine ectodermique, ne sécrète pas d'hormone mais sert de réserve à celles sécrétées par le tissu neural (Cushing H. 1912).

L'hypothalamus fait partie du diencephale et est situé à la base du cerveau. Ce dernier est impliqué dans de nombreuses fonctions dont la régulation de la température corporelle, l'appétit, la soif, l'émotion, la gestion des réserves corporelles, l'activité vasomotrice, les fonctionnements digestif et vésical, les états de sommeil et de veille, le comportement sexuel et la libération des hormones trophiques (Amann R.P. 1993b). L'hypophyse et plus particulièrement l'adénohypophyse est connecté à l'hypothalamus par l'intermédiaire de vaisseaux portes.

b- Les productions hormonales en relation avec la fonction de reproduction de l'étalon

(Amann R.P. 1993b) (Figure 20)

Grâce à une stimulation appropriée d'origine neurale, l'hypothalamus synthétise et délivre plusieurs hormones peptidiques, la plus importante dans le contrôle de la fonction de reproduction étant la GnRH (Gonadotropin-releasing hormone). L'hypothalamus libère la GnRH de façon brève et pulsatile, laquelle est transmise aux cellules endocrines de l'hypophyse via les vaisseaux portes.

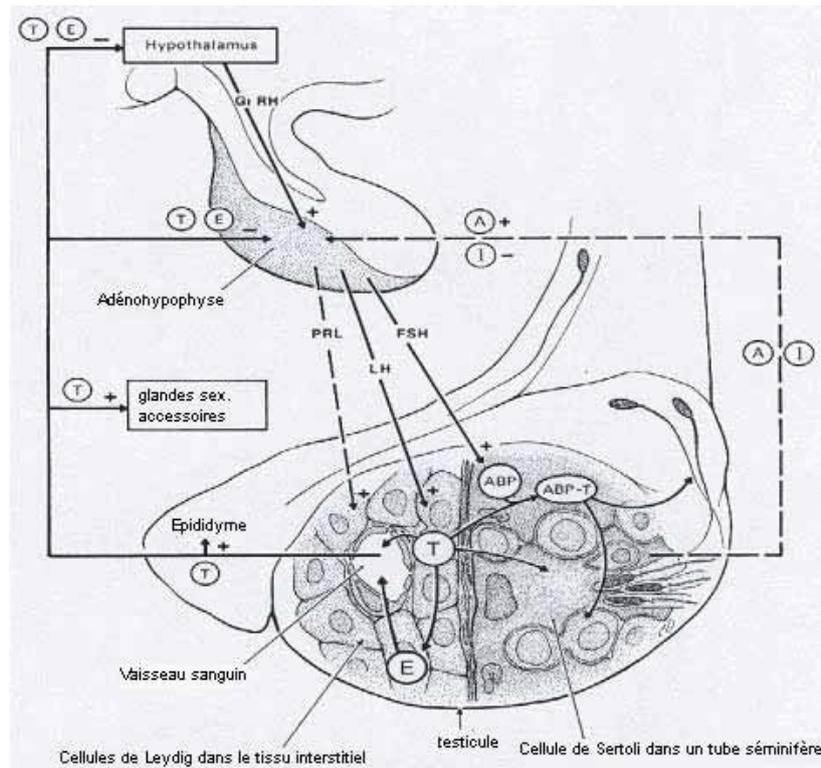
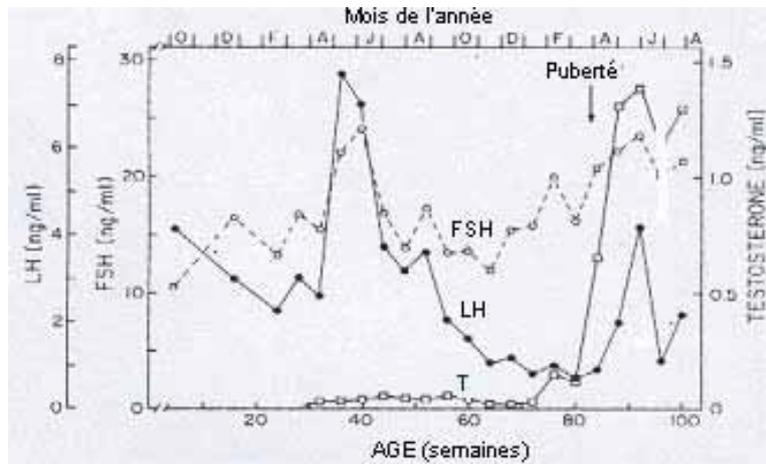


Figure 20 : Le complexe hypothalamo-hypophysaire et ses interactions hormonales avec les structures testiculaires. (A : Activine, E : Estrogènes, I : Inhibine, PRL : Prolactine, T : Testostérone) (D'après Amann R.P. 1993a)

L'adénohypophyse possède des récepteurs spécifiques de la GnRH. Une fois la GnRH fixée sur les récepteurs hypophysaires, l'adénohypophyse produit au moins six types d'hormones peptidiques, mais seules deux ou trois ont une réelle implication dans la fonction de reproduction chez le mâle (Amann R.P. 1993b). Parmi elles, la LH (Luteinising Hormone), la FSH (Follicule Stimulating Hormone) et la prolactine dont le rôle n'est pas encore élucidé chez l'étalon (Samper J.C. 2004). La LH et la FSH sont des hormones dites « gonadiques » parce qu'elles stimulent le fonctionnement testiculaire, favorisent la production d'hormones stéroïdiennes et de spermatozoïdes.

Nous avons vu que la photopériode est un paramètre important de la spermatogénèse, elle constitue par ailleurs un facteur important agissant sur le complexe hypothalamo-hypophysaire (Graphique 2) (Irvine C.H.G. et alexander S. 1988). La rétine reçoit les informations photopériodiques et les transmet via des fibres nerveuses jusqu'à la glande pinéale, qui va alors inhiber la production de mélatonine au cours de la journée. Or la mélatonine inhibe les productions hypothalamiques (Argo M.C.G. et al. 1990). Ainsi, des concentrations sanguines faibles de mélatonine vont de pair avec des concentrations de GnRH et de gonadotropines circulantes fortes. C'est ainsi qu'après un éclairage artificiel de 16 heures par jour des étalons, à partir du mois de Décembre, après une phase de jours courts, Clay C.M. et al. (1987) notent une avancée synchrone dans l'année des maximums des concentrations plasmatiques en testostérone, LH et FSH. Le taux basal de LH étant lié à l'amplitude des pics de LH, toute élévation de la concentration de LH en début de saison sexuelle serait due, chez l'étalon comme chez la jument, à une élévation des réserves de LH

dans l'hypophyse, elle même causée par une élévation du taux de GnRH (Amann R.P. 1993b).



Graphique 2 : Effet de la saison et de l'âge sur la sécrétion de LH, de FSH et de testostérone chez l'étalon. Mesure des concentrations hormonales sériques. (D'après Amann R.P. 1993)

Notons que l'hypothalamus répond à bien d'autres stimuli comme par exemple des stimuli tactile, olfactif et visuel (Roser J.F. 2000).

2. Les hormones testiculaires

Les gonadotropines FSH et LH agissent respectivement sur les cellules de Sertoli et sur les cellules de Leydig : elles favorisent la production d'hormones testiculaires. L'activité endocrine du testicule consiste en la sécrétion d'hormones androgènes libérées dans le circulation générale, afin d'imprimer aux différents organes les caractères sexuels déterminant le sexe de l'animal.

a- Les acteurs de la production des hormones testiculaires

Le testicule produit des hormones stéroïdiennes qui constituent le premier maillon essentiel de l'axe gonadotrope. La plus grande partie de la production endocrine testiculaire est assurée par les cellules de Leydig : ces cellules représentent la source la plus importante de testostérone chez le mâle (Odell W.D. 1989).

Les cellules de Leydig sont localisées dans le compartiment interstitiel du tissu testiculaire nous l'avons vu. La testostérone alors synthétisée diffuse dans les capillaires et les vaisseaux lymphatiques adjacents pour rejoindre la circulation générale et pénètre également dans les tubules séminifères où elle participe à la modulation de la spermatogénèse (Chaffaux S. 1992). Leur importance relative dans le parenchyme testiculaire augmente avec l'âge de l'étalon (Chaffaux S. 1992)

L'ultrastructure des cellules de Leydig des équidés est originale par rapport aux autres espèces car leur cytoplasme présente de plus nombreuses inclusions lipidiques (Pineda M.H.

2003). De plus, le Réticulum Endoplasmique Lisse (REL) est abondant car il contient les enzymes nécessaires à l'aromatation stéroïdienne.

Les cellules de Sertoli sont capables de synthétiser des glycoprotéines comme l'inhibine et l'activine (Pineda M.H. 2003).

b- Présentation des hormones testiculaires (Chaffaux S. 1992, Pineda M.H. 2003)

Les hormones testiculaires, chez l'étalon comme chez toutes les espèces, agissent sur les caractères sexuels primaires, à savoir le développement et le maintien des structures de l'appareil génital mâle (testicules, pénis et glandes accessoires). Elles ont également une action sur les caractères morphologiques de différenciation sexuelle du mâle. L'étalon montre par exemple un accroissement de l'anabolisme protidique se traduisant par un développement de masse musculaire important (Chaffaux S. 1992). Les hormones testiculaires agissent enfin sur les caractères sexuels tertiaires constituant la libido du mâle. Les hormones testiculaires comprennent les androgènes, les estrogènes et d'autres substances que nous allons présenter.

- **Les Androgènes** (Chaffaux S. 1992, Pineda M.H. 2003).

Les androgènes ont un rôle essentiel dans le bon déroulement de la spermatogénèse. L'épithélium germinal nécessite une concentration plus importante en stéroïdes sexuels que les autres tissus androgènes-dépendants pour fonctionner normalement (Pineda M.H. 2003). C'est pourquoi les cellules de Leydig sont histologiquement proches des tubes séminifères. Les tubes séminifères peuvent donc bénéficier d'une concentration locale en androgènes importante (Chaffaux S. 1992).

Les stéroïdes sexuels produits sont la testostérone, l'androstènedione, l'androstènediol, et la dihydrotestostérone (Pineda M.H. 2003). Notons que l'étalon produit de faibles quantités de testostérone si on la compare aux autres espèces : elle est de 12 ng/mL dans le flux sanguin testiculaire chez l'étalon alors qu'elle varie de 50 à 400 ng/mL chez les autres espèces (Chaffaux S. 1992).

La source primaire des stéroïdes testiculaires est représentée par le cholestérol ; celui ci résultant soit d'une production locale, soit provenant de la dégradation de lipoprotéines d'origine sanguine (Chaffaux S. 1992, Pineda M.H. 2003). Le cholestérol est ensuite transporté jusque dans le réticulum endoplasmique lisse dont la membrane microsomiale contient la majorité des enzymes nécessaires à la stéroïdogénèse. Puis, le cholestérol peut être impliqué dans deux voies métaboliques différentes, dépendantes du type de substrat (pregnénolone ou progestérone) : la voie $\Delta 4$ et $\Delta 5$. Selon Ganjam V.K (1979), ces deux voies coexisteraient chez l'étalon.

Les cellules de Sertoli joue également un poste clé dans la stéroïdogénèse. Elles comprennent la plupart des récepteurs testiculaires à la FSH et produisent l'Androgen Binding Protein (ABP) (Pineda M.H. 2003). L'ABP est un transporteur de la forme active de la testostérone, c'est à dire la dihydrotestostérone, et permet de maintenir une concentration élevée en androgènes dans les tubules séminifères et l'épididyme (Chaffaux S. 1992, Pineda M.H. 2003).

Deux principaux facteurs ont une influence sur la stéroïdogénèse : la photopériode et l'âge de l'étalon (Amann R.P. 1993b). Au cours des jours longs, le nombre de cellules de Leydig

augmente au sein du tissu interstitiel testiculaire, ce qui accroît la surface sécrétoire (REL) de stéroïdes sexuels (Amann R.P. 1993b) (Tableau 2).

	SAISON DE MONTE	HORS SAISON DE MONTE	DIFFERENCE (%)
Poids du parenchyme testiculaire des 2 testicules (g)	154	116	-25
<u>Cellules de Leydig</u> (10 ⁶ /g testicule)	22	20	-9
(10 ⁹ / 2 testicules)	7,26	4,70	-35
<u>Testostérone</u> (µg/g testicule)	700	580	-17
(mg/ 2 testicules)	224	154	-31
<u>Cellules de Sertoli</u> (10 ⁶ /g testicule)	24,2	23,6	-2
(10 ⁹ / 2 testicules)	3,69	2,54	-31
Spermatides allongées par cellule de Sertoli	9,36	7,54	-19
<u>Production journalière de semence</u> (10 ⁶ /g testicule)	19,1	14,6	-23
(10 ⁹ / 2 testicules)	5,96	3,53	-41
<u>Concentrations sériques</u> FSH (ng/mL)	108	81	-21
LH (ng/mL)	36	22	-39
Testostérone (ng/mL)	0,36	0,27	-25

Tableau 2 : Effet de la saison sur les caractéristiques du testicule de l'étalon. Données récupérées sur des étalons âgés de 4 à 20 ans.
(D'après Amann R.P. 1993b)

La maturité sexuelle correspond à un état d'activité reproductive complète. La période qui sépare la puberté de la maturité sexuelle est appelée adolescence. Pendant l'adolescence, il se produit des modifications quantitatives du liquide séminal (Amann R.P. 1993b). A l'approche de la puberté, puis plus tard lorsque l'étalon vieillit, le rapport androstenedione/testostérone s'inverse.

La concentration en testostérone par unité de volume de sang présente une très forte variabilité interindividuelle (Pineda M.H. 2003). Les quantités d'hormones circulantes, sont corrélées à la quantité de testostérone synthétisée, à son transport et à sa clairance (Chaffaux S. 1992). Elles sont en relation avec l'âge de l'animal et la période de l'année nous l'avons vu, mais aussi avec le moment de la journée et le rythme circadien (Amann R.P. 1993b).

- **Les estrogènes** (Pineda M.H. 2003)

Les estrogènes sont synthétisés dans le tissu testiculaire, par les cellules de Leydig d'une part et par aromatisation de la testostérone dans les cellules de Sertoli d'autre part. Plusieurs estrogènes sont produits dont l'estradiol, l'estriol et l'estrone.

Il est à noter la relative importance de la production d'estrogène par le testicule de l'étalon. On peut par exemple la comparer à celle du porc qui est de 0,7µg/ min pour 5.4 µg/ min chez l'Étalon (Setchell B.P. et Cox J.E. 1982). Le niveau d'activité estrogénique dans le sang veineux testiculaire de l'étalon est 20 fois plus important que dans le sang périphérique (Pineda M.H. 2003).

Par opposition aux autres espèces chez lesquelles les estrogènes sont produits à partir des androgènes dans le tissu adipeux, l'aromatisation de la testostérone en estradiol s'effectue au sein du testicule dans l'espèce équine (Pineda M.H. 2003). Ceci implique la présence, au sein du testicule, d'enzymes capables de supprimer un groupe méthyle en C-19 sur les stéroïdes. Les cellules de Sertoli, qui sont sous la dépendance de la FSH hypophysaire, possèdent les enzymes nécessaires à la conversion de testostérone en estrogènes de façon générale et plus particulièrement en 17β-estradiol (Pineda M.H. 2003).

L'urine des étalons et des mulets mâles est l'une des plus riches sources d'estrogènes ; et même, la quantité journalière d'estrogènes urinaires chez l'étalon dépasse d'un facteur 100 à 200 celle des juments non gravides. Pourtant, l'étalon présente une impressionnante masculinité en comparaison avec les autres espèces domestiques (Pineda M.H. 2003).

- **L'inhibine**

L'inhibine est un inhibiteur non stéroïdien de la glande pituitaire, d'origine gonadique, qui inhibe la synthèse de FSH (Pineda M.H. 2003). L'inhibine est produite par les cellules de Sertoli, elle est présente dans le fluide testiculaire et dans le plasma séminal. Chez les animaux castrés, l'inhibine supprime sélectivement la concentration plasmatique de FSH alors qu'elle ne modifie pas les concentrations de LH (Pineda M.H. 2003). Chez les animaux fertiles, l'inhibine semble participer au contrôle de la sécrétion de FSH au niveau hypophysaire par l'intermédiaire d'un rétrocontrôle négatif (Pineda M.H. 2003).

L'inhibine, de même que l'activine que nous verrons par la suite, est une hormone glycoprotéique qui peut être subdivisée en trois sous unités : α, βA et βB. L'inhibine existe sous forme de combinaisons : α/βA ou α/βB (Amann R.P. 1993b).

L'inhibine peut être dosée par radioimmunologie. De récents travaux ont été réalisés par Taya K. et al. (2000) qui ont suivi les concentrations plasmatiques d'inhibine immunoréactive chez l'étalon au cours de l'année. Ceux ci ont mis en évidence deux résultats intéressants. L'inhibine immunoréactive a été mise en évidence dans les cellules de Sertoli mais également dans les cellules de Leydig, ce qui impliquerait que l'inhibine soit synthétisée dans les cellules de Sertoli et dans les cellules de Leydig. Taya K. et al. Indiquent qu'il existe une corrélation entre la concentration plasmatique de l'inhibine immunoréactive et l'activité testiculaire pendant les saisons reproductives et non-reproductives. Ainsi, la synthèse d'inhibine est variable au cours de l'année et est stimulée en saison de monte. Les concentrations plasmatiques d'inhibine seraient même des indicateurs pratiques de l'activité testiculaire de l'étalon (Taya K. et al. 2000).

- **L'activine**

L'activine est également une hormone glycoprotéique qui présente aussi plusieurs sous unités. Elle peut être présente sous forme de combinaison βA/βB, βA/βA ou βB/βB (Amann R.P. 1993b). Cette hormone est donc synthétisée par le testicule mais les acteurs cellulaires de

sa synthèse restent mal connus. Elle agit sur l'hypophyse en facilitant de façon sélective la synthèse de FSH.

- **Le GnRH-like factor** (Pineda M.H., 2003)

Le GnRH-like factor est un petit peptide encore appelé gonadocrinine qui est produit par les cellules de Sertoli. La gonadocrinine semble agir localement sur le système tubulaire interstitiel comme un régulateur intratesticulaire de la sécrétion de testostérone. Le GnRH-like factor augmente la perméabilité membranaire des cellules de Leydig et facilite l'entrée cellulaire de l'ion calcium.

Bien d'autres molécules pas encore découvertes doivent agir sur les organes reproducteurs ou sur l'axe hypothalamo-hypophysaire, en exerçant des actions à la fois locales et systémiques.

3. La régulation de la sécrétion des hormones testiculaires

(Amann R.P. 1993b)

Chez l'étalon adulte, la production de testostérone est due à une synthèse préliminaire pulsatile de LH hypophysaire. La synthèse de LH par l'hypophyse est relativement importante, si bien que la concentration sanguine de LH est régulièrement supérieure à son niveau basal. La production de testostérone est même augmentée de façon épisodique à la suite de plusieurs pics de production LH. La testostérone, une fois synthétisée par les cellules de Leydig rejoint le compartiment veineux drainant le testicule, passe dans la circulation générale et rejoint l'hypothalamus et l'adénohypophyse. A la suite de cette longue boucle, la testostérone exerce un rétrocontrôle négatif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire et freine la production de GnRH et de LH. Si la concentration sanguine en testostérone qui arrive vers l'hypothalamus est très élevée, la production hypothalamique de GnRH est totalement supprimée, de même que la réponse hypophysaire qui en découle.

A cause du rétrocontrôle négatif exercé par la testostérone sur l'axe hypothalamo-hypophysaire, la quantité de LH entrant dans la microcirculation testiculaire devrait être faible. Les cellules de Leydig, exposées à une faible concentration de LH, devraient alors sécréter la testostérone à un taux basal. En réalité, au fur et à mesure que la concentration sanguine testiculaire en LH décline, le barrage qui s'oppose aux sécrétions hypothalamiques est levé si bien que des sécrétions épisodiques de GnRH peuvent se produire. Cet événement est suivi par une décharge de LH hypophysaire, par une augmentation de la concentration en LH dans la microcirculation testiculaire et par une rapide stimulation des cellules de Leydig qui synthétisent alors la testostérone.

Donc, les cellules de Leydig, l'hypothalamus et l'adénohypophyse sont impliqués dans une boucle de rétrocontrôle qui permet la régulation des concentrations de LH et de testostérone dans la circulation périphérique (Figure 21). Une étude menée par Muyan M. et al. (1993) visant à déterminer l'effet des stéroïdes sexuels sur l'adénohypophyse chez l'étalon montre que chez le cheval mâle, le rétrocontrôle négatif exercé par les androgènes sur la décharge de LH semble être plus due à une inhibition de la décharge de GnRH hypothalamique qu'à une inhibition directe de l'adénohypophyse. De plus, il semblerait que l'estradiol joue un rôle important dans la spontanéité de la réponse hypophysaire lors d'une décharge de GnRH.

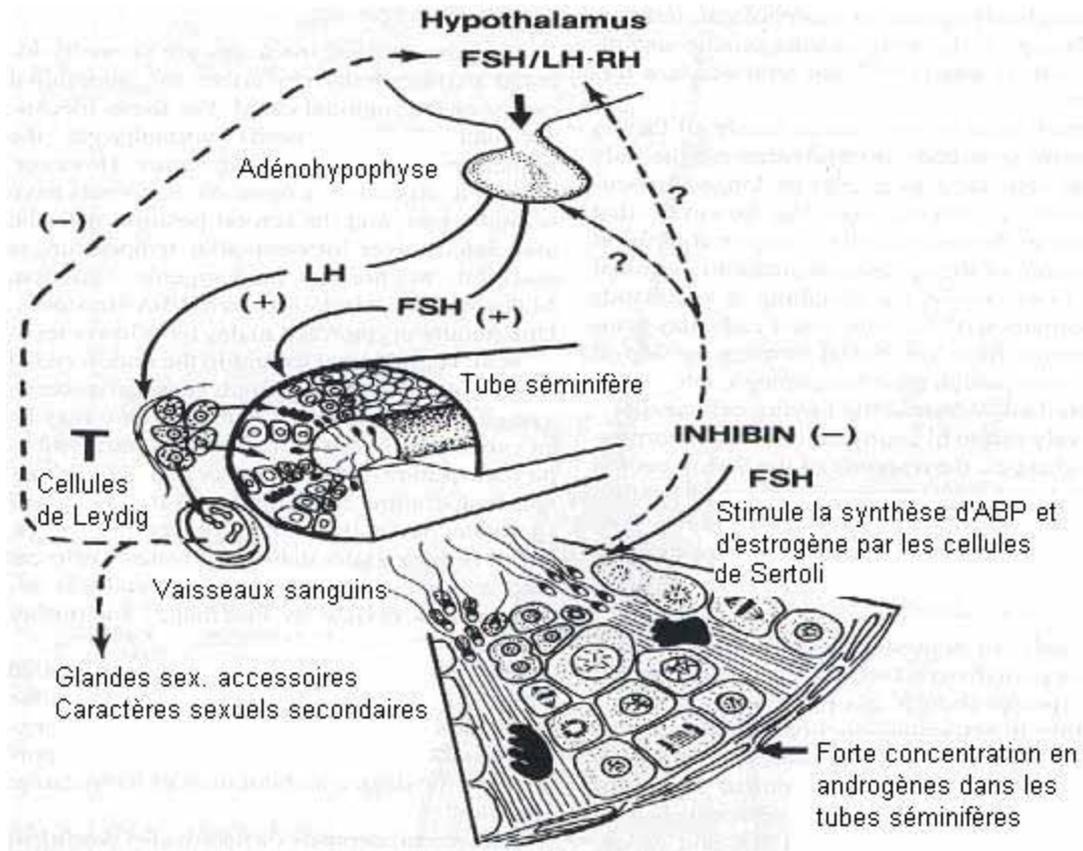


Figure 21 : Schéma de la régulation hormonale de la fonction testiculaire.
(D'après Pineda M.H. 2003)

Bien que la synthèse de FSH hypophysaire soit stimulée par la production de GnRH, les sécrétions de LH et de FSH sont contrôlées par des mécanismes différents. La sécrétion de LH est pulsatile et due à une synthèse pulsée de GnRH par l'hypothalamus, mais elle n'est pas toujours accompagnée d'une décharge de FSH et vice versa (Irvine C.H.G et Alexander S. 1990). La sécrétion de FSH semble être beaucoup moins dépendante de la GnRH que la sécrétion de LH (Irvine C.H.G et Alexander S. 1990). La FSH agit essentiellement au niveau des cellules de Sertoli (Amann R.P. 1993b). L'inhibine, produit de synthèse de ces dernières, a entre autre un rôle de suppression de la sécrétion de FSH par l'adénohypophyse. L'activine, quant à elle, joue le rôle inverse et stimule la production de FSH hypophysaire (Amann R.P. 1993b).

Comme nous l'avons décrit auparavant, une partie de la testostérone produite par les cellules de Leydig est transformée en estradiol ou autres estrogènes. Une chose est sûre, la circulation sanguine qui draine les testicules de l'étalon contient une grande quantité d'estrogènes circulant. De même, la quantité importante d'estrogène dans le sang destiné à l'hypothalamus et à l'hypophyse entraîne un rétrocontrôle négatif qui pourrait supprimer la décharge de GnRH, de FSH et de LH par l'axe hypothalamo-hypophysaire (Amann R.P. 1993b). A cause de cette boucle de rétrocontrôle impliquant l'hypothalamus, l'adénohypophyse et les testicules, l'injection d'hormones peut altérer la balance hormonale de l'étalon et provoquer des troubles de la fonction de reproduction.

Ainsi, le complexe inhibine/activine et le ratio testostérone/estradiol imprégnant l'adénohypophyse contrôlent les quantités de LH et FSH produites en réponse à la synthèse de GnRH hypothalamique (Amann R.P. 1993b).

4. Le contrôle hormonal de la spermatogénèse

(Pineda M.H. 2003)

De façon générale, les tubes séminifères du jeune mâle ne répondent pas autant aux gonadotropines que ceux de l'adulte. Il y a donc une période de la vie où la GnRH n'a aucune influence sur les cellules somatiques.

Il n'y a plus aucun doute en revanche quant à l'importance de l'hypophyse pour le bon fonctionnement des tubes séminifères. En effet, pour un fonctionnement normal, la spermatogénèse requiert des actions synergiques de la LH, de la FSH, de la prolactine, des androgènes et probablement d'autres hormones. Le rôle de chacune de ces hormones dans la spermatogénèse n'est pas totalement établi chez toutes nos espèces domestiques, de même que les mécanismes précis ou encore la disponibilité hormonale nécessaire à une spermatogénèse normale. La LH et la FSH sont des hormones glycoprotéiques complexes qu'il est difficile de synthétiser en pratique et qui sont donc peu disponibles à l'état pur. Malgré tout, les avancées expérimentales dont nous disposons suggèrent que la LH stimule à la fois la stéroïdogénèse et la spermatogénèse. L'action stimulante de la LH sur la spermatogénèse semble être indirecte car sous l'influence directe de la testostérone d'origine leydigienne. La FSH, quant à elle, est impliquée dans la spermiogénèse par l'intermédiaire de son action sur les cellules de Sertoli.

Conclusion : L'activité endocrine du testicule consiste donc en la sécrétion d'hormones libérées dans la circulation générale, afin d'imprimer aux différents organes les caractères sexuels déterminant le sexe de l'animal. L'activité endocrine du testicule fait intervenir le complexe hypothalamo-hypophysaire qui stimule la production gonadique d'hormones ou de gamètes. Cependant, le testicule conserve une action de contrôle sur l'axe hypothalamo-hypophysaire. Une meilleure connaissance de ces produits de synthèse permet de mieux comprendre la nature des substances qui seront choisies pour l'évaluation de la fonction de reproduction de l'étalon. Aussi, la connaissance des facteurs de variation, qui agissent directement ou pas sur la production des hormones testiculaires éclaire l'interprétation future des résultats obtenus.

Les données anatomo-fonctionnelles nécessaires à la compréhension de la fonction de reproduction étant établies, nous pouvons documenter désormais les différentes techniques de castration qui existent chez le cheval ainsi que leurs complications respectives dans le but de les comparer à celles qui peuvent intéresser une castration laparoscopique.

II- PRESENTATION DES TECHNIQUES DE SUPPRESSION DE LA FONCTION DE REPRODUCTION DE L'ETALON

Le tempérament du cheval mâle a plus ou moins toujours posé problème à l'homme, c'est pourquoi la castration est devenue un moyen d'adoucir le comportement du cheval lorsqu'on ne souhaite pas voir ce dernier se reproduire. Cette technique chirurgicale, qui voit ses débuts chez le cheval au dix-huitième siècle, n'a cessé d'évoluer avec le temps. A ce jour, il est certain qu'aucune technique de castration n'est universelle, peut être est-ce à mettre en rapport avec l'occurrence des complications qui lui font suite.

Après un rapide rappel sur les considérations préopératoires de la castration du cheval, nous mettrons en évidence les avantages et les inconvénients des techniques classiques et laparoscopiques de castration documentées à l'heure actuelle dans la littérature.

A- Considérations générales avant la castration de l'étalon

La castration est l'une des procédures chirurgicales les plus communément pratiquées chez le cheval. Bien que la technique chirurgicale soit relativement simple, plusieurs recommandations pré et postopératoires de base doivent être suivies pour assurer une réussite et pour minimiser les complications associées.

1. Les indications de la castration

(Trotter G.W. 1993)

L'indication classique de la castration est l'élimination du comportement mâle de l'animal. Cependant, la castration peut parfois être réalisée dans un but thérapeutique, par exemple lors de tumeurs, de varicocèle, d'hydrocèle, de tumeur testiculaire, d'orchite, de torsion du cordon spermatique ou lors d'hernie scrotale.

2. Le moment de la castration dans la vie de l'étalon

La castration peut être réalisée à différents moments de la vie de l'étalon. Il n'existe pas à l'heure actuelle d'études probantes sur le lien entre l'âge et la castration en rapport avec l'occurrence des complications postopératoires. La seule étude décrite dans la littérature visait à mettre en évidence un éventuel lien entre la persistance du tempérament mâle après la castration et l'âge du cheval au moment de la stérilisation (Line S.W. et al. 1985). Ainsi, les auteurs ont comparé le comportement de 140 hongres ayant été castrés à des moments différents de leur vie. Sur les 94 hongres castrés avant 2 ans, 20 à 30 % des hongres présentaient un comportement comparable à celui d'un étalon (agressivité envers les congénères et/ou libido persistante), alors que 5 % étaient agressifs envers l'homme. Aucune différence significative n'a été mise en évidence quant à l'occurrence des troubles comportementaux entre les hongres castrés avant leur puberté et les 46 hongres castrés alors qu'ils étaient sexuellement matures. Freeman D.E. (2003) rapporte qu'il existe à l'heure actuelle un intérêt grandissant dans la pratique de la castration chez le foal parce que les poulains grandiraient plus vite lorsqu'ils sont castrés à cet âge, à cause du défaut de rétrocontrôle négatif exercé par la testostérone sur l'axe hypothalamo-hypophysaire. D'autres auteurs, comme Schumacher J. (1996) par exemple pensent au contraire que les foals sont prédisposés aux hernies inguinales postopératoires, dont la plupart préexistent avant la chirurgie.

Traditionnellement, la castration est réalisée vers l'âge d'un an (Trotter G.W. 1993). Certains préfèrent patienter jusqu'à ce que l'étalon atteigne 2 ans d'âge afin que le caractère

masculin soit entièrement développé, même s'il s'agit d'une constatation très subjective (Trotter G.W. 1993). Enfin, certains préfèrent attendre que l'animal soit plus âgé, c'est à dire après 3 ans, afin d'observer au préalable la maturité sexuelle de l'étalon et d'évaluer son aptitude à la reproduction (Moll H.D. et al. 1995). Dans ce dernier cas, c'est le défaut d'aptitude à la reproduction de l'étalon qui motive la chirurgie de castration.

3. Le choix du lieu opératoire

A l'exception de la castration laparoscopique qui doit toujours être réalisée dans une structure hospitalière, la castration du cheval peut être réalisée soit en clinique, soit chez le client. La stérilisation du cheval à la clinique permet de disposer d'un environnement hospitalier qui élargit les possibilités chirurgicales et qui permet de mieux gérer les complications per et postopératoires (Théry A. 2003).

La castration chez le client présente des avantages autres. Il s'agit d'une pratique peu onéreuse, qui permet de conserver l'habitus et l'environnement du cheval, et ainsi de limiter le stress de l'animal (Théry A. 2003). En revanche, la gestion des complications postopératoires est beaucoup plus difficile car le praticien ne peut rester au chevet du patient pendant plusieurs heures à l'issue de la chirurgie. Lorsqu'elle est réalisée chez le client et sous anesthésie générale, l'environnement dans lequel va se réaliser la castration doit être choisi. Il doit être sûr et propre afin de permettre le couchage du cheval mais surtout il doit être compatible avec un réveil sécurisé (Schumacher J. 1999). Selon l'auteur, l'environnement idéal correspond à un paddock avec de l'herbe propre et un grand espace environnant.

4. Les démarches préopératoires

(Adams S.B. et al. 2000)

Le praticien procède à un examen clinique adapté aux commémoratifs et à la technique choisie pour l'anesthésie et la castration. Après s'être assuré de la bonne santé du futur opéré, chaque cheval doit faire l'objet d'une inspection rapprochée et d'une palpation des testicules et des structures associées. La palpation transrectale est un examen complémentaire dont la réalisation est laissée au libre choix du praticien (Adams S.B. et al. 2000). Fischer A.T. (1990) rapporte l'utilité de procéder à une palpation transrectale avant la chirurgie laparoscopique, car elle permet de vérifier qu'il n'y a pas d'adhérence ou de masse en regard des futurs sites d'entrée des canules laparoscopiques.

Il est indispensable de se renseigner sur le statut vaccinal du futur opéré (Adams S.B. et al. 2000). Il ne faut pas hésiter à réaliser un rappel de vaccin antitétanique aux chevaux correctement vaccinés ou à administrer un sérum antitétanique à visée préventive aux chevaux dont le statut vaccinal est obsolète ou mal connu.

La décision d'administrer des antibiotiques à visée prophylactique est laissée au libre choix du chirurgien et doit être considérée le jour de la chirurgie, en tenant compte de tous les facteurs de risque (Trumble T.N. et al. 2000). La thérapeutique antibiotique fait appel à de la pénicilline ou à des sulfamides le plus souvent, et peut se poursuivre par une antibioprévention systématique de quatre jours (Adams S.B. et al. 2000). Une étude rétrospective des complications de castration réalisée à partir de 23 229 castrations classiques, menée par Moll H.D. et al. (1995) a mis en évidence que les chevaux qui avaient reçu des antibiotiques durant la période préopératoire présentaient de façon significative moins d'infections postopératoires (soit 2.9% des castrations) que les autres (4% des castrations).

Ainsi, il semble que l'utilisation systématique des antibiotiques durant les phases pré et postopératoires soit utile. Cependant, la meilleure lutte contre l'infection réside dans le respect des règles d'asepsie : la préparation du site opératoire, du fourreau et de la queue sont déterminants.

Certains auteurs recommandent d'administrer des anti-inflammatoires non stéroïdiens afin de prévenir et de réduire la douleur postopératoire (Adams S.B. et al. 2000, Trumble T.N. et al. 2000). Par exemple, la phénylbutazone (2.2 mg/kg per os deux fois par jour) ou la flunixin méglumine (1.1 mg/kg par voie intraveineuse une fois par jour) peuvent être employés pour leurs effets anti-inflammatoire et analgésique (Adams S.B. et al. 2000, Trumble T.N. et al. 2000).

La castration doit donc être réalisée sur un cheval en bonne santé et dans des conditions d'asepsie favorables.

B- Présentation des principales techniques de castration de l'étalon

Le but de ce travail n'est pas de décrire de façon précise les protocoles anesthésiques et opératoires de la castration classique, qui sont très bien documentés dans les ouvrages de chirurgie. Nous en présenterons uniquement les grands principes, afin de dégager les intérêts de ces techniques et de comprendre au contraire pourquoi certaines complications se produisent.

1. Le choix du positionnement du cheval, de la technique et du type de contention

Beaucoup de techniques chirurgicales différentes sont à la disposition du chirurgien qui doit stériliser l'étalon. Le choix de la technique et du positionnement du cheval vont essentiellement dépendre de la préférence du chirurgien, du comportement du cheval (qui doit être « coopératif » lors de castration debout), de sa race et de son âge, de l'environnement où va se dérouler la chirurgie (calme et sécurisé), du personnel disponible et expérimenté (à la tête du cheval) et du coût de l'acte (Théry A. 2003). L'une des décisions importantes est de savoir si la chirurgie va se réaliser debout sous sédation ou couchée sous anesthésie générale. La castration du cheval debout fait systématiquement appel à une tranquillisation et à une anesthésie locale (Schumacher J. 1999). Sous anesthésie générale, l'abord chirurgical peut être scrotal ou inguinal. Quand l'abord scrotal est préféré, le cheval est anesthésié selon un protocole d'anesthésie fixe puis placé en décubitus latéral (Figure 22).



Figure 22 : Photo d'un cheval en décubitus latéral gauche avec le postérieur droit tiré en avant afin de dégager la région scrotale pour la castration.
(D'après Blanchard T.L. et Varner D.D. 1998)

Le cheval est placé en décubitus dorsal au sein d'un bloc opératoire lorsque l'abord inguinal est réalisé.

2. Les techniques de castration conventionnelles

(Schumacher J. 1996)

La castration du cheval peut donc se réaliser debout sous sédation ou couché sous anesthésie générale, selon une technique chirurgicale ouverte, fermée ou semi fermée. La castration ouverte, également appelée castration à testicule et cordon découverts, permet d'extérioriser chaque testicule à travers une incision de la tunique vaginale. Le ligament de la queue de l'épididyme, qui attache la queue de l'épididyme à la tunique vaginale, est coupé afin de faciliter l'extériorisation du cordon testiculaire (Railton D. 1999) et la remontée de la fibro-séreuse (Schumacher J. 1999). Enfin, chaque testicule et sa dépendance vasculaire, l'épididyme et la portion distale du conduit déférent sont retirés par émasculature (Schumacher J. 1996). La tunique vaginale et le muscle crémaster persistent dans leur intégralité à l'issue d'une castration ouverte. Lors de castration fermée, aussi nommée castration à testicule et cordon couverts, la tunique vaginale est respectée, elle est désolidarisée du fascia spermatique et le testicule est retiré alors qu'il porte encore son enveloppe profonde. Une partie de la tunique vaginale et du muscle crémaster sont donc retirés lors de castration fermée (Schumacher J. 1996). Lors de castration semi fermée, également appelée castration à testicule découvert et cordon couvert, chaque testicule et son cordon sont libérés de leurs enveloppes superficielles de la même façon que lors de castration fermée. Avant que le cordon spermatique et le muscle crémaster ne soient coupés, la tunique vaginale est incisée alors que chaque testicule et ses dépendances vasculaires, l'épididyme et le conduit déférent sont extériorisés (Schumacher J. 1996).

3. Les avantages des techniques de castration conventionnelles

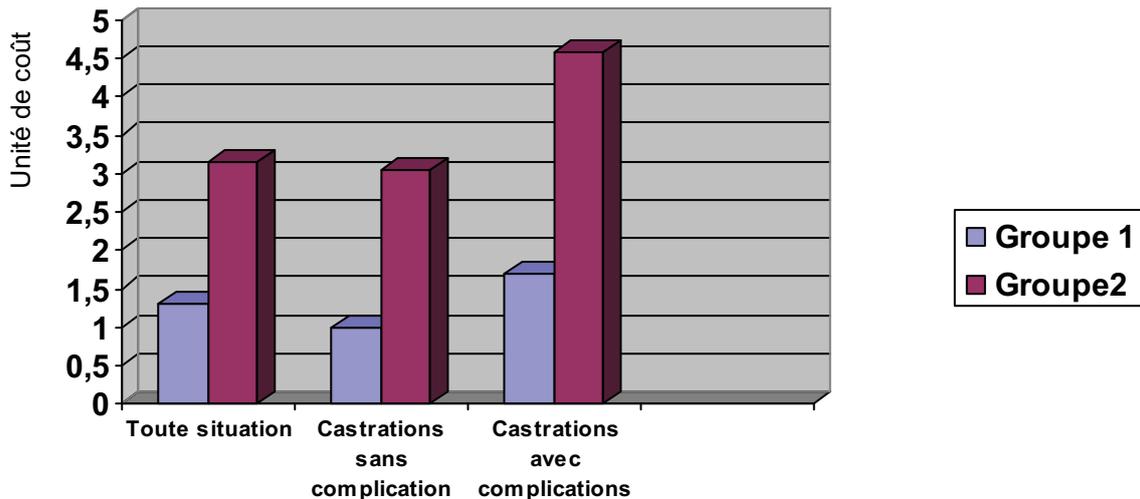
En 1995, un sondage a été proposé à 615 vétérinaires praticiens membres de l'A.A.E.P. aux Etats-Unis (American Association of Equine Practitioners), de façon à répertorier le nombre de castrations réalisées par an, la technique chirurgicale employée et les complications associées (Moll H.D. et al. 1995). Sur les 23 229 castrations réalisées cette année là par les 615 vétérinaires, 240 praticiens affirment réaliser classiquement une technique de castration de type ouvert sur le cheval debout et tranquilisé.

Si cette technique est très pratiquée, c'est parce qu'elle est peu onéreuse, qu'elle permet d'éviter le risque de mort anesthésique, et enfin parce que le chirurgien n'a pas besoin de rester au chevet du patient jusqu'à ce que le cheval soit levé (Railton D. 1999).

- **L'avantage financier de la castration ouverte**

Le coût de l'acte est un critère important et classiquement décisif dans le choix de la méthode opératoire de castration par les propriétaires. D'ailleurs, une étude prospective a été menée récemment par Mason B.J. et al. (2005) afin d'aider les praticiens dans leur rôle de « vétérinaire conseil » face aux propriétaires et aux entraîneurs de chevaux de sport qui veulent connaître les avantages et les inconvénients de chaque technique chirurgicale de castration. Les auteurs ont alors comparé le coût et les complications associées aux deux techniques de castration les plus couramment utilisées de nos jours, à savoir la castration debout à testicule et cordon découverts avec cicatrisation de la plaie scrotale par deuxième intention (groupe 1, n = 121) et la castration sous anesthésie générale à testicule découvert et

cordon couvert avec suture de la plaie scrotale (groupe 2, n = 96). L'aspect financier a également été objectivé au cours de cette étude, et les résultats sont fortement intéressants. Si aucune complication ne survient, la technique de castration réalisée sur le groupe 1 est trois fois moins onéreuse que la technique utilisée chez les chevaux du groupe 2. Cependant, lorsque des complications surviennent dans le groupe 1, la technique atteint les deux tiers du coût engendré par la technique de castration sans complication du groupe 2. Ces données sont reportées dans l'histogramme suivant (Graphique 3).



Graphique 3 : Coût engendré par une castration debout, avec cicatrisation par deuxième intention (Groupe 1) et couché, avec suture du site chirurgical (Groupe 2); avec et sans complications. (D'après Mason B.J. et al. 2005)

Ainsi, même si une castration debout à testicule et cordon découverts se complique, son coût de revient est toujours inférieur à celui d'une castration réalisée sous anesthésie générale.

- **Les avantages des méthodes fermée et semi-fermée de castration**

L'exérèse d'une partie de la tunique vaginale et du muscle crémaster lors de castrations fermée ou semi fermée évite l'accumulation de liquide péritonéal et donc le gonflement postopératoire (Freeman D.E. 2003) : l'incidence des funiculites et des hydrocèles postopératoires est diminuée (Schumacher J. 1999). La technique de castration à testicule découvert et cordon couvert présente d'autre part l'avantage de pouvoir inspecter les structures appartenant au cordon spermatique et autorise une bien meilleure extériorisation du cordon testiculaire. D'ailleurs, les techniques de type fermé et semi fermé sont indiquées lors de pathologies qui impliquent la tunique vaginale comme les néoplasies ou les orchites (Schumacher J. 1999).

- **La castration inguinale, une méthode plus sûre ?**

La castration du cheval anesthésié en décubitus dorsal, qui se fait selon un abord inguinal est une technique plus onéreuse, mais aussi plus rapide et plus sûre pour extraire des testicules normalement descendus et cryptorchides (Sedrish S.A. et Leonard J.M. 2001). Les auteurs rapportent que cette technique (technique fermée par abord inguinal et cicatrisation par première intention du site opératoire), réalisée chez 63 chevaux s'est compliquée dans 6,4% des cas, ce qui constitue une valeur inférieure aux autres méthodes de castration classiquement pratiquées. En l'occurrence, aucun gonflement postopératoire n'a été mis en évidence à la suite de la chirurgie alors qu'elle constitue nous le verrons la complication la plus fréquente des autres méthodes de castration. D'autre part, à la différence des autres techniques, l'incision opératoire est suturée, ce qui participe à la réduction du risque d'infection postopératoire du site chirurgical. Les auteurs rapportent un cas d'hernie inguinale postopératoire, au cours de laquelle la suture cutanée a permis de maintenir les viscères dans un environnement stérile. La péritonite qui fait souvent suite à une exposition des viscères au milieu extérieur contaminé ne s'est pas produite et la chirurgie qui a suivi la correction de la hernie a été favorable au rétablissement du cheval. Notons toutefois que cette méthode de castration, se réalisant en décubitus dorsal, expose le patient à d'éventuelles complications liées à l'anesthésie générale (Freeman D.E. 2003, Mason B.J. et al. 2005).

Nous retiendrons que les techniques de castration du cheval par des méthodes conventionnelles sont très variées et relativement aisées à réaliser. La technique la plus couramment pratiquée par les vétérinaires correspond à la technique ouverte sur le cheval tranquilisé parce qu'il s'agit de la plus rapide et de la moins onéreuse pour le propriétaire. Chaque technique chirurgicale comporte des avantages nous venons de le voir, mais chacune d'elles est également assortie d'inconvénients. Plus grave encore, la technique choisie peut parfois se compliquer, comme nous allons le voir. D'ailleurs, les complications qui sont associées à la castration sont les causes les plus fréquentes de litiges entre le vétérinaire et son client (Wilson J.F. et Quist C.F. 1992).

4. Les inconvénients des techniques de castration conventionnelles

- **Le choix du patient et de l'environnement**

La castration debout peut en effet s'avérer dangereuse pour le chirurgien si le candidat à la chirurgie n'est pas préalablement sélectionné (Schumacher J. 1999). Les étalons à caractère difficile ou qui se sont montré très hostiles lors de l'examen externe devront préférentiellement être castrés sous anesthésie générale. Les mulets et les ânes sont parfois très agiles et peuvent également être difficiles à maîtriser avec une simple contention chimique. Les poneys peuvent être physiquement difficiles à opérer à cause de leur petite taille. Finalement, les étalons dociles, dont la palpation des organes génitaux externes a été aisée sans contention chimique sont les candidats les plus sûrs pour une castration debout (Schumacher J. 1999).

La castration inguinale en décubitus dorsal implique la nécessité d'une structure hospitalière adaptée, par conséquent un surcoût financier, et une mise en stress de l'animal qui se voit placé dans un environnement inconnu (Théry A. 2003).

Même si l'asepsie est maintenue autant que possible, une contamination externe du site chirurgical semble inéluctable lors de castration debout avec cicatrisation du site chirurgical par seconde intention (Railton D. 1999). Lorsque la castration est réalisée chez le client, la disponibilité du personnel peut réellement être un inconvénient. Une personne compétente doit tenir le cheval lorsque la castration est réalisée debout, puis doit observer attentivement le cheval durant la phase postopératoire afin de reconnaître et de gérer au mieux les complications qui peuvent survenir suite à la castration (Railton D. 1999).

- **Un temps de convalescence long** (Schumacher J. 1999)

Le temps de convalescence est un paramètre très souvent évoqué par les propriétaires de chevaux de sport mais surtout de course. Les plaies de castration cicatrisent en trois semaines généralement. L'activité du cheval doit être restreinte au box strict pendant les 24 heures qui suivent l'intervention pour éviter des hémorragies provenant de l'artère testiculaire ou des vaisseaux scrotaux. Puis une marche en main biquotidienne de 30 minutes pendant 8 jours est nécessaire pour favoriser le drainage des exsudats de la plaie opératoire. A ce stade, un paddock en herbe représente l'environnement idéal pour le cheval, il y restera une semaine avant de recommencer un travail modéré (Schumacher J. 1999). Le cheval peut reprendre une activité normale entre un et deux mois suivant l'intervention chirurgicale. Durant la phase postopératoire, les soins apportés au cheval sont relativement lourds pour le propriétaire lorsque la plaie scrotale est laissée ouverte à l'issue de la chirurgie (Schumacher J. 1999). La région scrotale doit être lavée à grande eau deux fois par jour, si le cheval le permet, afin de maintenir des plaies propres, ouvertes et correctement drainées.

Lorsque le cheval a été castré sous anesthésie générale suivant un abord inguinal, la convalescence est accélérée par une cicatrisation plus rapide. En l'absence de complication, le cheval peut reprendre un exercice modéré 7 à 10 jours après l'intervention (Adams S.B. et al. 2000). Deux semaines après la castration, le cheval peut reprendre une activité normale (Adams S.B. et al. 2000).

5. Les complications inhérentes à la castration de l'étalon par des méthodes conventionnelles

a- Incidence des complications lors de la castration de l'étalon

La castration, aisément classée parmi les chirurgies dites de « convenance », peut se compliquer lors d'anomalies du tractus génital ou encore lorsqu'elle est envisagée dans un environnement inadapté (Railton D. 1999). Les complications associées à la castration vont du trouble bénin peu limitant, comme le gonflement postopératoire du site chirurgical à la situation gravissime qui met le cheval en danger de mort, comme l'hémorragie sévère ou l'éventration post-chirurgicale. Lors de castration sous anesthésie générale, la mort du cheval est également possible. Toutes les complications associées à la castration présentent un risque plus ou moins variable en fonction de la technique chirurgicale envisagée. Le propriétaire doit être conscient de toutes les complications inhérentes à la castration du cheval, du risque anesthésique si le choix en a été fait, afin que le praticien remplisse son devoir d'information dans le cadre du contrat de soin.

L'étude menée par Moll H.D. en 1995 sur les 23 229 castrations avait pour but premier de dresser une enquête rétrospective sur les méthodes de castration et les complications rencontrées au cours de leur réalisation (Tableau 3).

Technique de castration	Testicule et cordon découverts	Testicule et cordon couverts	Testicule couvert – cordon découvert
Nb de praticiens utilisant la technique	240	81	231
Nb total de castrations	9393	2519	11038
Nb de cas d'hémorragie sévère	184 (1.96%)	44 (1.75%)	332 (3%)
Nb de cas d'œdème scrotal sévère	2545 (27.1%)	554 (22.0%)	3256 (29.5%)
Nb de cas d'infection	304 (3.24%)	55 (2.2%)	432 (3.91%)

Tableau 3 : Technique chirurgicale employée et complications rencontrées par 560 praticiens équiens membres de l'A.A.E.P. en 1995. (D'après Moll H.D. et al. 1995)

Au cours de la réalisation de la technique de castration la plus communément pratiquée, donc lors de castration ouverte avec cicatrisation par seconde intention de la plaie opératoire, il serait prévisible de s'attendre à un taux d'infections postopératoires plus élevé puisque la tunique vaginale est ouverte ; or dans cette étude la fréquence des infections s'est avérée plus importante lors de castration à testicule couvert et cordon découvert. Cette dernière technique a également mis en évidence une prévalence d'œdème et d'hémorragie plus importante que lors d'une technique ouverte ou fermée. Les diverses complications qui ont suivies les 23 229 castrations sont reportées dans le tableau suivant (Tableau 4).

Complication postopératoire	Nombre de cas	Pourcentage
Œdème scrotal intense	6400	27.6 %
Infection	796	3.43 %
Syndrome fébrile	595	2.56 %
Hémorragie sévère	566	2.44 %
Boiterie	272	1.17 %
Hydrocoele	61	0.26 %
Eventration	47	0.20 %
Péritonite septique	5	0.02 %
Mort anesthésique	4	0.02 %
Paralysie pénienne	1	0.004 %

Tableau 4 : Nombre total de complications reportées lors de 23 229 castrations réalisées par 560 praticiens membres de l'A.A.E.P. aux Etats-Unis en 1995. (D'après Moll H.D. et al. 1995)

La complication la plus fréquemment rapportée demeure le gonflement sévère du site chirurgical qui a été observé dans 27,6% des castrations réalisées. Rappelons que cette étude est rétrospective, ce qui signifie que les résultats doivent être considérés comme descriptifs.

Lors de l'étude prospective menée par Mason B.J. et al. (2005), deux lots d'étalons pur-sang de 2 à 8 ans ont été castrés selon deux différentes techniques. Le groupe 1,

comprenant 121 étalons, est castré debout, à testicule et cordon découverts avec une cicatrisation par deuxième intention de la plaie scrotale. Le groupe 2, comprenant 96 chevaux, est castré dans une structure hospitalière, sous anesthésie générale et en décubitus dorsal avec une suture de la plaie scrotale à la fin de la chirurgie.

Le groupe 1 a présenté des complications post-opératoires dans 22% des cas mais aucun cheval n'est mort.

La prévalence des complications dans le groupe 2 fut de 6% seulement, mais par contre le taux de mortalité s'est élevé à 1%. Parmi les complications identifiées, l'œdème scrotal, l'infection scrotale, l'hémorragie, la diarrhée postopératoire ou encore le décès de l'animal ont été rapportés. La répartition des complications dans les deux groupes est indiquée dans le tableau suivant (Tableau 5).

Complication	Groupe 1		Groupe 2	
	Nombre	%	Nombre	%
Infection scrotale	25	20.7	2	2.1
Hémorragie sévère	2	1.7	1	1.0
Diarrhée	0	-	2	2.1
Mort	0	-	1	1.0
Eventration	0	-	0	-
Péritonite septique	0	-	0	-
Total	27	22.3	6	6.3

Tableau 5 : Incidence des complications postopératoire dans le Groupe 1 (castration debout, non suturée, n = 121) et dans le Groupe 2 (Castration en décubitus dorsal, suturée, n = 96) (D'après Mason B.J. et al. 2005)

Après ces quelques données descriptives, nous allons détailler les complications fréquentes ou rares qui surviennent après la castration du cheval, à plus ou moins long terme. Alors que nous passerons rapidement sur l'aspect thérapeutique de ces complications, nous nous pencherons plus sur les signes cliniques observés, sur les causes prédisposantes et enfin sur le pronostic de ces complications. La connaissance de ces complications ainsi que leur gestion est fondamentale pour le vétérinaire praticien, car ce dernier devra les expliquer au propriétaire ou encore modifier sa stratégie chirurgicale dès lors qu'il le juge nécessaire.

Les complications associées à la castration peuvent se produire pendant, immédiatement après l'intervention, dans les jours voire dans les mois qui suivent la chirurgie.

b- Complications à court terme

- **L'hémorragie** (Hunt R.J. 1991 ; Railton D. 1999)

- Signes cliniques

Il s'agit de la complication grave la plus fréquente lors de castration à testicule et cordon découverts. Elle peut intervenir pendant, juste après ou plusieurs jours après la castration. Le saignement est souvent bénin, il provient essentiellement de petits vaisseaux sous-cutanés, et se limite à un « goutte à goutte » qui s'arrête spontanément en quelques minutes (Railton D. 1999). Mais lorsque l'artère testiculaire est concernée, le long du cordon spermatique, un saignement abondant et continu peut persister pendant plusieurs heures, pouvant être à l'origine d'un choc hémorragique voire même de la mort de l'animal. Un saignement sévère peut provenir aussi de la veine honteuse externe si cette dernière est lésée par inadvertance au cours de la chirurgie (Railton D. 1999). Rarement, le cordon spermatique peut remonter jusque dans l'abdomen et être à l'origine d'une hémorragie interne, cette dernière situation constituant un événement gravissime pour l'animal parce que très difficile à diagnostiquer (Hunt R.J. 1991). En effet, aucun signe clinique n'est visible pendant la phase postopératoire immédiate. Le premier signe physique qui apparaît est l'hyperpnée, suivi de l'évolution d'autres paramètres d'hypovolémie comme la fréquence cardiaque qui augmente ou encore la pâleur des muqueuses (Hunt R.J. 1991).

- Causes prédisposantes

Lorsque la castration a été réalisée sous anesthésie générale, le lever du cheval correspond à un moment critique car la pression artérielle augmente de façon très significative et peut alors entraîner la rupture de petites artères ou la réouverture de l'artère testiculaire, à l'origine d'hémorragies plus graves nécessitant une intervention immédiate.

Le plus souvent, un tel saignement est causé par une mauvaise hémostase lors de l'émasculature du cordon testiculaire (Railton D. 1999, Schumacher J. 1996, Hunt R.J. 1991). Le choix de la pince à castrer, le temps d'application et le positionnement de la pince sont fondamentaux.

Il existe plusieurs types d'émasculateurs, dont certains d'entre eux ont des mors tranchants : l'émasculateur de Reimer a une fonction écrasante et tranchante alors que l'émasculateur de Serra peut seulement écraser (Figure 23 B et C).

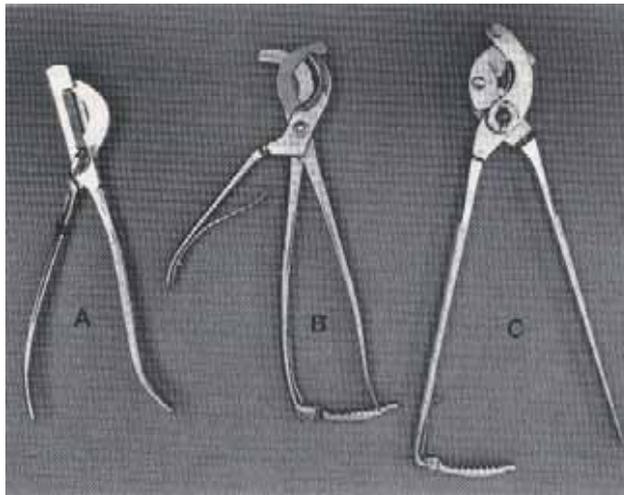


Figure 23 : Emasculateurs couramment utilisés pour la castration des équidés :
 A - White amélioré, B – Reimer, C - Serra
 (D'après Blanchard T.L. et Varner D.D. 1998)

Lors de l'étude menée par Moll H.D. et al. en 1995, l'incidence d'hémorragie sévère était de 1,76% lorsque l'émasculation était réalisée à l'aide d'une pince de type Serra alors qu'elle s'élevait à 2,44% avec une pince de type Reimer. Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre la pince Serra et White quant aux hémorragies postopératoires alors qu'une différence significative a été établie entre la pince Serra et Reimer. L'explication de cette constatation n'a par contre pas été établie.

Un temps d'application insuffisant de l'émascuteur peut être une autre cause d'hémorragie sévère (Railton D. 1999).

- Mesures préventives

Les mors de la pince à castrer doivent rester en place au moins deux minutes pour assurer une hémostase satisfaisante (Railton D. 1999).

La pince à castrer doit être positionnée perpendiculairement au cordon testiculaire, en prenant garde qu'aucune autre structure que le cordon ne soit présente entre les mors de l'émascuteur (Railton D. 1999). D'ailleurs, certains auteurs rapportent que les hémorragies sévères se produisent plutôt après les techniques fermées ou semi-fermées, car la présence de structures supplémentaires entre les mors de la pince (tunique vaginale et muscle crémaster) affaiblirait la force écrasante de l'émascuteur (Schumacher J. 1996).

Une alternative consiste à séparer le cordon en deux portions, l'une concernant la tunique vaginale et le muscle crémaster, l'autre isolant les structures vasculaires testiculaires et le conduit déférent (Schumacher J. 1996) (Figure 24).

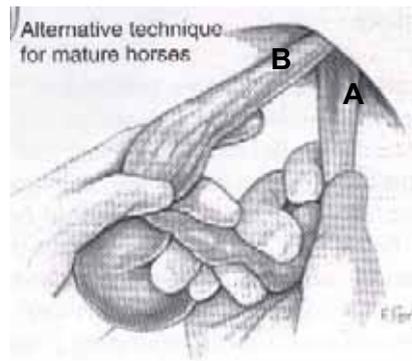


Figure 24 : Schéma montrant l'émasculat ion séparée du cordon. A- Tunique vaginale et muscle crémaster ; B- Cordon vasculaire et conduit déférent.
(D'après Adams S.B. et Fessler J.F. 2000)

Chaque portion du cordon testiculaire est alors émasculée et sectionnée isolément. D'ailleurs, Hunt R.J. (1991) stipule que cette méthode devrait être réalisée systématiquement sur les étalons matures de plus de 2 ans d'âge car ceux-ci présentent des cordons spermatiques larges qui diminuent bien souvent l'efficacité de l'émasculat ion.

Une autre méthode préventive contre les hémorragies postopératoires consiste à placer une ligature transfixiante autour du cordon spermatique couvert ou pas par la tunique vaginale (Hunt R.J. 1991). Dans ce cas là, l'auteur indique que la ligature doit être placée le plus proximale ment possible au site d'émasculat ion et que le matériel de suture doit faire appel à un fil synthétique résorbable de type monofilament (Figure 25). Nous verrons par la suite que cette ligature peut aussi être à l'origine d'autres complications de nature septique.

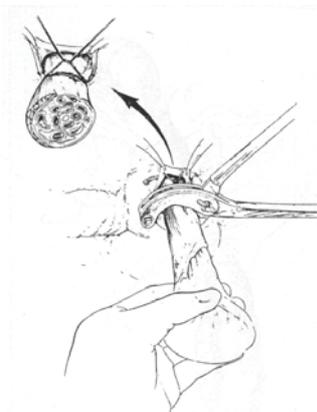


Figure 25 : Schéma illustrant le placement perpendiculaire de l'émasculat eur sur le cordon testiculaire et la disposition d'une ligature transfixiante proximale ment au site d'émasculat ion.
(D'après Hunt R.J. 1991)

- Pronostic

Le plus souvent, les hémorragies postopératoires qui font suite à la castration sont bénignes, mais elles peuvent dans certains cas être sévères (artère testiculaire, artère honteuse externe) et mettre par conséquent l'animal en danger de mort (Railton D. 1999). Une chose est sûre, une telle situation nécessite une intervention d'urgence dont la première étape consiste à localiser la source du saignement.

- **L'éviscération**

- Signes cliniques

L'éviscération correspond au passage d'anses intestinales vers l'extérieur à travers l'incision scrotale. Elle peut se produire juste après jusqu'à une semaine après l'intervention. Lorsqu'une hernie est observée après la castration, dans 67 % des cas il s'agit du petit intestin alors que dans 33 % des cas, c'est l'omentum qui est impliqué (Hunt R.J. 1991) (Figure 26).



Figure 26 : Illustration d'une éviscération de petit intestin (gauche) et de l'omentum (droite) à travers l'anneau inguinal interne et la plaie scrotale.

(Gauche : D'après Adams S.B. et Fessler J.F. 2000 ; droite : d'après Schumacher J. 1996)

- Causes prédisposantes

Une récente étude a été menée de 1998 à 2000 (Shoemaker R. et al. 2004) afin d'évaluer la prévalence de l'éviscération et de la hernie omentale lors de castration au champs, en comparant l'incidence de ces dernières lors de techniques « ouverte » et « fermée ». Cinq cent soixante huit poulains, âgés de 4 à 5 mois, ont été castrés sous anesthésie générale, dans un pré, selon les deux techniques chirurgicales avec cicatrisation par seconde intention de la plaie scrotale. Les auteurs rapportent qu'il n'y a pas eu de différence significative entre les techniques « ouverte » et « fermée » en ce qui concerne l'incidence des éviscérations ou des hernies omentales. Le prolapsus de l'omentum à travers la plaie scrotale s'est produit chez 16 poulains soit lors de 2.8% des castrations. L'éviscération du petit intestin s'est produite chez 27 poulains, soit dans 4.8% des cas. D'autre part, 12.2% des poulains qui

ont développé une éventration ou une hernie omentale après la castration présentait une hernie inguinale préexistante lors de l'examen clinique préopératoire. Il semble donc que la préexistence d'hernie inguinale subclinique accroisse le risque d'herniation postopératoire. Encore une fois, le lever qui suit la castration réalisée sous anesthésie générale est un moment critique et même un facteur prédisposant qui va favoriser le passage d'anses intestinales dans le trajet inguinal à cause de l'augmentation de la pression abdominale.

Quelque soit la méthode de castration envisagée, la section directe ou indirecte du ligament de la queue de l'épididyme favorise la remontée du cordon testiculaire en position abdominale lorsqu'il est coupé. Le canal vaginal n'est pas oblitéré par le moignon de cordon testiculaire, et présente au contraire un espace qui peut prédisposer le patient à une hernie inguinale postopératoire.

- Mesures préventives

La castration à testicule découvert sans section du ligament de la queue de l'épididyme peut constituer une mesure de prévention des hernies postopératoires. Le ligament de la queue de l'épididyme, toujours en place, maintient le cordon testiculaire proche de la plaie de castration, empêche sa remontée abdominale et par là même le passage de viscères à travers la plaie opératoire. Nous verrons cependant que cette alternative chirurgicale implique d'autres complications de nature septique.

Les patients prédisposés aux hernies inguinales (chevaux âgés) doivent faire l'objet d'une palpation transrectale dans le cadre de l'examen préopératoire (Schumacher J. 1996).

Certains auteurs (Hunt R.J. 1991, Schumacher J. 1996) proposent de placer des compresses dans le canal inguinal à l'issue de la chirurgie, mais indiquent qu'il s'agit d'une mesure préventive peu avantageuse. Des palpations transrectales régulières devront être effectuées afin de vérifier qu'il n'y a pas de protrusion des compresses dans la cavité abdominale. Lorsque les compresses sont retirées, soit 24 à 48 heures après leur mise en place, l'anneau vaginal doit être examiné afin d'exclure la présence d'adhérences entre les viscères et les compresses.

Les techniques que nous venons de décrire sont des mesures préventives. Malheureusement, aucune d'entre elles ne peut réellement empêcher l'occurrence des hernies inguinales postopératoires (Schumacher J. 1996).

- Pronostic

La protrusion de l'intestin grêle à travers le canal inguinal et la plaie ouverte scrotale constitue sans aucun doute la situation la plus grave et la plus critique après une castration (Hunt R.J. 1991). La correction chirurgicale d'urgence des cas d'éviscération postopératoire observée chez les foals de l'étude menée par Shoemaker R. et al. (2004) s'est accompagnée d'un succès chirurgical dans 72,2% des cas.

- **Les complications pénienues**

- Signes cliniques

Les complications pénienues incluent le priapisme, la paralysie pénienne, l'œdème pénien ou bien encore des traumatismes iatrogènes (Hunt R.J. 1991).

- Causes prédisposantes

Lorsque la contention du cheval n'est pas suffisante ou lorsque le chirurgien est inexpérimenté, une incision du corps caverneux du pénis ou de l'urètre peut engendrer un traumatisme pénien (Hunt R.J. 1991).

L'utilisation de tranquillisants comme les phénotiaziques (par exemple l'acépromazine) a longtemps été mis en cause lors de paralysie pénienne mais aussi lors de priapisme (Pearson H. et al. 1978). La paralysie pénienne se produit en fait lors de perte du tonus musculaire du muscle rétracteur du pénis, ce dernier étant innervé exclusivement par des fibres α -adrénergiques (Hunt R.J. 1991). Lorsque le cheval reçoit des molécules antagonistes du système α -adrénergique, comme l'acépromazine, il se produit un prolapsus du pénis, qui peut évoluer en œdème pénien si le prolapsus dure. Il semble que l'œdème pénien puisse également se produire suite à l'infection du site chirurgical (Hunt R.J. 1991). Lorsque la paralysie pénienne dure trop longtemps, il en résulte un dommage irréversible des cellules musculaires lisses, du muscle rétracteur du pénis ou des nerfs honteux (Hunt R.J. 1991).

- Mesures préventives

La meilleure mesure préventive correspond à une bonne connaissance des structures anatomiques de la région inguinale et des techniques chirurgicales de castration. Il est également important d'exclure les antagonistes α -adrénergique comme l'acépromazine des protocoles préanesthésiques qui précèdent la castration (Schumacher J. 1996).

- Pronostic (Hunt R.J. 1991)

Le pronostic des complications péniennes, dont la prévalence est rare, est relativement variable en fonction de leur durée et de leur sévérité. Habituellement, les complications qui entraînent des dommages péniens ne mettent pas le cheval en danger de mort, cependant leur gestion est parfois difficile. Si les traitements aboutissent à un échec, le recours à l'amputation du pénis doit être envisagé.

c- Complications à moyen terme

Il s'agit des complications qui se produisent dans les semaines qui suivent l'intervention chirurgicale.

- **L'œdème préputial et scrotal**

- Signes cliniques

Le gonflement du site chirurgical est normal après une castration et n'est souvent pas considéré comme une complication postopératoire (Hunt R.J. 1991). Il dure généralement entre trois et six jours après la chirurgie et il doit être réduit de façon significative dans les 9 jours qui suivent la castration. Cependant, l'œdème excessif scrotal ou préputial qui suit la chirurgie est anormal, et est la complication postopératoire la plus rapportée par les praticiens (Moll H.D. et al. 1995).

- Causes prédisposantes

Le gonflement excessif du site chirurgical est typiquement en rapport avec un drainage insuffisant de la plaie scrotale, ou avec un exercice postopératoire inadapté lors de castration avec cicatrisation par seconde intention de la plaie scrotale (Hunt R.J. 1991). En effet, l'auteur rapporte que ces conditions autorisent la stase sanguine et un drainage lymphatique pauvre du site chirurgical. De plus, les traumatismes peropératoires ou encore le contact entre les tissus et le milieu environnant prédisposent le site chirurgical à un œdème intense. Parfois, des caillots sanguins ou bien le gonflement peuvent réduire le drainage des tissus scrotaux et alimenter alors la source du problème (Hunt R.J. 1991).

L'infection du site chirurgical constitue la cause prédisposante par excellence des œdèmes postopératoires (Schumacher J. 1996). Les techniques de castration ouvertes favorisent le contact entre la plaie opératoire et le milieu extérieur contaminé puisque les incisions scrotales ne sont pas suturées ; elles prédisposent donc les chevaux aux œdèmes scrotaux postopératoires (Schumacher J. 1996). Enfin, l'auteur rapporte que les sujets présentant une hernie inguinale chronique de nature omentale sont prédisposés aux œdèmes scrotaux chroniques.

- Mesures préventives

Il semble que les techniques de castration qui visent à suturer les incisions scrotale ou inguinale du site chirurgical diminuent le risque d'œdème et de gonflement du site chirurgical durant la phase postopératoire (Schumacher J. 1996, Sedrish S.A. et Leonard J.M. 2001).

Lorsque la castration vise à laisser la plaie scrotale cicatriser par seconde intention, les incisions scrotales doivent être réalisées le plus ventralement possible, et le chirurgien ne doit pas hésiter à réséquer une partie de la face ventrale du scrotum : de cette façon, le drainage du site opératoire est facilité et le gonflement postopératoire du site chirurgical diminué (Schumacher J. 1996) (Figure 27).

Rappelons que le gonflement excessif postopératoire du site chirurgical peut être prévenu grâce à une hydrothérapie biquotidienne et à un exercice contrôlé repris dès le lendemain de la castration (Schumacher J. 1999).

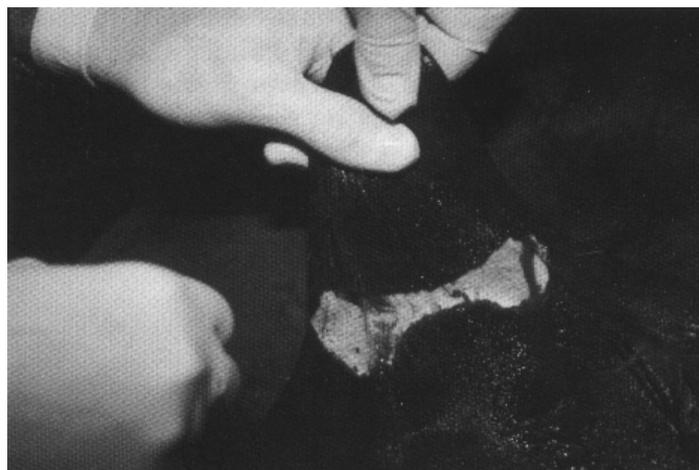


Figure 27 : Photo montrant la résection d'une partie du bord ventral du scrotum.
(D'après Schumacher J. 1996)

-Pronostic

L'œdème excessif du site chirurgical n'est jamais grave, mais il entraîne souvent un inconfort pour le cheval que le propriétaire n'apprécie guère (Railton D. 1999). Dans les cas les plus graves, l'œdème préputial peut se compliquer par un phymosis, un paraphymosis, une infection du site chirurgical ou encore par une difficulté à uriner (Hunt R.J. 1991).

- **La funiculite septique distale ou « champignon de castration »**

- Signes cliniques

Le « champignon de castration » est une infection postopératoire, d'apparition tardive, rare, de la partie la plus distale du cordon testiculaire et habituellement associée à *Streptococcus zooepidermicus* (Railton D. 1999). L'extrémité du cordon testiculaire présente des foyers de tissu de granulation, un gonflement localisé, un aspect purulent et une induration marquée alors qu'il fait protrusion à travers la plaie chirurgicale. Les signes cliniques apparaissent classiquement entre la première et la deuxième semaine qui suivent la castration (Railton D. 1999).

- Causes prédisposantes

La funiculite septique distale serait due à la multiplication de bactéries pyogènes sur les fils de suture servant à la ligature transfixiante du cordon testiculaire. Elle jouerait en effet un rôle de support favorable à la multiplication de ces germes (Railton D. 1999). Lorsque le chirurgien décide de poser une ligature transfixiante comme mesure préventive de l'hémorragie postopératoire, par exemple, il doit être conscient qu'il augmente en même temps le risque d'infection chronique postopératoire (Hunt R.J. 1991).

La funiculite septique distale se produirait d'autant plus souvent que le moignon de cordon testiculaire est situé proche de la plaie de castration (Railton D ; 1999). La proximité du moignon avec le milieu extérieur contaminé augmente les risques d'infection locale. Le défaut de section du ligament de la queue de l'épididyme lors de castration à testicule découvert, alors qu'il réduit le risque d'éventration postopératoire, favorise l'incidence du « champignon de castration ».

- Mesures préventives

Le matériel de suture très réactionnel comme le catgut doit être prohibé, le chirurgien préférera plutôt le matériel de suture vu plus haut (Hunt R.J. 1991).

- Pronostic

S'il n'est pas traité, le champignon de castration peut évoluer en funiculite septique vraie et avoir des conséquences graves sur l'état de santé du cheval (Railton D. 1999).

- **La péritonite septique**

- Signes cliniques

La plupart des chevaux développent de façon subclinique une péritonite aseptique à la suite d'une castration (Schumacher et al. 1988). Cette dernière n'est pas grave et se résout la plupart du temps spontanément puisqu'aucun signe clinique n'est observé. La péritonite septique vraie est en revanche rare après une castration, mais lorsqu'elle se produit, sa définition clinique devient évidente aux yeux du praticien en quelques jours seulement (Hunt R.J. 1991). La suspicion clinique est lancée lorsque le cheval présente un syndrome fébrile persistant ou encore des coliques sourdes et irrégulières en intensité et en durée. La paracentèse abdominale permet de confirmer le diagnostic lorsque le nombre de globules blancs est augmenté dans le liquide abdominal ou encore lorsqu'on observe des images de neutrophiles dégénérés ou de phagocytose de bactéries à la cytologie (Hunt R.J. 1991).

- Causes prédisposantes

La cavité vaginale et la cavité péritonéale communiquent par l'intermédiaire du canal inguinal (Schumacher J. et al. 1988). Au cours de la période postopératoire précoce, l'infection de la plaie scrotale demeure toujours localisée, cependant l'infection peut migrer en région abdominale par l'intermédiaire du moignon spermatique et être à l'origine d'une péritonite septique ou d'une septicémie (Hunt R.J. 1991).

Il semblerait qu'une hémorragie intra abdominale faisant suite à la castration puisse être à l'origine d'une inflammation péritonéale, à cause du contact du sang contre la paroi abdominale (Schumacher J. 1996).

- Mesures préventives

Elles passent par le respect des règles d'asepsie chirurgicale et par une bonne gestion de la plaie scrotale durant la période postopératoire.

- Pronostic

La péritonite septique est une complication rare mais très inquiétante de la castration et dont le pronostic est toujours réservé. Sa gestion met en jeu une thérapeutique antibiotique agressive associée à un drainage de la cavité abdominale, sans pour autant que la guérison soit assurée (Hunt R.J. 1991).

- **La septicémie**

La septicémie est également une complication très rare des castrations, due au passage de bactéries dans le sang. Elle peut faire suite à une péritonite septique ou à une infection de la plaie chirurgicale par certains germes particuliers comme des clostridies. Une septicémie s'accompagne généralement de signes cliniques suraigus de choc et entraîne rapidement la mort de l'animal.

d- Complications tardives

Les complications tardives de la castration sont celles qui se produisent dans les mois voire les années qui suivent la chirurgie.

- **La funiculite septique vraie**

- Signes cliniques

La funiculite septique vraie correspond à une infection chronique et persistante du cordon spermatique. Souvent, il est difficile de faire la distinction clinique entre un « champignon de castration » et une funiculite septique vraie. Le délai d'apparition des signes cliniques est un bon facteur de différenciation des deux entités pathologiques (Hunt R.J 1991 ; Railton D. 1999). La funiculite septique vraie peut se définir comme une tuméfaction froide non douloureuse de la région scrotale qui n'apparaît pas avant plusieurs mois voire plusieurs années après la castration (Hunt R.J 1991 ; Railton D. 1999). Les auteurs rapportent que l'inconfort induit par cette entité pathologique peut parfois entraîner des attitudes antalgiques comme une abduction ou une extension caudale du membre postérieur, et parfois même une boiterie postérieure. La région scrotale est parfois accompagnée d'une chaleur et d'une douleur locale qui orientent le diagnostic (Hunt R.J 1991 ; Railton D. 1999).

- Causes prédisposantes

La funiculite septique vraie est habituellement due à une infection staphylococcique de faible intensité (Railton D. 1999). Cependant, lors de cicatrisation par deuxième intention de la plaie scrotale, tous les germes de l'environnement du cheval peuvent contaminer le site chirurgical et entraîner une infection secondaire de la plaie (Hunt R.J. 1991 ; Railton D. 1999). Ainsi, les chevaux castrés par des méthodes ouvertes seraient plus prédisposés aux funiculites septiques que lors de techniques de castration fermée ou semi-fermée (Schumacher J. 1996). Cette constatation contredit les données recueillies par Moll H.D. et al. en 1995. Cependant, rappelons que les données rapportées au cours de cette étude ne peuvent être interprétés seulement comme des valeurs descriptives. D'autre part, Railton D. rapporte en 1999 que lorsque l'émasculatation du cordon n'est pas assez proximale, le moignon de cordon peut faire protrusion à travers la plaie scrotale et ainsi favoriser l'infection du site chirurgical.

- Mesures préventives

Afin d'empêcher la protrusion du moignon de cordon à l'issue de la castration, l'émasculatation doit être la plus proximale possible (Railton D. 1999). L'auteur indique aussi que l'émasculatation séparée de la tunique vaginale et du muscle crémaster lors de castration ouverte ou semi-fermée évite la protrusion de la vaginale à travers l'incision scrotale et donc diminue le risque d'infection du cordon (Figure 24).

- Pronostic

La funiculite septique vraie est souvent responsable de conséquences graves sur l'état général du cheval, si bien que la thérapeutique entreprise doit être agressive. Cependant, le pronostic est généralement bon sauf lors d'abcès qui s'étendent dans la région péritonéale ou lors de fibrose régionale marquée (Hunt R.J 1991 ; Railton D. 1999).

- **Les adhérences de castration**

- Signes cliniques

Les adhérences de castration sont souvent impliquées lors de boiterie postérieure du cheval, chronique et souvent d'origine indéterminée. Elles seraient également impliquées lors d'amaigrissement chronique ou lors de contre-performance, elles sont d'ailleurs trop souvent incriminées à tort.

- Causes prédisposantes

Il s'agit d'une complication due à une non remontée du moignon de cordon testiculaire à l'origine d'une fibrose locale.

L'incidence de cette complication postopératoire semble plus importante en cas de castration à testicule découvert sans section du ligament de la queue de l'épididyme. Rappelons que cette méthode empêche la remontée proximale du moignon de cordon testiculaire.

- Pronostic

Le pronostic est bon. Le traitement des adhérences de castration passe par une chirurgie correctrice qui vise à extérioriser puis à re-castrer le cordon testiculaire.

- **L'hydrocèle**

- Signes cliniques

L'hydrocèle correspond à l'accumulation de liquide dans la tunique vaginale. Habituellement, l'accumulation liquidienne est localisée et unilatérale (Railton D. 1999). Cette complication, qui se produit généralement plusieurs semaines à plusieurs mois après la castration, n'entraîne aucun inconfort chez le cheval mais l'animal semble toujours avoir des testicules. L'aspiration à l'aiguille de la zone de gonflement donne un liquide ambré et clair (Hunt R.J. 1991). L'auteur rapporte également que lorsque une pression est appliquée sur la zone oedématisée, le liquide s'engage dans la paroi abdominale.

- Causes prédisposantes

L'hydrocèle serait due à une résection insuffisante de la tunique vaginale (Railton D. 1999). Le gonflement observé est en effet dû à l'accumulation de liquide péritonéal dans la cavité vaginale rémanente (Freeman D.E. 2003). L'incidence est alors plus importante lors de castration à testicule et cordon découverts, puisque l'intégralité de la tunique vaginale est présente à l'issue de la chirurgie (Schumacher J. 1996, Railton D. 1999, Hunt R.J. 1991). Les auteurs affirment d'autre part qu'il semble s'agir de la complication de castration la plus fréquente chez le mulet.

-Mesures préventives

Les mesures préventives passent par une émasculature séparée de la tunique vaginale lors de castration ouverte (Railton D. 1999) (Figure 24). De façon plus générale, la résection de la tunique vaginale doit toujours être suffisante.

-Pronostic

Cette complication est très rare chez le cheval et le pronostic est bon puisqu'il s'agit d'une affection indolore (Hunt R.J. 1991). Cependant, les propriétaires tiennent souvent à sa résolution, qui passe par une correction chirurgicale visant à réséquer la tunique vaginale en excès (Railton D. 1999, Schumacher J. 1996).

- **Persistance du comportement étalon**

-Signes cliniques

La castration n'élimine pas toujours le comportement mâle de l'étalon, qui rappelons-le, est la principale raison qui pousse les propriétaires à castrer leur cheval. Les hongres qui continuent de montrer un tempérament de mâle sont parfois appelés « faux cryptorchides » ou encore les « supposés castrés » (Cox J.E. et al. 1986).

-Causes prédisposantes

Parmi les causes évoquées, une exérèse incomplète du tissu épидидymaire, la présence de tissu testiculaire hétérotopique, la forte production d'androgènes par les glandes surrénales ou encore des facteurs psychiques seraient capables d'induire une persistance du comportement mâle (Schumacher J. 1996). Cependant, aucune des causes précédemment citées n'a scientifiquement été prouvée comme étant une cause valable de persistance du comportement mâle. C'est pourquoi le caractère psychique de l'hongre, ou bien les interactions sociales entre chevaux au sein de la cohorte sont classiquement mises en avant lorsque la situation se produit (Schumacher J. 1996). Rappelons que d'après Line et al. (1985), 20 à 30% des hongres présenteraient une persistance du comportement mâle après la castration. Lorsque l'historique de la castration du cheval est mal connu, la persistance du comportement mâle peut être due à la présence d'un testicule cryptorchide abdominal (Schumacher J. 1996).

- Mesures préventives

Le chirurgien doit veiller à vérifier que l'intégralité des structures sont présentes entre les mors de l'émasculateur afin de retirer l'intégralité des tissus testiculaire et épидидymaire (Railton D. 1999).

- Pronostic

Si elle n'a aucune conséquence sur la santé de l'animal, cette complication peut rendre l'utilisation de l'animal aussi difficile qu'elle l'était avant la castration (Schumacher J. 1996). La persistance du comportement mâle est une complication à part entière et les propriétaires devront en être informés avant la castration de leur cheval. Quelque soit la situation observée, un dosage de testostéronémie basale et après stimulation à l'hCG est indispensable afin de connaître l'origine de la persistance du tempérament mâle (persistance de tissu testiculaire sécrétant ou origine psychique) (Schumacher J. 1996).

Une amputation du moignon de cordon testiculaire a déjà été évoquée afin de corriger le problème (Smith J.A. 1974). Cependant le cordon spermatique ne produit pas d'androgène, et si une baisse de la libido est observée à l'issue de la chirurgie, peut être est-ce simplement à cause du traumatisme chirurgical (Schumacher J. 1996).

Conclusion : La castration ou « chirurgie de convenance » s'accompagne de complications quelque soit la technique chirurgicale employée. Ces complications vont du trouble bénin à la complication gravissime qui met l'animal en danger de mort nous l'avons vu. C'est pour rendre cet acte le plus efficace et le moins délétère possible que depuis le dix-huitième siècle, les chercheurs ont inventé de nouvelles méthodes de stérilisation des équidés. Ces dernières décennies, l'avènement de la laparoscopie a incité les praticiens à appliquer cette nouvelle technique à la castration.

Le but de notre démarche est de recenser dans la bibliographie les données actuelles quant à l'utilisation de la laparoscopie dans le cadre de la castration de l'étalon, en insistant sur ses avantages et ses inconvénients afin de comprendre l'intérêt de notre étude expérimentale.

C- Présentation des principales techniques de castration de l'étalon par laparoscopie

1. Considérations générales à propos de la laparoscopie en pratique équine

La laparoscopie, encore appelée coelioscopie ou péritonéoscopie est une technique endoscopique récemment adaptée à la médecine équine, qui permet d'observer l'intérieur de l'abdomen tout en respectant les parois abdominales (Bouré L. et al. 1996). Grâce à cette technique, on peut, sous observation directe, non seulement inspecter macroscopiquement les organes abdominaux et les surfaces péritonéales (Jonhson G.F. 1992), mais aussi réaliser des actes chirurgicaux (Jonhson G.F. et Twedt D.C. 1977 ; Rothuizen J. 1985).

Depuis 1990, l'utilisation de la laparoscopie en pratique équine s'est développée et des procédures chirurgicales sous contrôle laparoscopique ont été décrites tant sous sédation que sous anesthésie générale (Fischer A.T. 1990, Galuppo L.D. et al. 1995, Wilson D.G. et al. 1996b, Gluntz X. et al. 1997a, Fischer A.T. et al. 1998).

La cryptorchidectomie est l'une des deux applications laparoscopiques les plus documentées chez le cheval avec l'ovariectomie (Bouré L. et al. 1996). En effet, les chevaux présentés à la consultation avec une histoire de castration mal connue, ou bien qui n'ont pas de testicules palpables, ou encore un comportement mâle anormalement présent sont les meilleurs candidats à une exploration laparoscopique de la région inguinale.

Lorsque le patient présente une cryptorchidie unilatérale, le chirurgien doit ensuite traiter le testicule normalement descendu et controlatéral. Cette situation est d'ailleurs la plus communément rencontrée puisque seulement 20% des cryptorchidies abdominales sont bilatérales (Wilson D.G. et al. 1996a). Le traitement du testicule controlatéral du cheval debout a été un sujet de questionnement pour les chirurgiens qui disposent d'une série de procédures chirurgicales. La castration par abord scrotal demeure la technique de castration la plus pratiquée de nos jours, elle est réalisée souvent le même jour que la chirurgie laparoscopique (Trumble T.N. et al. 2000 ; Hanrath M. et al. 2002 ; Davis E.W. 1997). Cependant, nous verrons qu'il existe également des méthodes de castration du testicule controlatéral par laparoscopie.

Le but de notre travail est de dresser un aperçu des techniques laparoscopiques de castration du cheval, de leur efficacité, de leurs avantages et de leurs inconvénients. Même si toutes les mesures préopératoires de la castration déjà décrites s'appliquent à la laparoscopie, certaines

plus spécifiques de la technique chirurgicale seront détaillées. Avant de parler des techniques de castration laparoscopiques qui intéressent notre étude, nous documenterons les méthodes de cryptorchidectomie laparoscopiques décrites dans la littérature car la plupart des enseignements sont applicables à la castration des testicules normalement descendus.

2. Les démarches préopératoires spécifiques de la technique laparoscopique

(Trumble T.N. et al. 2000)

a- La diète préopératoire

Le jeûne préopératoire a été évoqué comme indispensable dans la littérature par beaucoup d'auteurs, parce qu'il diminuerait le péristaltisme intestinal et qu'il permettrait au colon et au caecum de se vider (Fischer A.T. Jr. et al. 1992). Il en résulterait une meilleure visualisation des structures anatomiques observées. Fischer A.T. Jr. et al. (1986) rapporte également que le jeûne permettrait de réduire le risque de lésion iatrogène des organes lors de l'insertion des trocarts.

Une seule étude visant à évaluer l'utilité de la diète préopératoire a été décrite dans la bibliographie. Menée par Davis E.W. (1997), onze chevaux ont été opérés debout par laparoscopie (insertion du laparoscope par le flanc), afin de retirer un testicule abdominal. Sur les onze chevaux, 4 chevaux ont été mis à jeun 12 à 18 heures avant la chirurgie alors que les 7 autres ont été alimentés normalement durant la période préopératoire. L'auteur rapporte que la visualisation de l'espace inguinal était excellente, et qu'il n'a noté aucune différence de visualisation entre les chevaux qui ont été nourris avant la chirurgie et ceux qui ont été soumis à une diète préopératoire. Il semble donc que le jeûne qui précède une laparoscopie ne soit pas nécessaire. En réalité, quelques auteurs affirment que la diète préopératoire est utile pour le chirurgien inexpérimenté car elle diminuerait le risque de perforation de viscères lors de l'insertion des trocarts (Trumble T.N. et al. 2000). Même si la diète peut aider le chirurgien, la méthode d'insertion des trocarts reste l'élément déterminant et le seul capable de réduire l'occurrence des complications de ce type.

b- Les protocoles anesthésiques lors de chirurgie laparoscopique

La technique laparoscopique peut être réalisée sur le cheval debout sous sédation poussée ou sur le cheval couché sous anesthésie générale.

• Tranquillisation du cheval lors de chirurgie laparoscopique debout

Lorsque la laparoscopie est réalisée sur cheval debout, dans un box de contention, un protocole de tranquillisation adapté doit être mis en œuvre afin que le chirurgien réalise avec succès et sûreté la chirurgie. Plusieurs protocoles de sédation sont décrits dans la littérature, le but étant de maintenir le cheval tranquilisé pendant toute la durée de la chirurgie et de réduire la douleur préopératoire.

L'utilisation d' α 2-agonistes comme la xylazine, la romifidine ou la détomidine est efficace pour la sédation du cheval (Duke T. 2001). La xylazine a une durée d'action plus courte (30 - 60 minutes) que la détomidine (60 - 150 minutes) (Duke T. 2001). L'auteur rapporte aussi que l'effet analgésique de ces molécules a une durée d'action équivalente à la moitié de leur durée de tranquillisation. Le cheval peut être tranquilisé avec de la xylazine (0.3 à 0.5 mg/kg par voie intraveineuse) ou de la détomidine (0.02 mg/kg par voie intraveineuse) seuls ou associés à un analgésique comme le sulfate de morphine (300 mg par voie intraveineuse) ou le

butorphanol tartrate (0.01 à 0.02 mg/Kg par voie intraveineuse) (Trumble T.N. et al. 2000). Cependant, ce protocole de sédation nécessite de procéder à d'autres administrations au cours de la chirurgie (Duke T. 2001).

Péroni J.F. et Rondenay Y. décrivent en 2002 un protocole de sédation continue à l'aide de détomidine. Après une dose de charge de 6 µg/kg de détomidine, le cheval reçoit une perfusion continue de détomidine à un débit de 0,8 µg/kg/min pendant les 15 premières minutes de chirurgie. Pour un cheval de 450 kg, ce débit correspond à 12 mg de détomidine placés dans une poche de 250 mL de chlorure de sodium 0,9% et passés à un débit de 2 gouttes par seconde (avec un perfuseur de 15 gouttes par millilitre). Le débit de perfusion est diminué de moitié toutes les 15 minutes au cours de la chirurgie, et doit être modifié en permanence en fonction de l'effet observé. L'analgésie est assurée par une administration en bolus de butorphanol tartrate à la posologie de 0,02 mg/kg.

Afin de rendre les sites d'insertion des canules indolores, une anesthésie locale est réalisée en regard de chacun d'eux à l'aide de 10 à 20 mL lidocaïne 2% ou de mépivacaïne 2%, après laquelle un dernier lavage chirurgical est entrepris (Duke T. 2001, Peroni J.F. et Rondenay Y. 2002). La quantité totale d'anesthésique local appliqué ne doit pas dépasser 250 mL par cheval (Skarda R.T. 1991).

Nous retiendrons que la sédation est fondamentale lorsque la chirurgie laparoscopique se réalise debout, elle assure la sécurité du matériel et du personnel au cours de l'intervention et permet de réduire la douleur peropératoire du cheval. Les protocoles de sédation doivent inclure l'utilisation d'un α 2-agoniste combiné à un opioïde pour augmenter le pouvoir analgésique pendant l'intervention. L'administration de ces molécules peut se faire par bolus ou par perfusion de façon à assurer une administration continue pendant la procédure chirurgicale. Une anesthésie locale des futurs sites d'insertion des canules laparoscopiques est toujours associée à ce protocole de tranquillisation.

- **Anesthésie générale lors de chirurgie laparoscopique couché**

Si la laparoscopie est réalisée sous anesthésie générale en décubitus dorsal, il est nécessaire de placer une sonde endotrachéale après un protocole d'induction anesthésique rigoureux. Le cheval reçoit classiquement de la xylazine (1 mg/kg par voie intraveineuse) en prémédication, puis l'induction est réalisée par l'administration combinée de kétamine hydrochloride (3 mg/kg par voie intraveineuse) et de diazépam (0.05 mg/kg par voie intraveineuse) (Fischer A.T. et al. 1998). Le maintien de l'anesthésie est assuré par un relais gazeux d'halothane et d'oxygène, distribués par un respirateur à pression positive qui délivre les gaz de manière contrôlée (Fischer A.T. et al. 1998).

Dès lors que le pneumopéritoine est établi, les pressions partielles en dioxyde de carbone, en oxygène ainsi que le pH sanguin doivent être contrôlés grâce à un monitoring satisfaisant (Trumble T.N. et al. 2000).

c- Le positionnement du cheval et l'abord chirurgical lors de la laparoscopie

- **Cas de la chirurgie laparoscopique debout**

Lorsque la laparoscopie est effectuée sur un cheval debout sous tranquillisation, le cheval est placé dans un box de contention (Figure 28) et une bande de queue est réalisée, afin qu'elle ne vienne pas contaminer la zone chirurgicale (Trumble T.N. et al. 2000).



Figure 28 : Photo montrant un cheval dans un box de contention au cours d'une chirurgie laparoscopique debout. (D'après Duke T. 2001)

Les deux fosses paralombaires sont tondues et désinfectées de façon chirurgicale (Wilson D.G. 2002). L'abord laparoscopique lors d'une intervention sur le cheval debout se fait toujours de façon bilatérale. Wilson D.G. (2002) conseille de toujours débiter la chirurgie par l'abord de la fosse paralombaire gauche, afin de réduire le risque de perforation du caecum. L'anesthésie locale des futurs sites d'insertion des canules laparoscopiques est réalisée avant le dernier lavage chirurgical et la mise en place du drapping.

L'abord chirurgical est toujours le même quelque soit la technique laparoscopique envisagée, c'est à dire au centre de la fosse paralombaire et au dessus du bord dorsal du muscle oblique interne (Trumble T.N. 2000) (Figure 29).

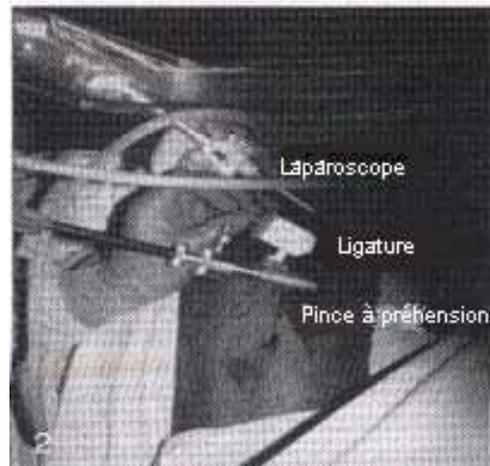
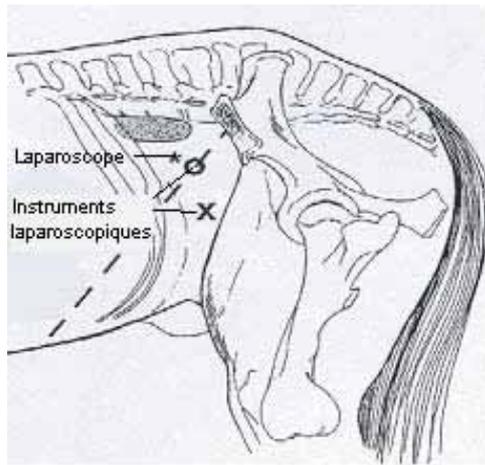


Figure 29 : Approche laparoscopique du flanc gauche sur un cheval debout montrant l'emplacement du laparoscope et des instruments. (D'après Wilson D.G. 2002)

Pour un cheval de 300 à 450 Kg, le site d'insertion du premier trocart est situé 4 centimètres ventralement aux processus transverses des vertèbres lombaires et 3 à 5 centimètres caudalement à la dernière côte, soit au milieu d'un segment reliant le tuber coxae à la dernière côte (Trumble T.N. et al. 2000). Ce premier site servira à l'introduction d'instruments laparoscopiques (pince à préhension par exemple).

D'autres portes d'entrée sont nécessaires afin d'introduire le laparoscope et d'autres instruments dans la cavité abdominale. Ainsi, une incision cutanée est réalisée 6 à 10 centimètres dorso-crânialement au premier site (Trumble T.N. et al. 2000). Ce deuxième site d'entrée, plus dorsal, servira à l'introduction du laparoscope (Figure 29). Enfin, une troisième incision cutanée est réalisée environ 6 à 10 centimètres caudo-ventralement au premier site d'entrée réalisé et servira à l'introduction d'autres instruments laparoscopiques (porte aiguille laparoscopique ou ligature par exemple) (Trumble T.N. et al. 2000).

- **Cas de la chirurgie laparoscopique couché**

La castration laparoscopique de l'étalon sous anesthésie générale se réalise sur le cheval en décubitus dorsal au sein d'un bloc opératoire. La région abdominale est désinfectée de façon chirurgicale parce que l'abord concerne la région ombilicale (Fischer A.T. et al. 1998).

Le cheval est placé dans une position particulière, appelée « position de Trendelenburg », qui consiste à abaisser la tête de 30 degrés par rapport au plan horizontal (Figure 30). Elle permet de déplacer le poids des viscères vers l'avant-main du cheval et donc de mieux voir les structures anatomiques mises en évidence par l'optique (Fischer A.T. et al. 1998).

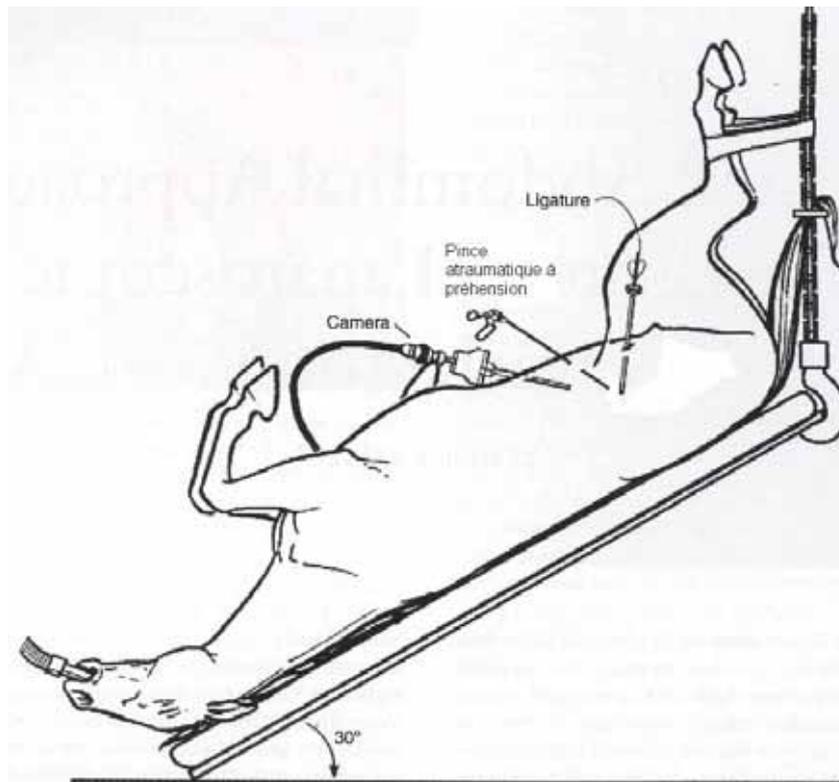


Figure 30 : Schéma d'un cheval en décubitus dorsal et placé dans la position de Trendelenburg (D'après Ragle C.A. 2002)

L'abord chirurgical se fait sur l'ombilic, à l'aide d'une incision de 5 millimètres environ (Fischer A.T. et al. 1998), qui servira à l'introduction du laparoscope. Une autre incision cutanée est réalisée 8 à 10 centimètres crânialement à l'anneau inguinal externe en vue d'introduire un deuxième trocart de 11 millimètres de diamètre qui servira à l'introduction d'un instrument laparoscopique (Fischer A.T. et al. 1998). Un autre site d'insertion d'instruments laparoscopiques peut être réalisé de façon symétrique par rapport à la ligne blanche. La disposition des instruments est rappelée dans la figure 31.

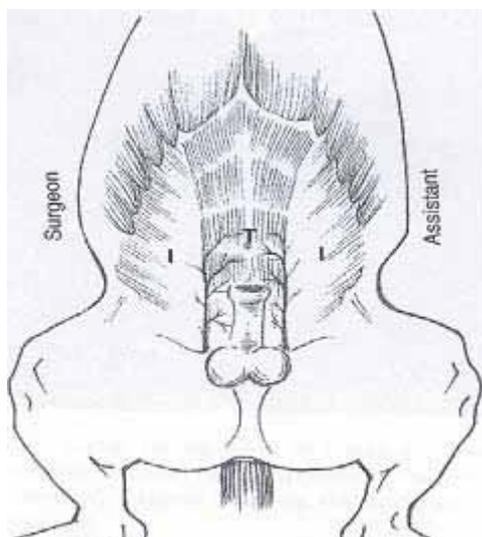


Figure 31 : Schéma d'un cheval en décubitus dorsal montrant les sites d'insertion du laparoscope et des canules. T : Laparoscope ; I : Instruments (D'après Wilson D.G. 2002)

Une fois les sites d'insertion des canules laparoscopiques repérées et les incisions cutanées réalisées, le chirurgien procède à l'introduction des canules laparoscopiques. Cette étape constitue un point clé de la réussite de la chirurgie laparoscopique, car elle est associée à de fréquentes complications que nous décrirons par la suite.

d- La création du pneumopéritoine

Le pneumopéritoine offre l'avantage de distendre l'abdomen et par là même d'écartier la paroi abdominale des viscères abdominaux (Shettko D.L. 2000). Ainsi, il permet de faciliter l'insertion des canules laparoscopiques en diminuant le risque de perforation des structures vitales (Trumble T.N. et al. 2000). La réalisation du pneumopéritoine et l'insertion des canules laparoscopiques constituent les étapes les plus délicates de la chirurgie parce qu'elles sont menées à l'aveugle.

Beaucoup de techniques d'insertion des canules laparoscopiques sont proposées dans la littérature (Bouré L. et al. 1996, Fischer A.T. Jr et al. 1986, Fischer A.T. 1990, Trumble T.N. et al. 2000, Wilson D.G. 2002). Alors que certains chirurgiens préfèrent créer un pneumopéritoine avant l'introduction d'une canule (Wilson D.G. 2002, Trumble T.N. et al. 2000, Hendrickson D.A. et al. 1996, Hendrickson D.A. 2000, Hendrickson D.A. et al. 1997), d'autres préfèrent insérer les canules sans distension préalable de l'abdomen (Fischer A.T. Jr et al. 1986, Gluntz X. et al. 1997a, Galuppo L.D. et al. 1995, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 2002, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999).

Lorsque le pneumopéritoine est réalisé avant l'introduction des canules laparoscopiques, une aiguille de Verres (Bouré L. et al. 1996, Fischer A.T. et al. 1992, Pepe M. et al. 2005, Hanrath M. 2002) peut être introduite dans la cavité abdominale après l'incision cutanée (Figure 42). Cette aiguille de 150 millimètres de long présente un biseau émoussé qui disparaît et qui fait place au stylet interne dès lors que l'aiguille a traversé le péritoine si bien que les viscères abdominaux sont protégés d'un traumatisme iatrogène (Desmaizières L.M. et al. 2003) (Figure 32). La limite de l'utilisation de l'aiguille de Verres est liée au faible débit d'insufflation qu'elle autorise, soit 2 à 3 L/min de gaz (Fischer A.T. Jr 2002). L'utilisation d'une sonde à trayon peut être une alternative à ce problème puisqu'elle présente un plus gros diamètre et permet d'insuffler du gaz à un débit de 6 à 7 L/min (Trumble T.N. et al. 2000, Wilson D.G. et al. 1996a, Fischer A.T. 1997, Fischer A.T. et Vachon A. 1998, Wilson D.G. 2000, Ragle C.A. et al. 1998a, Fischer A.T. Jr 2002).

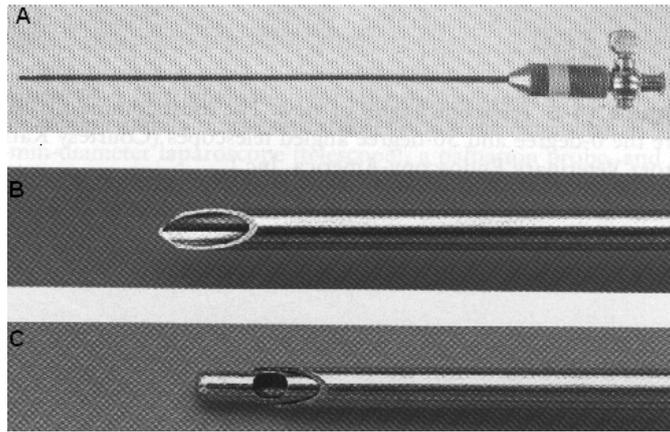


Figure 32 : A- Aiguille de verres ; B- Biseau émoussé qui sert à traverser le péritoine ; C- Stylet interne protecteur exposé dès l'introduction de l'aiguille dans l'abdomen.
(D'après Magne M.L. et Tams T.R. 1999)

L'aiguille de Verres peut être difficile à introduire lorsqu'elle est insérée sur un cheval gras, à cause du faible diamètre de l'aiguille (Desmaizières L.M. et al. 2003, Fischer A.T. Jr 2002). C'est pourquoi un cathéter intra-veineux (120 millimètres de long et 12 gauges) est parfois utilisé pour réaliser le pneumopéritoine (Wilson D.G. 2002, Hendrickson D.A. et al. 1997), ce dernier présentant l'avantage d'avoir un gros diamètre (Figure 33). Cependant son extrémité ne présente pas de système sécurisé si bien que la perforation des structures abdominales peut se produire plus facilement qu'avec l'aiguille de Verres (Desmaizières L.M. et al. 2003). L'ensemble des instruments pouvant servir à réaliser un pneumopéritoine est illustré dans la figure 33.

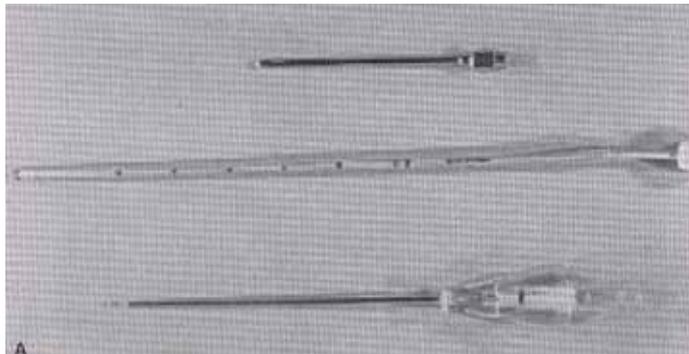


Figure 33 : Illustration du matériel servant à l'obtention d'un pneumopéritoine. Du haut vers le bas : sonde à trayon, cathéter de 2,4 millimètres de diamètre, aiguille de Verres.
(D'après Hendrickson D.A. 2000)

Quelque soit l'aiguille d'insufflation utilisée, la position intra-abdominale de l'aiguille doit être vérifiée. Plusieurs manœuvres peuvent être utilisées par le chirurgien afin de réduire les risques d'insufflations du tissu sous-cutané, des viscères ou de l'espace rétropéritonéal (Shettko D.L. 2000, Fischer A.T. Jr 2002)). Lorsque l'instrument qui sert à réaliser le pneumopéritoine traverse le péritoine, un bruit de sifflement est audible et correspond à l'entrée d'air dans la cavité abdominale (Hendrickson D.A. et Wilson D.G. 1997). Un test à la seringue suivi de l'injection de sérum physiologique peut aussi être réalisé. Le test s'avère

négatif lorsque aucun contenu intestinal ou vasculaire n'est récupéré et quand l'injection de sérum physiologique dans la sphère abdominale est aisée (Figure 34). Une nouvelle aspiration doit être réalisée, et le sérum physiologique ne peut être récupéré si l'aiguille est dans la cavité abdominale. Si au contraire la majorité du sérum physiologique qui avait été injecté est récupérée dans la seringue, c'est que l'aiguille d'insufflation est située dans un espace clos comme l'intestin par exemple (Fischer A.T. Jr 2002). Cette technique est particulièrement bénéfique lorsque la chirurgie laparoscopique se déroule sur un poulain à cause de la petite taille de la cavité abdominale (Bouré L. et al. 1997).



Figure 34 : Photo montrant le test d'aspiration à la seringue qui permet de s'assurer de la position intra-abdominale de l'aiguille d'insufflation. (D'après Freeman L. et Gallagher L.A. 2002)

D'autre part, la pression abdominale doit être contrôlée au cours de l'insufflation. Une fois reliée à la source de gaz, la pression intra-abdominale affichée sur l'insufflateur doit être négative (-1 à -5 mmHg) (Fischer A.T. Jr 2002). Si la pression abdominale augmente de façon anormale au cours de l'insufflation, la position de l'aiguille qui a servi à créer le pneumopéritoine doit être vérifiée (Shettko D.L. 2000). Lorsque l'aiguille d'insufflation est reliée à la source de gaz, la pression intra-abdominale ne doit pas dépasser 5 à 8 mmHg lorsque le premier litre de dioxyde de carbone est insufflé (Fischer A.T. Jr 2002). Si la pression intra-abdominale augmente brutalement, c'est certainement que l'aiguille d'insufflation est placée contre un viscère, ou dans un espace anormal comme l'espace rétropéritonéal et qu'elle est alors bouchée (Fischer A.T. Jr 2002). L'insufflation du dioxyde de carbone doit par ailleurs se faire lentement, en commençant à un débit de 1 litre par minute pour amener progressivement la pression intra-abdominale à une pression de 12 à 15 millimètres de mercure (Shettko D.L. 2000), ce qui nécessite pour un cheval de 450 Kg entre 20 et 40 litres de CO₂ (Bouré L. et al. 1996). Enfin, l'insufflation qui fait suite à l'insertion du trocart doit être symétrique. Si elle se fait de façon asymétrique, il est possible que l'insufflation se fasse au sein d'un organe ou bien dans l'espace rétropéritonéal (Shettko D.L. 2000).

Le gaz d'insufflation utilisé est le dioxyde de carbone parce qu'il s'agit d'un gaz non combustible, soluble dans le sang, et éliminé par les poumons au cours de l'expiration (Fischer A.T. Jr 2002).

e- L'insertion des canules laparoscopiques

Les sites d'insertion des canules laparoscopiques chez le cheval debout et en décubitus dorsal ont été vus plus haut. Les canules laparoscopiques sont introduites dans la cavité abdominale soit après une simple incision cutanée (Hendrickson D.A. et Wilson D.G. 1997, Davis E.W. 1997, Pepe M. et al. 2005, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 2002, Wilson D.G. 2002), soit après dissection mousse de la peau, des muscles obliques externe et interne jusqu'au péritoine, cette dernière technique portant le nom de « open laparoscopie » (Bouré L. et al. 1996, Trumble T.N. et al. 2000). La canule est introduite à travers l'incision directement dans la cavité abdominale par un mouvement lent de pression rotative (Bouré L. et al. 1996, Trumble T.N. et al. 2000). L'insertion de la première canule se réalise généralement à l'aveugle (Wilson D.G. 2002, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 2002, Pepe M. et al. 2005). Quand la laparoscopie se déroule debout, l'orientation de 45 degrés caudo-ventralement de la canule diminue les risques de perforation des viscères (Bouré L. et al. 1996). Lorsque la chirurgie se déroule sous anesthésie générale, une pince à champ est placée sur la ligne blanche de part et d'autre de l'ombilic et un aide soulève l'ombilic pendant que le chirurgien insère l'ensemble trocart-canule (Bouré L. et al. 1996) (Figure 35).



Figure 35 : Photo de l'insertion d'une canule sur un cheval en décubitus dorsal.

(D'après Duke T. 2001)

L'introduction de la première canule laparoscopiques peut également se réaliser sous contrôle visuel, soit avec le laparoscope (Galuppo L.D. et al. 1995, Desmaizières L.M. et al. 2003), soit avec un trocart optique (Desmaizières L.M. et al. 2003, Hendrickson D.A. 2000). La première canule mise en place sert à l'insertion du laparoscope. L'utilisation d'un laparoscope à orientation de 30 degrés permet d'introduire les autres canules laparoscopiques sous contrôle visuel (Wilson D.G. 2002).

L'insufflation est mise en place dès que la première canule est introduite.

Desmaizières L.M. et al. ont mené en 2003 une étude rétrospective sur quarante chevaux visant à comparer 5 méthodes d'insertion de canules laparoscopiques différentes (chirurgie laparoscopique debout).

Après avoir été préparés selon les méthodes vues plus haut pour une laparoscopie debout, les chevaux sont répartis en 5 groupes. Un pneumopéritoine précédent l'insertion de la canule laparoscopique est réalisé dans le groupe 1 et 2 ; à l'aide d'une aiguille de Verres dans le groupe 1 et à l'aide d'un cathéter intra-veineux (120 millimètres et 12 gauges) dans le groupe 2. Dans les groupes 3, 4 et 5, les canules laparoscopiques sont introduites avant l'obtention du pneumopéritoine. Dans le groupe 3, la canule laparoscopique est introduite à l'aveugle, alors que dans le groupe 4 la canule est introduite sous le contrôle visuel d'un laparoscope optique

à vision décalée (introduit jusqu'au deux tiers de la longueur totale de la canule) contenant un canal opérateur dans lequel un trocart est introduit. Enfin, dans le groupe 5 une canule optique (Figure 36) de 100 millimètres de long et 12 millimètres de diamètre contenant un trocart est introduite, encore une fois sans création préalable d'un pneumopéritoine. Le trocart utilisé dans le groupe 5 présente une extrémité transparente, avec une fente verticale à travers laquelle une lame sort après activation manuelle.

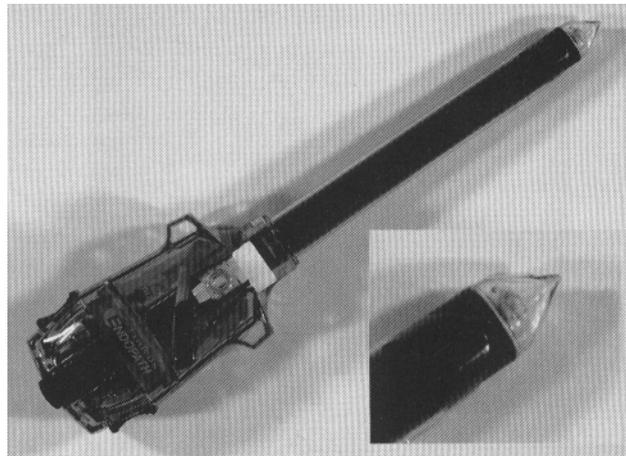


Figure 36 : Photo d'un trocart optique (Optiview, Ethicon endosurgery).
(D'après Hendrickson D.A. 2000)

Ainsi l'insertion des canules est réalisée à l'aveugle chez 26 chevaux (Groupes 1, 2 et 3) et sous contrôle visuel chez 14 chevaux (Groupes 4 et 5). Des complications se sont produites chez 12 chevaux lors des chirurgies laparoscopiques et sont rapportées dans le tableau suivant (Tableau 6).

Complications	Groupe 1 n = 3	Groupe 2 n = 14	Groupe 3 n = 9	Groupe 4 n = 2	Groupe 5 n = 12	Total n = 40
Décollement péritonéal	2	1	3	-	-	6
Traumatisme de la rate	-	1	2	-	1	4
Traumatisme du tractus gastro- intestinal	-	2	-	-	-	2
Total	2	4	5	0	1	12

Tableau 6 : Complications associées à 5 techniques d'insertion de canules laparoscopiques.
(Groupe 1 : Aiguille de Verres ; Groupe 2 : cathéter intra-veineux ; Groupe 3 : trocart laparoscopique ; Groupe 4 : laparoscope optique à vision décalée ; Groupe 5 : trocart optique) (D'après Desmaizières L.M. et al. 2003)

Le décollement péritonéal fut la complication la plus rencontrée au cours de cette étude (6 chevaux). Dans les groupes 1 et 2, il serait du à une insufflation rétropéritonéale du dioxyde de carbone au cours de l'insertion de l'aiguille de Verres ou du cathéter intra-veineux. En revanche, il serait plutôt du à un positionnement rétropéritonéal du trocart dans le groupe 3. Il semble de plus que le décollement péritonéal soit une lésion douloureuse pour le

patient puisque les auteurs rapportent que les 6 chevaux ont montré une douleur abdominale à la suite de la chirurgie. Enfin, la rate a été ponctionnée chez 4 chevaux et le colon chez 2 chevaux. Sur les 12 chevaux qui ont présenté des complications, 11 appartenaient aux groupes 1, 2 et 3 alors qu'une seule complication ne s'est produite dans les groupes 4 et 5 dans lesquels l'insertion des canules a été faite sous contrôle visuel.

Nous retiendrons donc de cette étude que les techniques d'insertion de canules laparoscopiques sous contrôle visuel permettent de réduire les risques de perforation de viscères.

3. Présentation des techniques laparoscopiques de cryptorchidectomie des équidés

Dans la littérature, les auteurs rapportent que la cryptorchidectomie sous contrôle laparoscopique en décubitus dorsal est plus aisée alors que la même intervention debout assure une meilleure visualisation des structures anatomiques comprises dans l'espace inguinal (Fischer A.T. Jr. et al. 1992 ; Wilson D.G. 1989). Nous ne détaillerons pas avec précision toutes les différentes techniques chirurgicales de l'exérèse du testicule cryptorchide. Nous nous contenterons simplement d'en dégager les grands principes car la plupart sont applicables à la castration laparoscopique du testicule normalement descendu.

a- La localisation et la préhension du testicule cryptorchide

Une fois le laparoscope introduit dans l'abdomen du cheval, le chirurgien procède à une exploration de l'espace inguinal (Wilson D.G. 2000). La figure 37 rappelle l'anatomie laparoscopique normale de la région inguinale d'un étalon en décubitus dorsal.

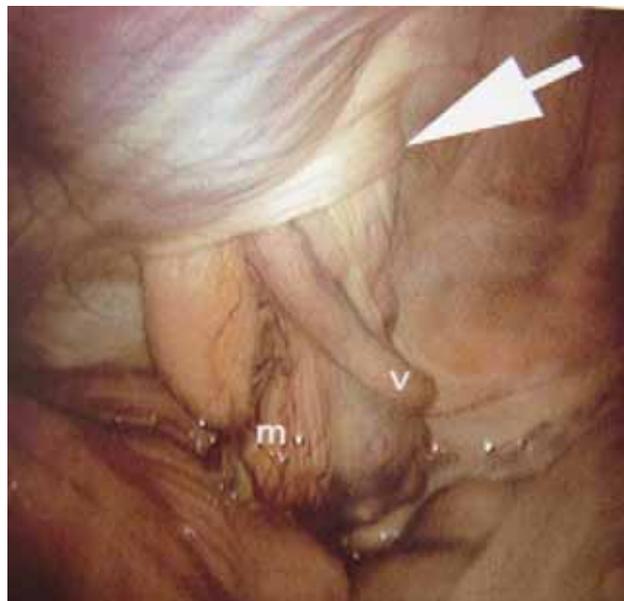


Figure 37 : Vue laparoscopique de la région inguinale normale sur un cheval en décubitus dorsal. *Flèche = anneau inguinal interne ; m = mésorchium ; v = conduit déférent.*
(D'après Wilson D.G. 2002)

- **La gestion de la douleur liée à la manipulation des structures de l'abdomen pelvien lors de chirurgie laparoscopique debout**

La manipulation des éléments anatomiques en région inguinale est douloureuse lorsque le cheval est debout sous sédation poussée. Alors que certains auteurs ne mettent pas en place d'autres moyens analgésiques que le protocole de sédation (Pepe M. et al. 2005), d'autres procèdent à une anesthésie épidurale entre la dernière vertèbre sacrée et la première coccygienne et entre les deux premières vertèbres coccygiennes (Trumble T.N. et al. 2000, Hendrickson D.A. et al. 1997, Wilson D.G. 2002). Les auteurs rapportent que l'anesthésie épidurale participe efficacement à la désensibilisation de l'abdomen caudal avec de la xylazine (0,17 mg/kg dilué dans 10 mL de chlorure de sodium 0,9%) (Wilson D.G. 2002, Trumble T.N. et al. 2000) ; ou bien avec une combinaison de xylazine (0,18 mg/kg) et de lidocaïne 2% (0,22 mg/kg) ou de mépivacaïne 2% (0,18 mg/kg) (Trumble T.N. et al. 2000, Hendrickson D.A. et al. 1997). D'autres auteurs préfèrent utiliser la détomidine pour l'anesthésie épidurale, à une posologie de 40 à 60 µg/kg dilué dans 10 mL de sérum physiologique (Skarda R.T. et Muir W.W. 1994).

Cependant, la technique la plus décrite pour la désensibilisation du cordon testiculaire est l'anesthésie locale du cordon par infiltration de 5 à 10 mL de lidocaïne 2% ou de mépivacaïne 2% dans le mésorchium à l'aide d'une aiguille laparoscopique à injection (Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 2002, Hanrath M. et al. 2002, Bouré. L. et al. 1996, Davis E.W. 1997).

- **La préhension du testicule cryptorchide et son positionnement dans la cavité abdominale**

Une pince atraumatique à préhension type babcock est introduite dans le trocart et va permettre la manipulation des structures dans la région inguinale (Figure 38).

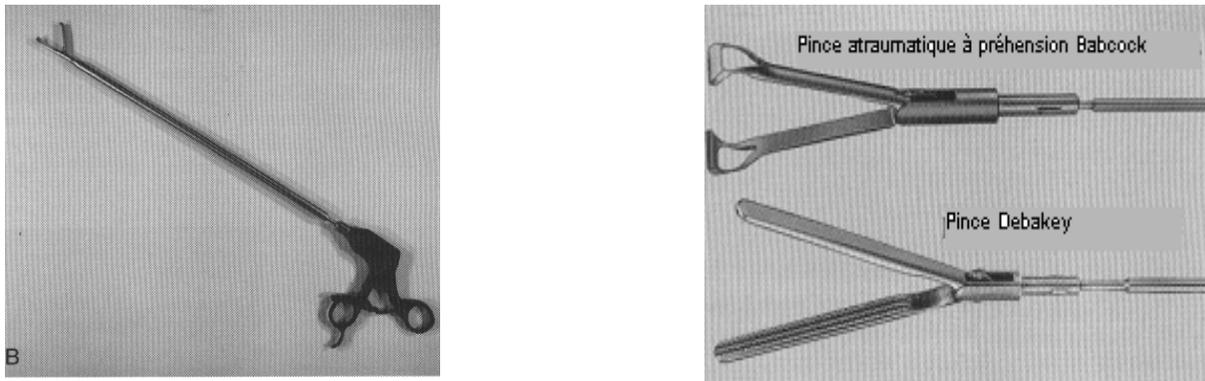


Figure 38 : Photo d'une pince atraumatique réutilisable (photo de gauche) avec ses différentes extrémités (photo de droite). (D'après Hendrickson D.A. 2000)

La localisation du testicule est relativement aisée une fois que le conduit déférent a été observé : rappelons que ce dernier court le long du ligament latéral de la vessie. Le testicule cryptorchide retenu dans l'abdomen est attaché à l'anneau inguinal interne par ses structures ligamentaires (ligament de la queue de l'épididyme et ligament propre du testicule) (Wilson D.G. 2000) (Figure 39).

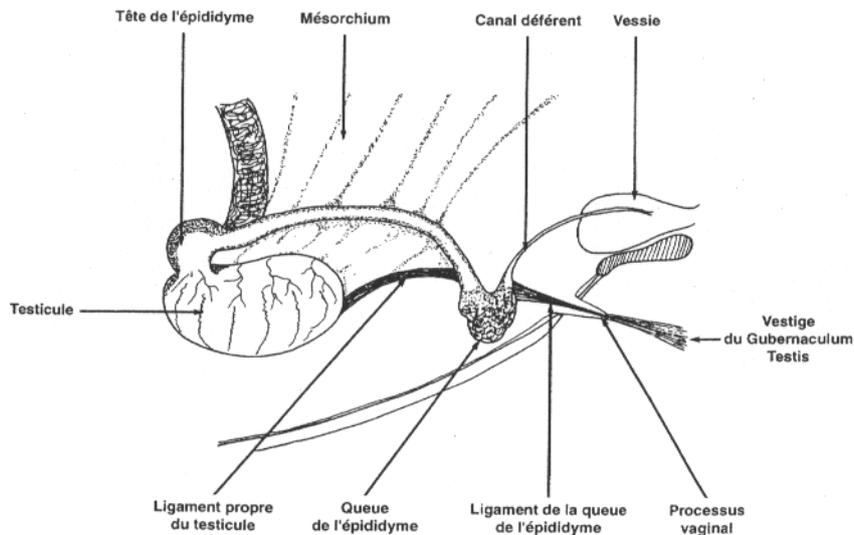


Figure 39 : Schéma d'un testicule cryptorchide abdominal (D'après Gluntz X. et al. 1997b)

Le plus souvent, le testicule cryptorchide abdominal n'est pas directement visible car caché sous les viscères mais une simple traction sur le ligament de la queue de l'épididyme ou sur le conduit déférent à l'aide d'une pince atraumatique à préhension permet de le mettre en évidence (Wilson D.G. 2000, Trumble T.N. et al. 2000). Si par hasard le testicule se trouve dans le trajet inguinal, il est possible de voir le conduit déférent pénétrer dans l'anneau inguinal interne (Wilson D.G. 2000). Une traction sur le conduit déférent ou sur l'épididyme à l'aide de la pince à préhension permet là aussi d'élever le testicule dans la cavité abdominale (Figure 40 A). Cette technique sera utilisée lorsque le mésorchium et le conduit déférent plongent tous deux dans l'anneau inguinal interne, témoignant alors avec certitude que le testicule est inguinal ou extra-abdominal (Trumble T.N. et al. 2000). La plupart des testicules cryptorchides abdominaux bas ou inguinaux sont atrophiés et peuvent aisément être ramenés en position abdominale (Trumble T.N. et al. 2000, Wilson D.G. 2000, Wilson D.G. 2002). Si toutefois le testicule ne passe pas l'anneau inguinal interne, ce dernier peut être élargi à l'aide de ciseaux laparoscopiques (Trumble T.N. et al. 2000, Fischer A.T. et al. 1998, Wilson D.G. 2002) (Figure 40 B). Une traction douce et constante doit être appliquée sur le cordon afin que l'anneau inguinal interne soit élargi juste assez pour permettre le passage du testicule (Trumble T.N. et al. 2000, Wilson D.G. 2002, Wilson D.G. 2000) (Figure 40 C-D).

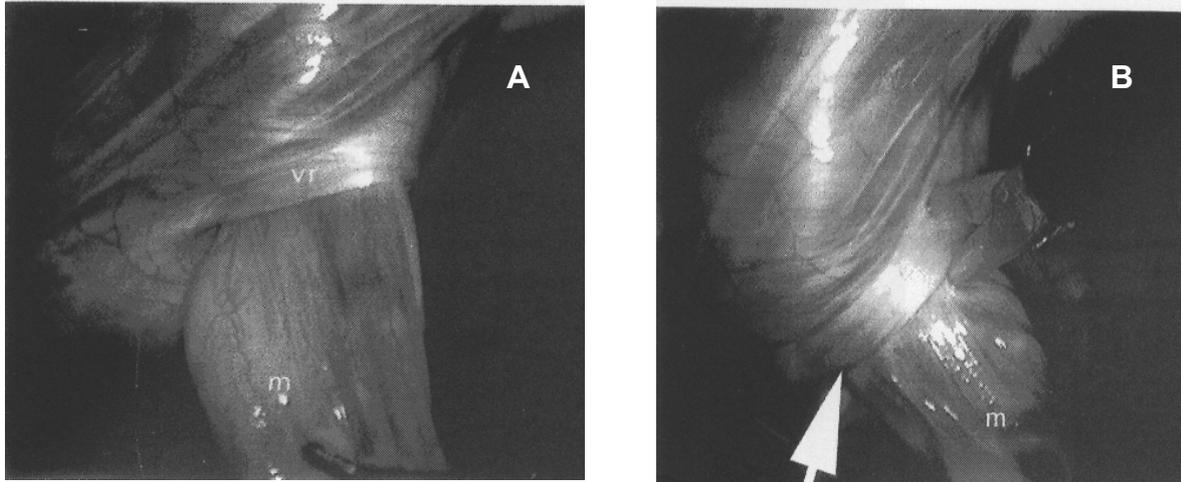


Figure 40 : Vue laparoscopique de l'abdomen caudal d'un cheval en décubitus dorsal. A – Traction sur le mésorchium et le cordon spermatique à l'aide d'une pince atraumatique. B – Incision de l'anneau inguinal interne gauche. *Voir légendes ci-dessous* .(D'après Wilson D.G. 2002)

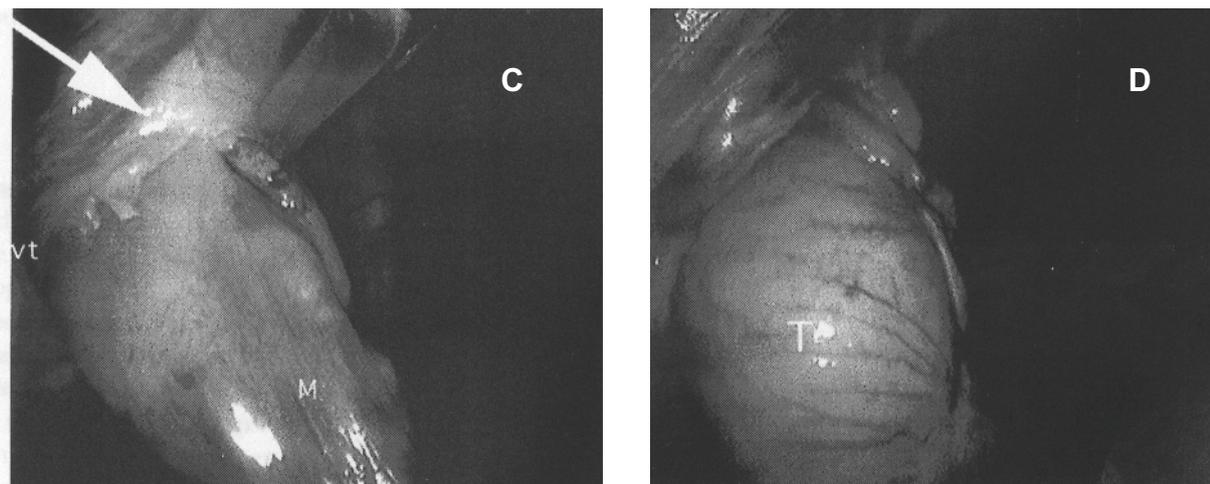


Figure 40 : Vue laparoscopique de l'abdomen caudal d'un cheval en décubitus dorsal. C – Eversion de la tunique vaginale dans la cavité abdominale. D – Testicule gauche en position intra-abdominale. *Flèche : anneau inguinal interne ; m : mésorchium et cordon spermatique ; vt : tunique vaginale ; t : testicule.* (D'après Wilson D.G. 2002)

L'anneau inguinal interne sera refermé ou non selon la volonté du chirurgien. La probabilité d'hernie inguinale à travers l'anneau inguinal interne élargi existe, mais n'a pas été rapportée chez les chevaux opérés sans suture de l'anneau inguinal interne (Fischer A.T. et al. 1998). Plusieurs auteurs ont évoqué la fermeture de l'anneau inguinal interne grâce à des agrafes endolaparoscopique (Wilson D.G. 2000, Wilson D.G. 2002, Trumble T.N. et al. 2000, Fischer A.T. et al. 1998) (Figure 41).

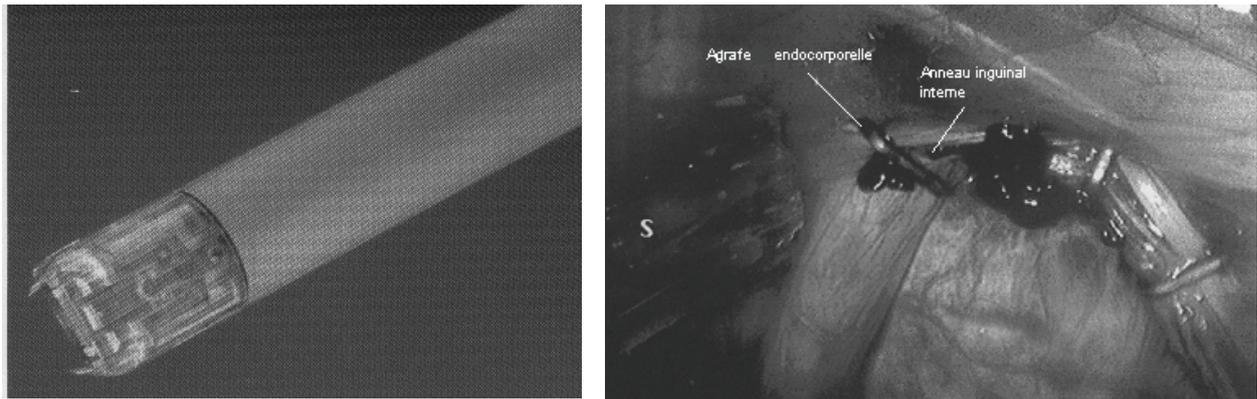


Figure 41 : A- Agrafeuse intracorporelle (D'après Palmer S.E. 2002) ; B- Vue laparoscopique caudale d'un cheval en décubitus dorsal montrant la fermeture de l'anneau inguinal interne par des agrafes intracorporelles. *S* : agrafeuse intracorporelle. (D'après Wilson D.G. 2002)

b- La ligature du cordon spermatique

En 1998, Fischer A.T. et Vachon A.M. rapportent les différents moyens de ligature du cordon testiculaire et de traitement du testicule cryptorchide ainsi que leurs efficacités respectives, après avoir réalisé une cinquantaine de cryptorchidectomie entre 1991 et 1996. Les méthodes de ligature du cordon testiculaire sont toujours réalisées de façon extracorporelle. Les nœuds de la ligature sont serrés à l'extérieur du corps puis introduits dans la cavité abdominale à l'aide d'un pousse-nœud.

- **La ligature extracorporelle**

- ✘ La ligature type « endoloop »

La ligature type « endoloop » (endoloop ligature, Ethicon® Endosurgery) est un nœud pré-serré avec une boucle glissante placée à l'extrémité d'un pousse-nœud en plastique et à usage unique incorporé à l'extrémité distale du fil de suture (Figure 42), qui peut servir à ligaturer le cordon spermatique de manière extracorporelle (Trumble T.N. et al. 2000, Wilson D.G. 2000, Hendrickson D.A. et al. 1997, Fischer A.T. et al. 1998). La ligature est introduite par un des sites d'entrée des instruments laparoscopiques.

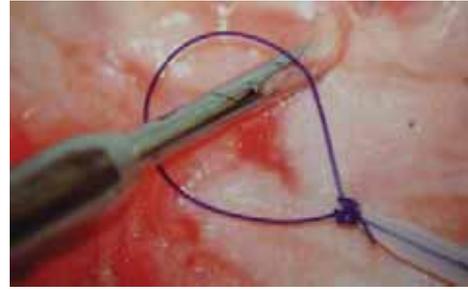
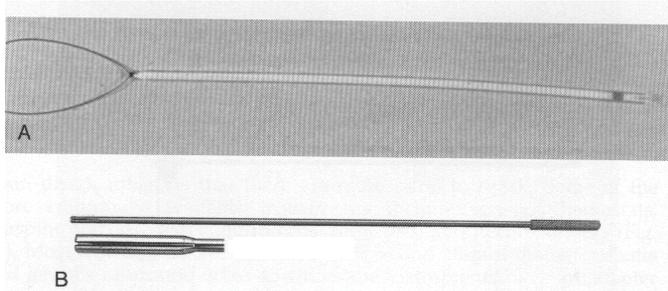


Figure 42 : A- Endoloop ligature polydioxanone PDS taille 0 (Ethicon®) ; B- Pousse nœud réutilisable (D'après Hendrickson D.A. 2000) ; C- Vue laparoscopique d'une ligature type « endoloop » (D'après Palmer S.E. 2002)

La ligature concerne le mésorchium, le conduit déférent et son méso, et le ligament de la queue de l'épididyme (Trumble T.N. et al. 2000). Le chirurgien fait passer à travers la boucle de la ligature la pince atraumatique à préhension puis saisit le testicule (Figure 43 A). La boucle est ensuite placée le plus distalement possible autour du mésorchium puis serrée (Figure 43 B).

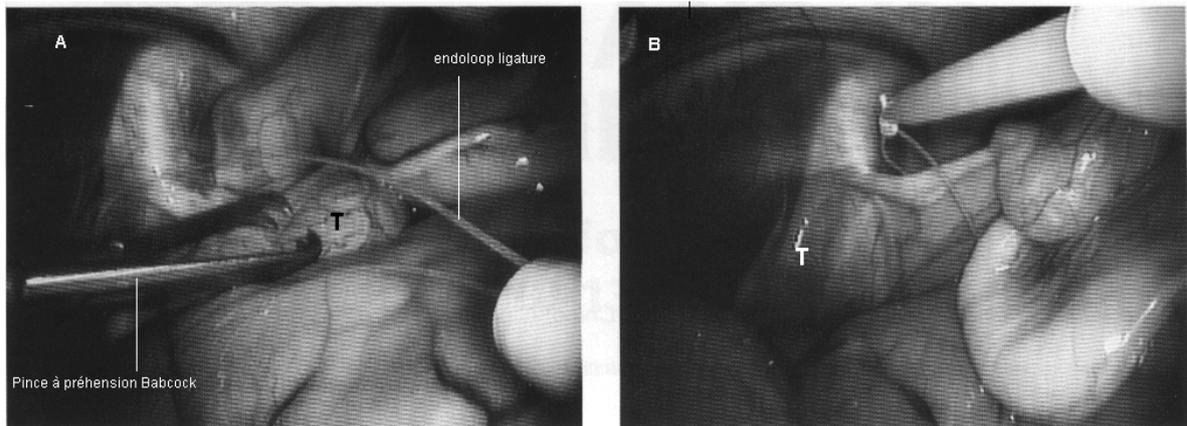


Figure 43 : A- La pince atraumatique à préhension passe dans le nœud de la ligature et attrape le testicule (T) ; B- La ligature est serrée autour du mésorchium et du conduit déférent. (D'après Fischer A.T. et al. 1998)

Cette technique de traitement du testicule cryptorchide est efficace et est moins onéreuse que toutes les autres techniques de ligature intra abdominale que nous allons décrire par la suite (Fischer A.T. et al. 1998). Chaque ligature de type endoloop coûte \$ 15 environ et la plupart des chevaux ne nécessitent qu'une ligature par testicule cryptorchide (Fischer A.T. et al. 1998).

✕ Le nœud de Roeder modifié

Il s'agit d'une autre technique de ligature possible du cordon testiculaire de manière extracorporelle (Ragle C.A. et al. 1998a, Rijkenhuizen A.B.M. et al.1999, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 2002). Par le troisième site d'entrée laparoscopique, le porte-aiguille et le fil résorbable, par exemple du polyglactin 910 Vicryl® USP2 (Ragle C.A et al. 1998a, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999) sont introduits dans la cavité abdominale. A l'aide d'un porte-aiguille, le chirurgien entoure l'ensemble du cordon testiculaire puis ramène le fil en position extra-abdominale pour effectuer un nœud de Roeder modifié (Figure 44). Le chef court de la ligature est coupé, puis un pousse-nœud avance en direction du cordon et serre le nœud alors que le chirurgien tire vers lui le chef long du nœud de Roeder modifié (Ragle C.A. et al. 1998a).

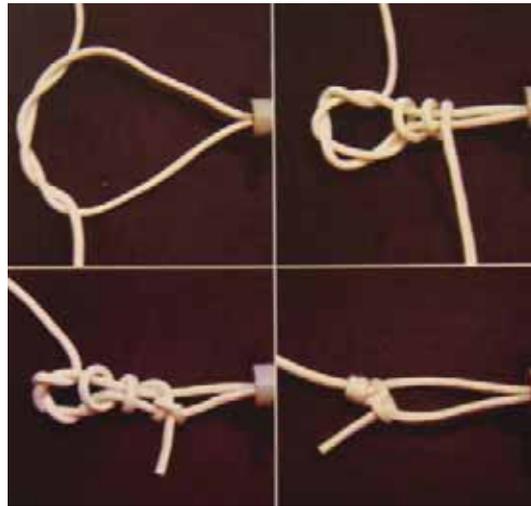


Figure 44 : Illustration des étapes de formation du nœud de Roeder modifié
(D'après Palmer S.E. 2002)

Cette méthode de ligature est très efficace et peu onéreuse mais nécessite un apprentissage de la part du chirurgien par rapport à la méthode précédente (Palmer S.E. 2002).

• **L'utilisation de clips intracorporels**

Des clips intracorporels (endoclip ML ou endo-GIA 30, United States Surgical Co., Norwalk, Connecticut, USA) sont utilisés par certains pour assurer l'hémostase des dépendances vasculaires du testicule et du conduit déférent (Trumble T.N. et al. 2000, Fischer A.T. et al. 1998). Les clips sont appliqués de façon perpendiculaire sur le mésorchium et le conduit déférent, à l'aide d'un applicateur pour les clips et d'un pistolet pour les « endo-GIA » (Fischer A.T. et al. 1998) (Figure 45).

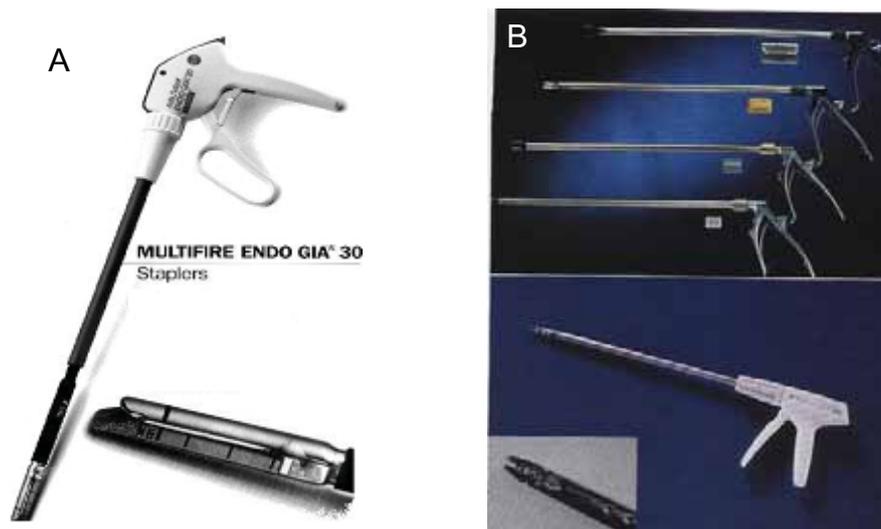


Figure 45 : A- endo-GIA 30 (United States Surgical Co.) ; B- endoclip ML (United States Surgical Co.) (D'après Freeman L. Et Gallagher L.A. 2002)

Alors que l'utilisation du pistolet est relativement simple et toujours efficace, plusieurs clips sont souvent nécessaires pour assurer efficacement l'hémostase des multiples vaisseaux qui courent dans le mésorchium (Fischer A.T. et al. 1998). Le facteur limitant de l'utilisation des « endo-GIA » est du à l'épaisseur du tissu qu'il écrase : au-delà de 30 millimètres d'épaisseur, plusieurs cartouches sont nécessaires pour réaliser l'hémostase tissulaire complète. Quoique ce critère ne concerne pas le mésorchium et le conduit déférent qui sont beaucoup plus fins, le coût de la cartouche est quant à lui un facteur limitant très important (\$ 330 par cartouche) (Fischer A.T. et al. 1998). Lors de l'étude rapportée par Fischer A.T. et al. en 1998, 4 à 10 cartouches ont été utilisées par cheval. L'utilisation des clips intracorporels avec l'applicateur est beaucoup moins facile, et le coût est d'environ \$ 182 par cheval (Fischer A.T. et al. 1998).

- **L'utilisation de matériel électrochirurgical pour l'hémostase**

Certains auteurs rapportent avoir recours au matériel d'électrochirurgie comme un moyen complémentaire des techniques précédemment décrites afin d'assurer une hémostase satisfaisante des dépendances vasculaires du testicule et du conduit déférent (Trumble T.N. et al. 2000, Fischer A.T. et al. 1998, Hanrath M. et al. 2002). Hanrath M. et al. (2002) rapportent que l'utilisation seule de l'électrochirurgie en deux ou trois sites suffit pour assurer une hémostase satisfaisante et peut en même temps sectionner les vaisseaux testiculaires et le conduit déférent. Par une activation au pied, un bistouri électrique monopolaire (Fischer A.T. 1998, Hanrath M. et al. 2002, Trumble T.N. et al. 2000) ou bipolaire (Hanrath M. et al. 2002) peut être utilisé pour cautériser et disséquer le mésorchium et le conduit déférent (Figure 46).

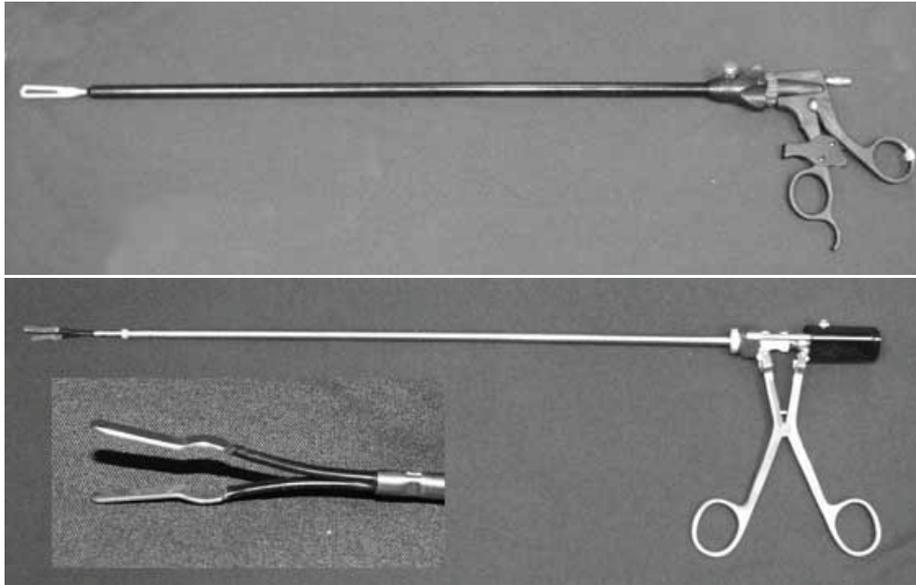


Figure 46 : Photo d'un bistouri électrique monopolaire (haut) et bipolaire (bas)
(D'après Hendrickson D.A. 2006)

Cette technique est efficace, mais l'utilisation de ce type d'instrumentation doit être parfaitement contrôlée afin de prévenir un éventuel contact avec d'autres structures lors de mouvements brusques du cheval (Fischer A.T. et Vachon A.M. 1998).

c- Le traitement du testicule cryptorchide

- **La section du cordon testiculaire et l'extériorisation du testicule**

- *La section du cordon*

La section du cordon testiculaire se fait toujours avant son extériorisation sauf lors d'émasculatation externe du testicule cryptorchide qui correspond à la technique la plus ancienne (Trumble T.N. et al. 2000, Davis E.W. 1997, Bouré L. et al. 1996, Fischer A.T. et al. 1998). Le testicule est émasculé de manière extracorporelle puis le moignon de cordon testiculaire et son mésorchium sont remis à l'intérieur de la cavité abdominale.

L'avantage de cette technique est qu'elle est relativement simple, mais elle entraîne une perte de l'insufflation abdominale très importante lors du retrait du testicule cryptorchide par le flanc (Fischer A.T. et al. 1998, Davis E.W. 1997). Or la perte d'insufflation abdominale rend la visualisation du moignon de cordon testiculaire très difficile, ce qui représente un danger si l'hémostase n'est pas contrôlée à l'issue de l'émasculatation (Fischer A.T. et al. 1998). D'autre part, lors de cryptorchidisme bilatéral, le deuxième testicule à traiter devient très difficile à visualiser (Fischer A.T. et al. 1998). Cette technique est de façon générale abandonnée à l'heure actuelle au profit des moyens de ligatures intra et extracorporelles.

Lorsque le cordon testiculaire a été préalablement ligaturé ou clippé, des ciseaux laparoscopiques sont introduits dans la cavité abdominale pour sectionner les dépendances vasculaires du testicule et le conduit déférent (Fischer A.T. et al. 1998) (Figure 47).



Figure 47 : Section du cordon testiculaire à l'aide de ciseaux laparoscopiques sur un cheval en décubitus dorsal. (D'après Hendrickson D.A. 2002)

Dans tous les cas, un contrôle laparoscopique permet de vérifier l'absence de saignement après la section du cordon. Au besoin, une autre ligature ou un autre clip peuvent être placés sur le moignon de cordon testiculaire (Fischer A.T. et al. 1998).

Lors de cryptorchidisme bilatéral, les cordons testiculaires des deux testicules cryptorchides sont ligaturés puis sectionnés avant l'extériorisation du premier testicule, afin de ne pas perdre l'insufflation abdominale (Fischer A.T. et al. 1998).

- *L'extériorisation du testicule*

✱ Par élargissement d'un site d'entrée laparoscopique (Figure 48)

Le testicule cryptorchide est maintenu à l'aide de la pince atraumatique à préhension et le chirurgien le dirige vers le site d'entrée des instruments laparoscopiques. L'incision du site d'entrée du trocart destiné aux instruments est élargie jusqu'à ce que le testicule puisse être extériorisé (Trumble T.N. et al. 2000, Wilson D.G. 2000).

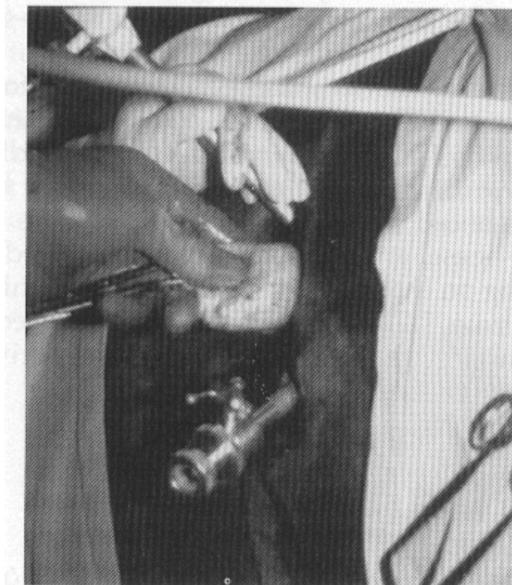


Figure 48 : Photo du retrait d'un testicule par le flanc gauche d'un cheval debout par élargissement du site d'insertion de la canule laparoscopique. (D'après Trumble T.N. et al. 2000)

✘ Par une canule à tissu

Une alternative à l'incision de la paroi abdominale pour extérioriser le testicule, qui entraîne toujours une perte de l'insufflation abdominale, consiste à retirer le testicule par une canule spéciale de 33 millimètres de diamètre appelée « canule à tissu » (Figure 49 et 50) (Wilson D.G. 2000, Hendrickson D.A et al. 1997).



Figure 49 : Canule laparoscopique de 33 millimètres de diamètre utilisée pour le retrait de structures tissulaires. (D'après Hendrickson D.A. 2000)

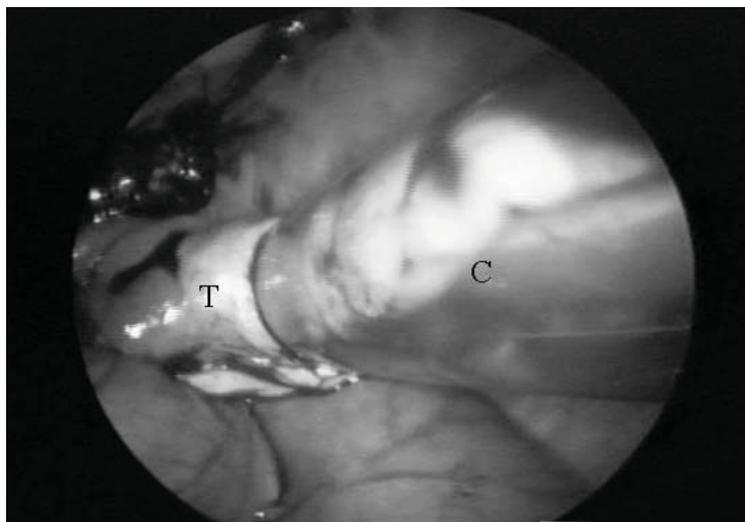


Figure 50 : Vue laparoscopique de l'abdomen caudal d'un cheval montrant un testicule (T) qui va être retiré de l'abdomen grâce à une canule à tissu (C) (D'après Wilson D.G. 2001)

Le large diamètre de la canule empêche parfois son introduction dans la cavité abdominale du cheval (Wilson D.G. 2000, Hendrickson D.A et al. 1997).

- **Le traitement du testicule sans cryptorchidectomie**

En 2002, Rijkenhuizen A.B.M. et al. envisagent une autre méthode pour le traitement des testicules abdominaux. La méthode consiste à placer deux ligatures sur le cordon testiculaire lorsque le testicule devient visible dans la cavité abdominale et à le laisser in situ nécroser par défaut d'apport sanguin. En position abdominale, la ligature intéresse l'intégralité du cordon testiculaire et du mésorchium. Ainsi, la technique est réalisée chez 68 chevaux présentant une cryptorchidie abdominale bilatérale et chez 52 chevaux présentant une cryptorchidie inguinale bilatérale (une traction sur le mésorchium est alors réalisée jusqu'à déplacer le testicule à position abdominale). Des dosages de testostéronémie basale ont été effectués après la chirurgie chez chaque cheval. Les auteurs rapportent un succès de 100 % de cette technique chez les sujets qui présentent une cryptorchidie abdominale ou inguinale bilatérales.

En 2006, Voermans M. et al., constituant la même équipe de chirurgiens qu'en 2002 rapportent des résultats identiques lors de cryptorchidie abdominale. En revanche, la castration laparoscopique réalisée sur 88 testicules inguinaux s'est avérée infructueuse dans 5,6 % des cas (5 testicules sur les 88). Les chevaux concernés continuaient à présenter un comportement mâle et à produire de la testostérone. Les 5 testicules inguinaux des chevaux concernés ont été retirés suite à la constatation de l'échec chirurgical puis analysés histologiquement. Tous les testicules présentaient le même aspect histologique : un tissu interstitiel normal rémanent avec des cellules de Leydig viables dans l'ensemble du testicule. Dans tous les cas, le corps et la queue de l'épididyme étaient devenus nécrotiques (Voermans M. et al. 2006). Voermans M. et al. (2006) concluent que la castration du testicule cryptorchide inguinal sans orchidectomie n'est pas une méthode fiable de castration de l'étalon et au contraire à la réussite de la technique chirurgicale lors de cryptorchidie abdominale.

4. Présentation des techniques laparoscopiques de castration du testicule normalement descendu chez les équidés

Si nous avons choisi de développer les techniques laparoscopiques de cryptorchidectomie des équidés, c'est parce que les principes et les étapes du traitement du testicule normalement descendu sont les mêmes. D'autre part, la cryptorchidie est essentiellement unilatérale chez le cheval, et le chirurgien doit traiter le testicule controlatéral normalement descendu à l'issue de la cryptorchidectomie laparoscopique. Nous envisagerons ainsi les méthodes laparoscopiques de castration du testicule normalement descendu, qui peut s'appliquer tant à l'étalon normal qu'au testicule descendu du cryptorchide unilatéral.

a- La préhension du testicule normalement descendu

De la même façon que pour le cheval cryptorchide, lorsque la chirurgie laparoscopique se déroule debout, la douleur engendrée par la manipulation des structures abdominales caudales est gérée soit par l'infiltration d'anesthésique local dans le mésorchium (Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 2002), soit par la réalisation d'une anesthésie épidurale basse (Wilson D.G. 2002, Trumble T.N. et al. 2000).

- **La préhension du testicule et son déplacement en position abdominale**

La préhension du mésorchium et des vaisseaux spermatiques, qui s'engagent dans le canal inguinal, se fait à l'aide d'une pince atraumatique à préhension type Babcock. Les testicules

des jeunes de moins d'un an sont de petite taille, si bien qu'une simple traction sur le cordon suffise à déplacer le testicule en position abdominale, sans avoir à inciser l'anneau inguinal interne (Wilson D.G. 2000, Wilson D.G. 2002).

Chez l'adulte, le testicule normalement descendu est trop gros pour passer aisément à travers l'anneau inguinal interne : ce dernier doit être incisé sur son bord ventro-médial avec des ciseaux laparoscopiques comme cela a été décrit chez le cryptorchide (Wilson D.G. 2000, Wilson D.G. 2002).

Une fois le testicule traité, des agrafes intracorporelles sont placées sur l'anneau inguinal interne afin de le refermer et d'éviter ainsi tout risque d'éventration postopératoire (Wilson D.G. 2000, Wilson D.G. 2002)

- **La section du ligament de la queue de l'épididyme** (Wilson D.G. 2000, Wilson D.G. 2002)

Tant chez le jeune que chez l'adulte, lorsque le testicule est situé en regard de l'anneau inguinal interne, il n'est solidarisé avec la région scrotale que par le vestige du gubernaculum testis (Figure 39). C'est pourquoi le ligament de la queue de l'épididyme doit être sectionné afin de déplacer complètement le testicule en position intra abdominale. Cette étape est généralement réalisée à l'aide d'un bistouri électrique monopolaire et d'une paire de ciseaux laparoscopiques (Wilson D.G. 2002, Wilson D.G. 2000) (Figure 51).

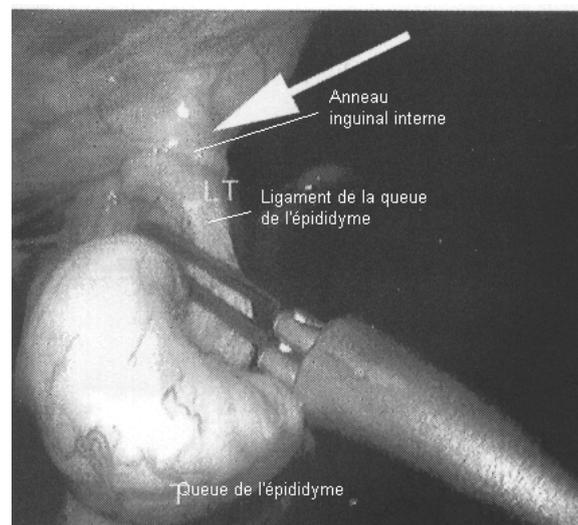


Figure 51 : Vue caudale d'un cheval en décubitus dorsal montrant l'électrocautérisation du ligament de la queue de l'épididyme (D'après Wilson D.G. 2002)

Le mésorchium est également déchiré afin de former un véritable pédicule vasculaire isolé permettant la ligature future des vaisseaux sanguins spermatiques et du conduit déférent (Wilson D.G. 2000, Wilson D.G. 2002).

b- Le traitement du testicule normalement descendu

- **L'exérèse du testicule normalement descendu**
(Wilson D.G. 2000, Wilson D.G. 2002)

Le testicule est désormais déplacé en position intra abdominale, et va être traité par les mêmes techniques chirurgicales qui ont été précédemment décrites pour le traitement laparoscopique du testicule cryptorchide.

- **La castration laparoscopique du cheval sans orchidectomie**

Une alternative au déplacement du testicule en position abdominale et à son extériorisation après émasculatation a été rapportée dans la littérature. Elle vise à ligaturer le cordon testiculaire et à laisser le testicule nécroser in situ par défaut de vascularisation locale (Wilson D.G. et al. 1996a, Wilson D.G. 2000, Wilson D.G. 2002, Pepe M. et al. 2005, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 2002).

Wilson D.G. et al. mènent une étude en 1996 visant à comparer ces deux dernières procédures chirurgicales chez 6 poneys mâles en bonne santé. Sur chaque poney en décubitus dorsal, un testicule a été choisi au hasard pour nécroser in situ, alors que le controlatéral est déplacé en position abdominale pour être retiré selon les méthodes vues plus haut. Le cordon du testicule laissé en place est clampé à l'aide d'une pince à angle droit, les structures directement distales à l'instrument sont électrocautérisées, isolées, et ligaturées avec un fil résorbable polydioxanone taille 0 (PDS II, Ethicon ® Endo Surgery) (Figure 52).

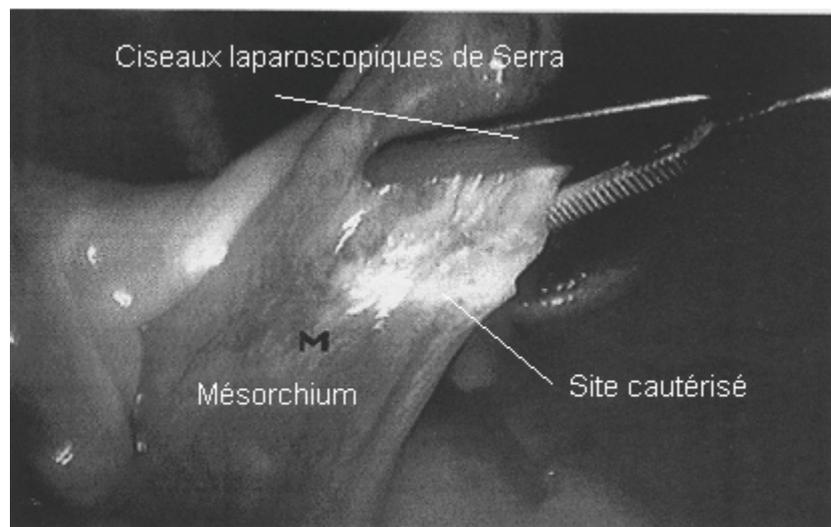


Figure 52 : Vue laparoscopique de l'abdomen caudal d'un cheval en décubitus dorsal montrant la section du mésorchium et du conduit déférent distalement au site d'électrocoagulation. (D'après Wilson D.G. 2002)

Le chirurgien sectionne le cordon testiculaire tout juste distalement aux tissus cautérisés à l'aide de ciseaux laparoscopiques, et la ligature est serrée. Le moignon de cordon testiculaire est libéré de la pince laparoscopique alors que le chirurgien vérifie par contrôle

laparoscopique la présence éventuelle d'une hémorragie. Le testicule est laissé en place. La procédure est répétée de l'autre côté de la même manière

La procédure chirurgicale a duré entre 30 et 45 minutes, sans aucune complication anesthésique ou chirurgicale notable. Huit semaines après la chirurgie, le testicule laissé en place avait une taille réduite de 30 à 50 % par rapport à la normale. Huit semaines après la chirurgie, les taux de testostéronémie basale et après stimulation à l'hCG étaient comparables à ceux d'un hongre castré par des techniques classiques. L'histologie a révélé une nécrose avasculaire de l'intégralité du testicule.

L'auteur conclut que la ligature in situ et la section du cordon testiculaire est une méthode fiable de castration laparoscopique du testicule normalement descendu (Wilson D.G. et al. 1996a, Wilson D.G. 2000).

En 2005, Pepe M. et al. rapportent les résultats d'une castration laparoscopique sous sédation et en décubitus dorsal chez 6 ânes mâles de 24 à 26 mois avec des testicules normalement descendus. Les auteurs réalisent l'hémostase du cordon spermatique à l'aide d'agrafes intracorporelles alors qu'une traction sur celui-ci est réalisée en direction dorsale afin de rapprocher la situation anatomique à celle de la région scrotale. La technique a duré selon les sujets entre 60 et 85 minutes. Les testostéronémies basale et après stimulation à l'hCG sont mesurées durant la phase préopératoire, puis 3 ; 6 et 12 mois après l'intervention. Les résultats sont tous comparables à ceux d'un hongre. L'histologie testiculaire réalisée 12 mois après la chirurgie a révélé une atrophie et une nécrose avasculaire de ceux-ci.

Les auteurs concluent également à un succès de la castration laparoscopique sans orchidectomie (Pepe M. et al. 2005).

Or, malgré des résultats encourageants décrits par les deux derniers auteurs, Rijkenhuizen A.B.M. et al. (1999, 2002) ne rapportent pas les mêmes résultats.

L'étude rapportée en 1999 par Rijkenhuizen A.B.M. et al. concernait 6 poneys de deux ans d'âge avec des testicules normalement descendus. La technique laparoscopique décrite par les auteurs est la même que celle décrite par Wilson D.G. en 1996, en 2000 et en 2002 à quelques différences près. La chirurgie laparoscopique se déroule debout, et une double ligature du cordon testiculaire est réalisée de manière extracorporelle, à l'aide d'un nœud de Roeder modifié et serrée par un pousse-nœud laparoscopique (Figure 53 et 54). **Le cordon testiculaire n'est pas sectionné au cours de cette étude.** La même procédure est réalisée sur le testicule controlatéral.

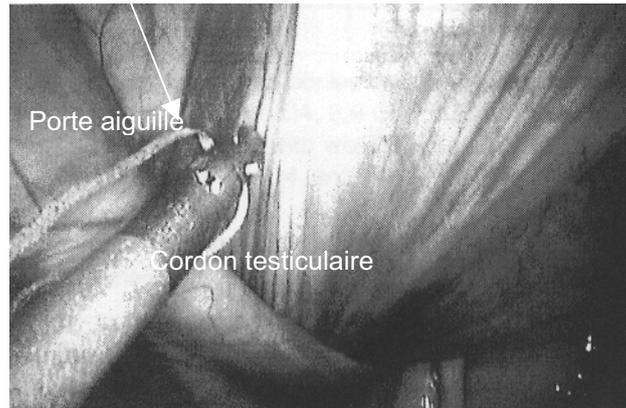


Figure 53 : Vue laparoscopique de l’anneau inguinal interne et du mésorchium d’un poney debout du côté droit. Une ligature du cordon testiculaire va être faite après traversée du mésorchium par le porte-aiguille laparoscopique. (D’après Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999)

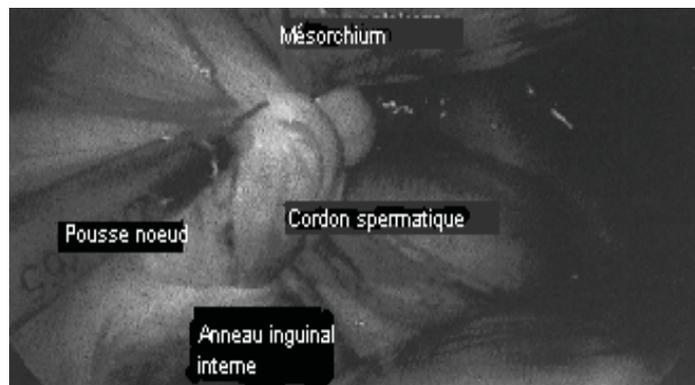


Figure 54 : Vue laparoscopique de la cavité abdominale droite. Une ligature est placée sur le cordon spermatique et serrée par un pousse-nœud. (D’après Rijkenhuizen A.B.M. et al. 2002)

Cinq mois après l’intervention chirurgicale, les testicules n’étaient plus palpables dans la bourse scrotale. La testostéronémie basale a été mesurée avant et sept jours après l’intervention, puis une dernière fois avant l’euthanasie des poneys, soit 5 mois après la chirurgie. Chez deux poneys, la testostéronémie n’a jamais atteint les valeurs de référence d’un hongre castré par des techniques classiques. Les poneys ont par la suite été castrés selon des techniques conventionnelles sous anesthésie générale.

L’auteur évoque un défaut d’efficacité de la ligature pour expliquer cet échec. L’utilisation de produit anesthésique local dans le mésorchium en regard de la future ligature augmente le volume des tissus qui doivent être ligaturés ; et la ligature devient plus difficile à serrer. Après l’euthanasie, une nécrose avasculaire du tissu testiculaire a été mise en évidence lors de l’analyse histologique chez tous les poneys. Chez trois poneys, des cellules de Leydig et des tubes séminifères intacts ont été observés.

En 2002, Rijkenhuizen A.B.M. et al. tentent d’améliorer les résultats qui avaient été obtenus en 1999, en modifiant quelque peu la technique chirurgicale. Une étude rétrospective a été menée sur 66 castrations chez des étalons présentant des testicules normalement descendus.

L'auteur rapporte les modifications de la technique chirurgicale qui ont été réalisées à cause de résultats insatisfaisants (63 % des chevaux continuaient à produire de la testostérone). L'équipe chirurgicale porte alors une attention particulière à ce que la double ligature concerne également le conduit déférent. Le succès de cette nouvelle technique atteint 73 %, ce qui est encore insuffisant par rapport aux autres techniques classiques de castration. Le dernier changement a mené à l'actuelle technique chirurgicale, qui consiste à réaliser une double ligature de l'intégralité du cordon testiculaire puis à sectionner tous les composants du cordon spermatique à l'aide de ciseaux laparoscopiques (Figure 55).



Figure 55 : Vue laparoscopique de la section du cordon spermatique par des ciseaux laparoscopiques sur un cheval debout. (D'après Rijkenhuizen A.B.M. et al. 2002)

Le taux de succès de cette technique a été évalué à 96 % (Rijkenhuizen A.B.M. et al. 2002).

Conclusion : Quelque soit la technique envisagée, la cavité abdominale du cheval est décompressée à l'issue de la chirurgie et les canules sont retirées. Toutes les incisions des sites d'entrée laparoscopique sont refermées par une simple suture cutanée (Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 2002, Trumble T.N. et al. 2000). La suture de l'incision du site qui a servi à l'extériorisation du testicule comporte quant à elle un plan musculaire et un plan cutané (Hendrickson D.A. et al. 1997, Hanrath M. et al. 2005, Fischer A.T. et al. 1998).

Nous allons désormais présenter les avantages et les inconvénients de l'utilisation de la laparoscopie pour la castration des équidés.

5. Les avantages des techniques laparoscopiques de castration du cheval

- **Un temps de convalescence court**

La laparoscopie est une technique chirurgicale non invasive qui autorise un retour rapide au travail. Les chevaux peuvent travailler dès le lendemain de la castration laparoscopique, sans condition restrictive (Wilson D.G. 2000, Wilson D.G. 2002, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999).

- **Un temps d'hospitalisation court**

La technique laparoscopique nécessite une hospitalisation de 3 jours seulement, le cheval pouvant quitter la clinique deux jours après la castration (Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999). Cette phase d'hospitalisation postopératoire sert à vérifier que le cheval ne développe pas de complications liées aux incisions réalisées (Wilson D.G. 2002).

- **L'absence de risque anesthésique lors de castration laparoscopique debout**

Le plus grand avantage de la castration laparoscopique debout est l'absence du risque de mort anesthésique (Trumble T.N. et al. 2000, Wilson D.G. 2002, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999). Mee A.M. et al. rapportent en 1998 une étude rétrospective visant à évaluer le taux de mortalité anesthésique lors de chirurgies électives (interventions non urgentes réalisées sur des animaux en bonne santé). L'étude, portant sur 1279 anesthésies générales et s'étendant sur une période de 5 ans a mis en évidence un seul cas de décès directement lié au protocole anesthésique. Le taux de mort anesthésique au cours des procédures chirurgicales électives s'élève donc à 0,08 % (Mee A.M. et al. 1998).

- **Un faible traumatisme tissulaire**

La laparoscopie est une méthode chirurgicale non invasive qui nécessite des incisions de très faibles tailles, refermées par de simples points cutanés. Lors de castration laparoscopique sans orchidectomie, aucune incision supplémentaire de la paroi abdominale n'est nécessaire, ce qui réduit encore plus le traumatisme tissulaire (Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999).

- **La laparoscopie, moyen diagnostique et thérapeutique**

La laparoscopie a servi au départ à la compréhension de l'organisation anatomique du cheval notamment à celle de la région inguinale (Fischer A.T. 1990, Fischer A.T. et al. 1998 ; Hendrickson D.A. et al. 1996). Puis elle a été utilisée pour le diagnostic et le traitement des cryptorchidies abdominales (haute et basse) et inguinales qui sont largement documentés de nos jours chez le cheval (Wilson D.G. 1989, Wilson D.G. et al. 1996a, Hendrickson D.A. et al. 1997, Hendrickson D.A. et al. 1996, Fischer A.T. et al. 1998 ; Fischer A.T. Jr. et al. 1992, Fischer A.T. Jr. 1991, Fischer A.T. 1999, Davis E.W. 1997). Outre son rôle diagnostique, de nombreuses applications chirurgicales laparoscopiques sont désormais décrites (Wilson D.G. 2000, Trumble T.N. et al. 2000, Wilson D.G. 2002, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 2002). Le grand intérêt de l'utilisation de la laparoscopie dans le cadre de la castration des équidés est qu'elle permet de diagnostiquer et de traiter toutes les formes de cryptorchidisme ainsi que les testicules normalement descendus (Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999, Wilson D.G. 2002). Son intérêt est optimal dans le cadre des cryptorchidies unilatérales (80 % des cas de cryptorchidie chez le cheval), où la laparoscopie permet de traiter à la fois le testicule cryptorchide et le testicule controlatéral (Wilson D.G. 2000, Wilson D.G. 2002).

- **La réduction de l'incidence des complications normalement rencontrées lors des techniques de castration conventionnelles**

L'hémorragie après la castration laparoscopique est impossible parce que le chirurgien inspecte la région inguinale à la fin de la chirurgie afin de s'assurer qu'aucun saignement n'est présent (Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 2002, Trumble

T.N. et al 2000, Wilson D.G. 2000, Wilson D.G. 2002, Fischer A.T. et al. 1998, Gluntz X. et al. 1997b). Si toutefois un saignement est observé à l'issue de la chirurgie, le chirurgien peut aisément le corriger en posant une autre ligature par exemple ou par les autres moyens d'hémostase vus plus hauts (Fischer A.T. et al. 1998).

Aucun cas d'évémentation postopératoire n'a été rapporté lors de castration laparoscopique, même lorsque l'anneau inguinal interne n'est pas suturé après le traitement du testicule (Fischer A.T. et al. 1998). Lorsque le testicule est laissé en place, le cordon testiculaire est refoulé dans l'anneau vaginal si bien qu'il l'obture totalement et rend impossible une évémentation postopératoire (Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 2002).

Le gonflement postopératoire du site chirurgical n'est jamais présent lorsque les testicules sont retirés de l'abdomen, alors que le scrotum n'est pas sensible à la palpation (Wilson D.G. 2000, Wilson D.G. 2002, Hanrath M. et al. 2002, Davis E.W. 1997, Hendrickson D.A. et al. 1997). Lorsque les testicules subissent une nécrose avasculaire en place, un gonflement postopératoire est présent mais il est moins important que celui observé lors de techniques de castration conventionnelles et il se résout en mois d'une semaine (Wilson D.G. 2000, Wilson D.G. 2002, Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999).

La faible taille des sites d'entrée laparoscopique réduit le risque d'infections postopératoires (Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999)

6. Les inconvénients des techniques de castration laparoscopiques du cheval

- **Le coût du matériel**

Le matériel laparoscopique représente une dépense financière importante. Si la dépense est importante, les applications chirurgicales sont, nous l'avons vu, très nombreuses de nos jours.

L'appareillage est sans aucun doute rapidement rentabilisé puisque la colonne d'endoscopie peut servir également à réaliser des arthroscopies, largement réalisées de nos jours chez le cheval (Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999).

- **La disponibilité de la structure hospitalière et du personnel**

Par opposition aux techniques de castration classiques, la laparoscopie ne peut être réalisée chez le client. Cette conséquence peut parfois être un inconvénient pour les propriétaires qui n'ont pas l'habitude de se déplacer à la clinique pour ces chirurgies de convenance. La présence du cheval au sein de la structure hospitalière permet d'intervenir le plus rapidement possible si une complication se produit au cours de l'examen. Un certain nombre de personnes expérimentées doivent également être mobilisées à la clinique (préparation du site chirurgical, branchement des câbles de lumière, de l'insufflateur etc.), ce qui représente un inconvénient par rapport aux autres techniques de castration du cheval (Rijkenhuizen A.B.M. et al. 1999).

- **Les inconvénients de la castration laparoscopique debout**

Un abord bilatéral est nécessaire lors de castration laparoscopique debout alors qu'un abord unique était nécessaire lorsque le cheval était en décubitus dorsal (Rijkenhuizen A.B.M. 1999, Wilson D.G. 2002). Cela multiplie les sites de préparation chirurgicale, les incisions réalisées et le temps de la chirurgie. D'autre part, le chirurgien doit être un praticien expérimenté de la technique laparoscopique lorsque l'intervention a lieu debout parce que les mouvements du cheval peuvent compromettre le succès de l'intervention (Fischer A.T. et Vachon A.M. 1992 ; Hendrickson D.A. et al. 1996).

La décision d'opérer un cheval debout sous laparoscopie afin de le castrer ou d'envisager une cryptorchidectomie ne doit être entreprise que sur un cheval au caractère docile (Shettko D.L. 2000). Même si le cheval est soumis à une sédation profonde, un cheval au tempérament réfractaire rendra la chirurgie plus compliquée, plus longue et surtout dangereuse pour le personnel et l'équipement laparoscopique (Shettko D.L. 2000).

De façon générale, aucune complication postopératoire n'est rapportée par les auteurs (Wilson D.G. 2000, Wilson D.G. 2002, Hanrath M. et al. 2002, Davis E.W. 1997, Hendrickson D.A. et al. 1997). Nous verrons pourtant que des complications propres à l'utilisation d'une technique laparoscopique existent, certaines pouvant même être graves.

7. Complications propres à l'utilisation d'une technique laparoscopique – Application à la castration sous contrôle laparoscopique (Shettko D.L. 2000)

Le chirurgien doit prendre conscience des complications propres à la technique laparoscopique afin d'en réduire l'incidence. De façon générale, la plupart des complications se produisent durant la phase d'apprentissage de la technique laparoscopique par le chirurgien. L'étude menée par Phillips J.M. en 1977 montre qu'un chirurgien ayant effectué environ 100 chirurgies laparoscopiques rencontre 4 fois plus de complications qu'un chirurgien expérimenté. Beaucoup de facteurs interviennent dans la difficulté d'apprentissage de la technique laparoscopique comme par exemple le fait que l'image laparoscopique soit en deux dimensions et grossie alors que la profondeur de l'aire chirurgicale est réduite. Parmi les complications relatives à l'utilisation de la laparoscopie chez le cheval, on compte celles liées à la sélection du protocole anesthésique et du patient, celles relatives à l'insertion des trocars ou des canules, du pneumopéritoine et enfin celles qui sont relatives à chaque application chirurgicale.

a- Les complications relatives au choix du protocole anesthésique et du patient

Le choix d'une chirurgie laparoscopique sous anesthésie générale ou debout sous sédation doit être réfléchi en fonction des risques de santé du patient, du coût de la procédure, du temps d'intervention, du tempérament du cheval et enfin en fonction du type de procédure chirurgicale qui est envisagé sous laparoscopie (Shettko D.L. 2000).

Certains préfèrent joindre une anesthésie épidurale au protocole de contention chimique lorsque la chirurgie se déroule debout nous l'avons vu afin d'assurer l'analgésie des structures abdominales caudales (Trumble T.N. et al. 2000, Hendrickson D.A. et al. 1997, Wilson D.G. 2002). Cependant, il semble qu'une anesthésie épidurale puisse se compliquer par de l'ataxie, et le plus souvent lors de l'emploi de détomidine. Wittern C. et al. rapportent en 1998 le cas d'un cheval ayant reçu une anesthésie épidurale de détomidine (50µg/kg) avant une cryptorchidectomie envisagée debout. Le cheval placé dans le box de contention est tombé brusquement dans le travail, quinze minutes après l'injection épidurale, d'abord en décubitus sternal puis en décubitus latéral. La cryptorchidectomie a alors été entreprise sous anesthésie générale avec un relais gazeux d'halothane car le cheval ne pouvait plus se lever, le temps de réveil a quant à lui été très prolongé. La dilution de la détomidine doit par ailleurs être prise en compte afin de limiter la diffusion crâniale de la drogue, cette dernière situation étant souvent à l'origine d'ataxie postérieure (Hendrickson D.A. et al. 1998).

Ainsi, il semble que l'anesthésie épidurale comporte des risques bien plus importants que l'anesthésie locale du mésorchium lors de la castration laparoscopique, qui doit par conséquent être préférée.

Notons qu'une toxicité à la lidocaïne a été reportée dans la littérature (Day T.K. et al. 1991). Les équidés semblent être une espèce plus sensible que les autres à la toxicité à la lidocaïne au niveau du système nerveux central (Day T.K. et al. 1991). Comme nous l'avons déjà précisé, la quantité totale de lidocaïne 2% ne doit pas excéder 250 mL par cheval afin de ne pas atteindre le seuil de toxicité (Skarda R.T. 1991).

Sous anesthésie générale et en décubitus dorsal, des complications cardio-respiratoires peuvent se produire, à cause de l'hypoxémie et de l'hypercapnie engendrées par la laparoscopie (Shettko D.L. 2000, Duke T. 2001). Ces modifications biochimiques sont potentialisées lorsqu'il y a création d'un pneumopéritoine et quand le cheval est placé dans la position de Trendelenburg (Shettko D.L. 2000, Duke T. 2001). Les altérations du système cardiovasculaire qui se produisent au cours d'une chirurgie laparoscopique correspondent à une baisse du pH sanguin, une augmentation de la pression artérielle et une diminution de la résistance vasculaire périphérique (Crist D.W. et al. 1993, Donaldson L.L. et al. 1998, Palmer S.E. 1998). L'insufflation entraîne d'autre part une élévation du diaphragme qui entraîne des altérations du système respiratoire tels qu'une augmentation du volume tidal, de la capacité résiduelle fonctionnelle et enfin de la compliance pulmonaire (Shettko D.L. 2000, Duke T. 2001). Ces altérations, associées au poids des viscères sur la cavité thoracique compromettent la respiration spontanée du cheval et sont à l'origine d'une hypoventilation pulmonaire. Il en résulte une hypoxémie qui doit faire appel à l'utilisation d'un système de ventilation assistée pour l'obtention d'une chirurgie sécurisée (Duke T. 2001, Shettko D.L. 2000). Afin de maintenir une normocapnie (soit $\text{PaCO}_2 = 35\text{-}40$ mmHg), les gaz sanguins doivent être contrôlés régulièrement au cours de l'intervention (Duke T. 2001, Shettko D.L. 2000). Pour prévenir les affections du système cardio-respiratoire, il est fondamental de maintenir la pression intra-abdominale au dessous de 20 millimètres de mercure (Ragle C.A. et al. 1996).

b- Les complications liées à l'insertion des canules et des trocarts (Shettko D.L. 2000)

L'insertion d'une aiguille afin d'insuffler le patient puis l'insertion des trocarts peuvent être responsables de traumatismes iatrogènes envers le tractus intestinal, l'appareil uro-génital ou bien envers des structures vasculaires car l'introduction se fait le plus souvent à l'aveugle.

Lors d'un abord laparoscopique abdominal ventral, la veine et l'artère épigastrique caudale sont les vaisseaux les plus fréquemment lésés alors que ce sont l'artère et de la veine iliaque circonflexe qui sont les plus touchées lors d'un abord laparoscopique paralombaire (Ragle C.A. et al. 1996). Les lésions de telles structures vasculaires entraînent une augmentation de la durée de la chirurgie, la formation d'hématomes sous-cutanés et d'un hémopéritoine qui gêne souvent la visibilité laparoscopique (Ragle C.A. et al. 1998b). Le saignement doit être stoppé soit par une ligature vasculaire, soit par l'utilisation d'électrochirurgie, soit en appliquant une pression à l'aide de compresses pour prévenir la formation de l'hématome (Shettko D.L. 2000). Lors de l'insertion du laparoscope dans la cavité péritonéale, une inspection minutieuse doit être réalisée dans le but de diagnostiquer un éventuel traumatisme iatrogène. Avant l'introduction de trocarts supplémentaires, une transillumination de la paroi

abdominale doit être réalisée afin de localiser les vaisseaux de la paroi abdominale et afin de ne pas les léser (Shettko D.L. 2000).

Les traumatismes iatrogènes des organes au cours d'une laparoscopie sont rares mais sont toutefois rapportés dans la littérature. En 2002, Rijkenhuizen A.B.M. et al. rapportent que sur 236 chirurgies laparoscopiques réalisées, le tractus gastro-intestinal a été perforé chez deux chevaux, incident qui a été fatal pour l'un d'entre eux. D'autre part, les auteurs relatent que la rate a été perforée chez 5 chevaux, mais que cela n'a pas compliqué la suite de la chirurgie. Afin de réduire les risques de perforation d'organes abdominaux, le chirurgien doit connaître l'anamnèse du patient en se renseignant sur quelques points (Crist D.W. et Gadacz T.R. 1993) : le cheval est-il prédisposé aux distensions abdominales, a-t-il subi des chirurgies antérieures, a-t-on déjà diagnostiqué une péritonite ou des adhésions au sein de la cavité abdominale ?

La localisation des sites d'insertion des trocarts est fondamentale lors d'une chirurgie laparoscopique selon un abord dans la fosse paralombaire. Un trocart positionné trop haut du côté gauche pourra léser le rein gauche alors que s'il est placé trop bas, la rate pourra être ponctionnée (Shettko D.L. 2000). Le caecum peut également être lésé lorsque l'insertion des canules laparoscopiques se fait à droite (Shettko D.L. 2000).

c- Les complications liées à la création d'un pneumopéritoine (Shettko D.L. 2000)

L'obtention d'un pneumopéritoine est essentielle afin d'entreprendre une chirurgie laparoscopique nous l'avons vu. Le pneumopéritoine peut cependant se compliquer par de l'emphysème sous cutané, par l'insufflation de gaz dans l'espace rétropéritonéal et enfin par des lésions dues à la transformation biochimique du dioxyde de carbone rémanent dans la cavité péritonéale (Crist D.W. et al. 1993).

Le mauvais positionnement de l'aiguille servant à la création du pneumopéritoine est un facteur qui favorise l'insufflation rétropéritonéale, à l'origine d'une douleur abdominale chez le patient (Shettko D.L. 2000, Desmaizières L.M. et al. 2003, Wilson D.G. 2002). Le diagnostic d'une insufflation péritonéale est difficile, et il semble que l'insertion des canules laparoscopiques sous contrôle visuel ne réduise pas l'incidence de cette complication (Desmaizières L.M. et al 2003). Les plans cutané et sous-cutané doivent par contre être fortement solidarisés à l'issue de la chirurgie pour prévenir l'insufflation rétropéritonéale et donc le décollement péritonéal consécutif (Desmaizières L.M. et al 2003).

Le dioxyde de carbone est le gaz de choix pour l'insufflation de la cavité péritonéale. Or il peut engendrer des conséquences délétères sur la santé du patient à savoir une péritonite chimique suite à sa transformation en acide carbonique, lequel peut irriter le péritoine (Rijkenhuizen A.B.M. et al. 2002). Le dioxyde de carbone qui persiste dans la cavité abdominale après la chirurgie est responsable d'un inconfort ; une douleur abdominale est d'ailleurs souvent décrite chez le cheval durant la phase post-opératoire (Fischer A.T. et al. 1986 ; Bouré L. et al. 1997).

De façon générale, la prévalence des douleurs abdominales post-opératoires est faible. D'autre part il semble que la décompression abdominale à la fin de la chirurgie par pression sur la paroi abdominale lorsque les canules sont toujours en place ou par aspiration soient bénéfiques pour le cheval (Shettko D.L. 2000).

Le pneumomédiastinum et le pneumothorax sont des complications rarissimes associées au pneumopéritoine mais qui ont été rapporté dans la littérature (Shettko D.L. 2000). Il semblerait qu'une diffusion crâniale du dioxyde de carbone depuis l'espace rétropéritonéal jusque dans le thorax soit possible. Une telle complication est suspectée chez le patient qui présente brutalement une augmentation des pressions ventilatoires ou une désaturation artérielle (Shettko D.L. 2000).

d- Les complications liées aux instruments laparoscopiques (Shettko D.L. 2000)

Des complications sont décrites dans la littérature suite à l'utilisation de matériel électrochirurgical (Hanrath M. et al. 2002, Phipps J.H. 1994, Shettko D.L. 2004). Des lésions thermiques peuvent se produire lorsque le bistouri mono ou bipolaire est activé alors qu'il est en contact avec un organe abdominal (Hanrath M. et al. 2002). La température au site d'action du bistouri électrique pourrait atteindre 320°C, ce qui suffit le plus souvent pour engendrer une nécrose tissulaire de 2 centimètres autour du site d'électrocoagulation (Phipps J.H. 1994). Les complications liées à l'emploi du matériel électrochirurgical semblent mieux documentées chez l'homme. Un sondage sur les complications de l'utilisation de matériel électrochirurgical réalisé en 1995 par le Collège Américain de Chirurgiens (The American College of Surgeons) a montré que 18% des chirurgiens ayant répondu rapportaient, au cours de leur carrière, un traumatisme thermique chez leur patient au cours de la laparoscopie (Tucker R.D. 1995). De façon générale, la dextérité laparoscopique doit être acquise avant d'utiliser du matériel électrochirurgical (Hanrath M. et al. 2002). Afin de minimiser les risques de traumatismes thermiques, les instruments et les tissus cibles doivent être constamment maintenus dans le champ visuel alors que l'électrode n'est activée que lorsque l'ensemble des tissus environnants est sous contrôle (Hanrath M. et al. 2002). D'autre part, la plupart des bistouris électriques sont activables grâce à une commande à pied. Il est donc important que le chirurgien fasse attention à ne pas le déclencher par inadvertance (Hanrath M. et al. 2002).

L'utilisation de matériel électrochirurgical paraît plus sûre sur un cheval sous anesthésie générale à cause du risque croissant de lésions thermiques lorsque l'animal bouge. Or Hanrath M. et al. rapportent qu'au cours de leur étude (2002), aucune complication liée à l'utilisation du matériel électrochirurgical sur le cheval debout n'a été rencontrée. L'électrochirurgie est donc selon les auteurs une technique efficace et sécuritaire pour réaliser l'hémostase de structures vasculaires (vaisseaux compris dans le mésorchium par exemple).

La source de lumière du laparoscope peut engendrer des traumatismes thermiques comparables lorsque elle se trouve au contact des viscères abdominaux. Le chirurgien prendra alors garde d'éloigner l'extrémité du laparoscope des organes (Shettko D.L. 2000).

e- Les complications infectieuses

Les infections du site chirurgical sont rares à cause de la faible taille des incisions. Par conséquent, peu de cas sont rapportés dans la littérature. Rijkenhuizen AB.M. et al. (2002) rapportent néanmoins 5 infections des sites d'entrée laparoscopiques sur les 236 chirurgies

laparoscopiques menées, ce qui correspond à un taux de complication de 2 %. Sur les 5 cas d'infections, 3 correspondaient à des sites d'entrée d'instruments laparoscopiques alors que dans 2 cas, il s'agissait de deux incisions élargies pour le passage des ovaires au cours d'une ovariectomie.

Les auteurs rapportent de plus qu'un cheval a présenté une infection du conduit déférent à la suite d'une castration laparoscopique.

f- Les complications spécifiques de la castration laparoscopique : la persistance du comportement mâle

La castration sous contrôle laparoscopique est une technique chirurgicale faiblement invasive au cours de laquelle les complications sont rares (Wilson D.G. 2002). En effet, l'insufflation rétropéritonéale ou la ponction d'organes abdominaux sont les principales complications rencontrées, surtout lorsque la laparoscopie a lieu debout, mais ces incidents sont plutôt liés à la technique laparoscopique en elle-même nous l'avons vu.

La complication la plus fréquemment décrite lors de castration laparoscopique sans orchidectomie correspond à la persistance de tissu testiculaire sécrétant et donc du comportement mâle chez certains chevaux (Bergeron J.A. et al. 1998, Rijkenhuizen A.B.M. 2002, Voermans M. et al. 2006). L'origine de cet échec sera discuté en détail au cours de l'étude expérimentale de ce travail.

Conclusion : L'apprentissage des différents risques associés à la chirurgie laparoscopique permet d'en réduire l'incidence de façon significative. La prévalence des complications laparoscopiques associées à la castration est significativement moins importante que celle des méthodes de castration conventionnelles. Le risque d'éventration et d'hémorragie postopératoire sont nuls lorsque la castration a lieu sous contrôle laparoscopique. Aussi, la faible taille des incisions chirurgicales réduit la cicatrisation postopératoire et donc la convalescence du cheval. Lorsque le testicule est laissé en place à l'issue de la chirurgie, aucune incision supplémentaire de la paroi abdominale n'est nécessaire. Les infections ou le gonflement postopératoire du site chirurgical sont alors moins importants, et une hernie inguinale post-chirurgicale est impossible car le testicule et son cordon occupent totalement l'anneau inguinal interne.

Notre étude porte sur l'évaluation d'une technique de castration de l'étalon sous contrôle laparoscopique qui vise à laisser le testicule en place. Nous allons maintenant documenter les méthodes d'évaluation de la suppression de la fonction de reproduction de l'étalon afin de justifier le protocole expérimental que nous avons choisi de suivre.

III- TECHNIQUES D'ÉVALUATION DE LA SUPPRESSION DE LA FONCTION DE REPRODUCTION

Le clinicien est parfois amené à consulter un cheval parce que selon les propriétaires et malgré la castration, « il se comporte toujours comme un étalon ». Aussi simple que cela puisse paraître, certaines situations s'avèrent être de véritables défis diagnostiques car très souvent l'histoire du cheval est mal connue des propriétaires. Il conviendra alors au clinicien d'exercer une démarche diagnostique rigoureuse afin d'apporter des réponses au propriétaire.

Nous allons développer dans cette partie les éléments sémiologiques et diagnostiques qui sont à la disposition du clinicien afin que celui-ci détermine si un cheval est castré ou pas.

Les méthodes non invasives d'évaluation de la suppression de la fonction de reproduction correspondent à une anamnèse, un examen clinique et échographique, et enfin une étude comportementale.

Même si ces méthodes ne permettent pas de solutionner le problème avec certitude, elles doivent être obligatoirement exploitées. En effet, elles permettent souvent d'orienter le clinicien dans son approche diagnostique.

A- L'anamnèse

L'anamnèse du cheval constitue une étape incontournable dans la démarche sémiologique du clinicien. Le clinicien doit questionner les propriétaires à propos d'une éventuelle castration au cours de la vie de l'animal, ou bien d'un éventuel diagnostic antérieur de cryptorchidie uni ou bilatérale. Si la plupart des propriétaires achètent un cheval alors qu'il est déjà adulte, certains sont éleveurs et possèdent leur cheval depuis la naissance. Ces derniers seront souvent plus précis dans l'aperçu historique du cheval.

Voici les quelques questions que devra poser le clinicien au propriétaire du cheval :

- Quel âge a le cheval ?
- A-t-il déjà été castré et par quelle technique ?
- Quand a-t-il été castré ?
- Un diagnostic de pathologie de l'appareil génital a-t-il déjà été diagnostiqué chez le cheval ?

L'anamnèse doit se poursuivre par des questions plus spécifiques afin d'évaluer plus précisément la fonction de reproduction du cheval. Le clinicien doit alors procéder à l'étude comportementale du patient.

B- L'étude comportementale

Il convient au clinicien de questionner les propriétaires à propos des relations que lie le cheval avec son environnement, ses congénères et l'homme. Rappelons toutefois que l'étude comportementale peut s'avérer faussement positive, et donc présenter un comportement comparable à celui d'un étalon alors que les testicules sont absents, dans 20 à 30 % des cas (Line S.W. et al. 1985). L'interprétation des informations comportementales apportées par le propriétaire sera plus significative si le propriétaire du cheval est celui qui a souhaité réaliser l'intervention. Il pourra apporter les raisons qui l'ont poussé à castrer son animal, donner son

avis sur les modifications comportementales qui ont suivi l'intervention chirurgicale, et en préciser le délai et l'efficacité.

Les questions que le clinicien devra poser aux propriétaires de façon à savoir si le cheval possède un comportement comparable à celui d'un hongre sont les suivantes :

- Le cheval présente-t-il des signes extérieurs suggérant une libido active (vocalises, flehmen à la vue des juments en chaleur...) ?
- Le cheval est-il agressif envers ses congénères ou envers l'homme ?
- Avez-vous noté des modifications comportementales après la castration, et en combien de temps se sont-elles manifestées ?

Le clinicien doit garder à l'esprit que l'interprétation du comportement est un critère subjectif dans l'évaluation de la fonction de reproduction de l'animal. Ainsi, ces informations utiles devront être interprétées avec prudence par le praticien.

C- L'examen clinique

(Blanchard T.L. et Varner D.D. 1998)

A l'issue d'un examen général complet qui permet de s'assurer que le cheval est en bonne santé, le clinicien doit réaliser un examen rapproché de l'appareil génital du patient. En effet, c'est la testostérone, produite majoritairement par le testicule qui est responsable des caractères sexuels secondaires du cheval. Même si les propriétaires affirment que le cheval est castré, une persistance même minime de tissu testiculaire peut expliquer que le cheval continue à manifester un tempérament comparable à celui d'un mâle. Le praticien doit pour cela vérifier par une inspection rapprochée et par une palpation de l'appareil génital que le cheval présente des caractéristiques physiques comparables à celles d'un hongre. Il doit par ailleurs exclure la présence de testicules cryptorchides abdominal ou inguinal.

L'inspection rapprochée ne doit révéler aucune déformation en région scrotale. La palpation externe du scrotum ne laisse percevoir aucun des deux testicules. Il arrive que la palpation de la région scrotale s'avère positive lorsque des anomalies sont présentes (hernie scrotale, hydrocèle, œdème scrotal...). Au cours de cet examen, l'anneau inguinal externe est palpable et un testicule inguinal peut parfois être détecté. Pour aider au diagnostic, un sédatif peut être administré au cheval. La tranquillisation induit un relâchement musculaire du muscle crémaster qui permet de rendre un testicule inguinal palpable. Cependant, la longueur du canal inguinal étant d'environ 10 centimètres, un testicule inguinal localisé relativement haut est difficilement rendu accessible, même après tranquillisation.

Une cicatrice est parfois présente sur le scrotum, elle signe qu'une incision a été réalisée mais ne permet en aucun cas d'affirmer que les testicules du cheval ont été retirés.

Si la palpation externe confirme l'absence des deux testicules en région scrotale, le clinicien doit alors entreprendre une palpation transrectale afin de détecter un éventuel testicule abdominal. Cette opération n'est pas aisée si bien que le diagnostic d'un testicule cryptorchide abdominal requière souvent l'utilisation d'un échographe.

D- Examen échographique des testicules

(Blanchard T.L. et Varner D.D. 1998)

L'examen échographique de la région scrotale est peu utilisé de nos jours, et pourtant c'est une méthode diagnostique simple et facile à réaliser, permettant d'apprécier des structures tissulaires inaccessibles par d'autres moyens non invasifs. Le cheval peut être placé

dans un travail pour faciliter la procédure. L'opérateur se place latéralement et en avant des postérieurs afin d'accéder à la région scrotale avec la sonde échographique. Une sonde linéaire de fréquence de 7,5 MHz convient parfaitement pour ce type d'examen. Pour le diagnostic échographique d'un cryptorchide abdominal, une sonde linéaire de 5 MHz est nécessaire et l'abord se fait par voie transrectale.

Nous ne détaillerons pas l'aspect normal de l'échographie des testicules, qui sert finalement à détecter des anomalies comme par exemple des masses intratesticulaires, ou bien à diagnostiquer un testicule cryptorchide abdominal. Nous retiendrons simplement que l'aspect normal du parenchyme testiculaire est homogène gris d'apparence granuleux. Une zone échographique anéchogène est visible à la périphérie du parenchyme ; elle correspond au liquide péritonéal compris entre les feuillets pariétal et viscéral de la tunique vaginale.

Deux informations apportées par l'examen échographique sont par contre très importantes pour la compréhension de notre étude. Les testicules étant laissés en place après la laparoscopie, il convient au praticien de pouvoir contrôler le volume testiculaire qui suit la nécrose avasculaire si bien sûr elle a lieu. Les mesures de la taille testiculaire sont très facilement réalisées par échographie car elles ne nécessitent pas une traction sur le cordon testiculaire pour le maintenir au fond de sa bourse comme c'était le cas avec le compas de mesure testiculaire. En effet, cette opération est souvent douloureuse et donc mal tolérée par le cheval. D'autre part, la mesure de la taille testiculaire par échographie est la méthode la plus objective, ce qui représente peut être le plus grand avantage.

Afin de mesurer le volume testiculaire, la longueur, la largeur et enfin la hauteur testiculaire sont appréciées. Le volume testiculaire peut alors être estimé, à partir d'une formule qui a été développée par l'équipe de recherche de la faculté de Pennsylvanie aux Etats-Unis (Blanchard T.L. et Varner D.D. 1998) et qui s'exprime par :

$$\text{Volume Testiculaire} = \frac{4}{3} \times \pi \times \frac{\text{longueur}}{2} \times \frac{\text{largeur}}{2} \times \frac{\text{hauteur}}{2} = 0,52 \times L \times H \times l$$

Trois images échographiques sont recherchées pour l'obtention des trois mesures, et nécessitent des localisations différentes de la sonde échographique. Les trois localisations de la sonde sont schématisées dans la figure ci-dessous (Figure 56).

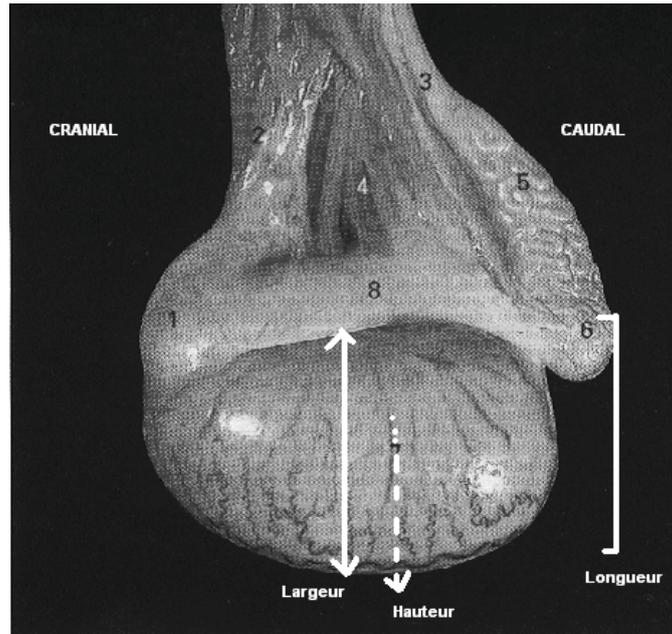


Figure 56 : Schéma de la face latérale d'un testicule gauche avec les trois localisations de la sonde échographique nécessaires à l'appréciation de la longueur, la largeur et la hauteur.
(Schéma modifié d'après Clayton H.M. et al. 1996)

Les mesures testiculaires correspondent à chaque fois à la distance qui sépare l'extrémité proximale et l'extrémité distale du parenchyme testiculaire.

L'échographie testiculaire permet par ailleurs d'apprécier l'importance de l'œdème scrotal ou d'autres anomalies comme l'hydrocèle par exemple. La castration est, nous l'avons vu, toujours suivie par une durée variable de gonflement du site chirurgical. Au cours de notre étude, il nous a paru essentiel d'objectiver l'importance de l'œdème scrotal à la suite de la chirurgie afin de comparer ce dernier à celui décrit lors de techniques de castration conventionnelles. L'œdème scrotal est facilement quantifiable lors de l'examen échographique. Il apparaît comme une zone anéchogène dans la cavité vaginale, dans laquelle les feuillets pariétal et viscéral s'individualisent alors nettement.

Cette dernière technique est donc une méthode diagnostique très utile car elle apporte des éléments de modification anatomiques importants alors que c'est une procédure non invasive. Cependant, d'autres examens complémentaires sont nécessaires afin d'explorer la fonction de reproduction de façon intégrale.

E- L'évaluation hormonale de la suppression de la fonction de reproduction

Ces dernières années, de nombreuses études ont été menées dans le but de mesurer les concentrations d'une grande variété d'hormones dans les fluides biologiques du cheval. Ces recherches ont permis de connaître les concentrations hormonales dans la circulation périphérique de l'étalon et de l'hongre normaux. Nous l'avons vu, les androgènes et les oestrogènes sont responsables de l'expression des caractères sexuels secondaires de l'étalon. Leur dosage sera donc impératif pour la détection d'un éventuel tissu testiculaire rémanent.

1. Dosage des androgènes sanguins avant et après stimulation

a- La testostéronémie basale (Nett T.M. 1993)

La testostérone est produite en faible quantité chez les équidés et majoritairement par le tissu testiculaire. Les glandes surrénales sont également capables de produire une faible quantité d'androgènes. Si le dosage de la testostérone dans la circulation périphérique est relativement aisé par des dosages radio immunologiques, elle peut également être mesurée dans les urines par ELISA (Al-Dujaili E.A. 2006) ou dans les crins (Anielski P. et al. 2005). La concentration dans le sang périphérique de testostérone varie au cours de la journée nous l'avons vu. Généralement, la testostéronémie est minimale le matin alors qu'elle devient maximale vers midi (Nett T.M. 1993). Une variation saisonnière est également observée avec des taux de testostérone dans le sang plus importants à la fin du printemps et en été (Nett T.M. 1993).

La testostérone est un paramètre sûr qui permet d'apprécier le fonctionnement de l'axe hypothalamo-hypophysaire. Cependant, les considérations précédentes obligent à récolter des échantillons sanguins toutes les 30 minutes pendant huit heures, le premier dosage devant être réalisé à 8 heures du matin ; afin d'obtenir une valeur de la testostéronémie significative (Nett T.M. 1993). Ce protocole étant relativement lourd, une alternative consiste à récolter une prise de sang en début d'après midi. Parce qu'il s'agit de l'heure de la journée où la testostéronémie est la plus haute, cet horaire est certainement le meilleur pour déterminer la persistance de tissu testiculaire expliquant la synthèse de testostérone (Nett T.M. 1993).

La testostéronémie de l'étalon varie de 65 à 1600 pg/mL selon les individus (Cox J.E. et al. 1973). D'autre part, l'auteur rapporte qu'il n'existe aucune différence quantitative entre la testostéronémie d'un étalon et celle d'un cryptorchide. D'après Nett T.M. (1993) une concentration de testostérone dans la circulation périphérique inférieure à 100 pg/mL confirme que la castration a été complète. Si les valeurs dépassent 200 pg/mL, cela indique que du tissu testiculaire fonctionnel persiste. Si la concentration de testostérone dans le sang est comprise entre 100 et 200 pg/mL, aucune conclusion n'est possible et d'autres examens diagnostics doivent être entrepris.

Lorsque l'axe hypothalamo-hypophysio-gonadique fonctionne normalement, la testostérone contrôle la production de LH hypophysaire en exerçant un rétrocontrôle négatif sur l'hypophyse. Donc, chez les hongres la concentration en LH dans le sang périphérique devrait être plus élevée que chez l'étalon (Nett T.M. 1993). Ainsi, lorsque le dosage de testostérone dans la circulation périphérique n'est pas conclusif, il peut être utile de doser la quantité de LH dans le sang afin de savoir si du tissu testiculaire fonctionnel est présent. En

plus d'une variabilité saisonnière et journalière, la LH présente de grandes variations interindividuelles, c'est pourquoi chaque laboratoire présente ses valeurs de référence (Nett T.M. 1993). Ainsi, le clinicien doit interpréter les résultats obtenus à partir des valeurs données par le laboratoire. Quand la testostéronémie n'a pas permis de conclure, si la concentration sanguine en LH est plus haute que celle d'un étalon normal, alors le clinicien peut conclure à une absence de tissu testiculaire et à une castration complète. Cependant, si cette valeur est inférieure aux valeurs de référence, alors du tissu testiculaire fonctionnel persiste (Nett T.M. 1993).

Le dosage de testostérone dans la circulation périphérique est tout de même une technique moyennement sensible qui ne donne pas des résultats significatifs dans 14% des situations (Cox J.E. et al. 1986). Pour augmenter la sensibilité du test, la testostéronémie est dosée après stimulation par la gonadotrophine humaine chorionique (hCG).

b- La testostéronémie après stimulation à la gonadotrophine humaine chorionique (hCG)

✘ Les propriétés de la gonadotrophine humaine chorionique

La gonadotrophine humaine chorionique a été utilisée pour explorer la fonction testiculaire chez de nombreuses espèces dont l'homme. Chez l'étalon, elle est de nos jours largement utilisée pour distinguer les chevaux cryptorchides des « faux castrés », ces derniers n'ayant plus de testicules et continuant pourtant à exercer leur tempérament mâle.

L'hCG possède exactement les mêmes propriétés biologiques et chimiques que la LH sauf qu'elle provient de l'espèce humaine. En se fixant sur les récepteurs cellulaires leydigiens, elle stimule la production de testostérone par le tissu testiculaire. La LH pourrait tout autant être utilisée pour la stimulation de la production de testostérone. Cependant, c'est une molécule glycosylée complexe qui est difficilement synthétisée.

Notons enfin que l'administration d'hCG aux juments engendre toujours une réaction antigénique où une grande quantité d'anticorps est produite. Si le phénomène est fréquent chez la jument, il n'est pas documenté chez le mâle, cependant les risques de choc allergique sont toujours présents.

✘ Les utilisations pratiques de l'hCG

En 1973, Cox J.E. et al. suggèrent que la testostéronémie mesurée 30 minutes après l'injection par voie intraveineuse de 12 000 unités internationales d'hCG suffit pour la distinction d'un cryptorchide avec un hongre. Les chevaux cryptorchides ont une testostéronémie basale haute (supérieure à 100 pg/mL) alors qu'une nette augmentation de cette valeur est observée en réponse à la stimulation par l'hCG (Cox J.E. et al. 1986).

Les « faux castrés », comme les hongres normaux, présentent une testostéronémie basale faible et aucune réponse à la stimulation à l'hCG (Cox J.E. et al. 1986). Parfois, certains chevaux cryptorchides présentent une testostéronémie basale faible mais par contre la réponse à la stimulation à l'hCG est toujours positive. Nous comprenons alors pourquoi il ne faut pas se contenter de mesurer la testostéronémie basale lorsqu'on désire expliquer la persistance du comportement mâle chez un cheval. Dans 6,7% des cas cependant, les résultats obtenus ne sont pas significatifs, la sensibilité du test étant tout de même nettement meilleure que celle d'un dosage de testostéronémie basale (Cox J.E. et al. 1986).

Les doses d'hCG à injecter au cheval varient énormément dans la littérature, de même que le moment de prélèvement sanguin pour le dosage de la testostéronémie après stimulation. Les valeurs varient entre 2 500 UI (Nett T.M. 1993) à 12 000 UI (Cox J.E. et al. 1973) alors que le délais de mesure de testostérone après la stimulation varie entre 30 minutes (Cox J.E. et al. 1973) et trois jours (Silberzahn P. et al. 1989).

Finalement, chaque laboratoire possède de nos jours son protocole spécifique quant à la stimulation de la production de testostérone par l'hCG. Le clinicien devra suivre alors le protocole indiqué par le laboratoire car c'est seulement sous cette condition que ce dernier saura interpréter les résultats.

Le test est positif lorsque la testostéronémie après stimulation dépasse 100 pg/mL, le clinicien conclut alors à la persistance de tissu testiculaire fonctionnel chez le cheval (Cox J.E. et al. 1973). De la même façon une testostéronémie après stimulation inférieure à 40 pg/mL conclut à l'absence de tissu testiculaire chez le patient.

Afin d'augmenter la sensibilité du test, il est préférable d'administrer l'hCG le matin avant les pics de sécrétion de LH et de testostérone à la mi journée (Nett T.M. 1993).

Conclusion : Le test de stimulation de la production de testostérone à l'hCG est donc un test sensible qui permet de détecter la présence de tissu testiculaire rémanent. Dans 6,7% des cas cependant, un doute peut persister. C'est pour aider le clinicien dans sa démarche diagnostique que d'autres tests se sont développés comme par exemple le dosage des estrogènes sanguins, qui sont rappelons-le synthétisées en quantité importance chez le cheval.

2. Dosage des estrogènes sanguins

A la différence de la testostérone, les estrogènes sont uniquement produits par le tissu testiculaire et à 98% conjugués (Raeside J.I. 1978). En 1975 puis en 1977, Ganjam V.K. et Kenney R.M. mettent en évidence l'intérêt du dosage des estrogènes non-conjugués sur un simple échantillon sanguin pour la détection de tissu testiculaire rémanent chez le cheval.

En 1973, Cox J.E. mène une expérimentation sur 126 animaux présentant une persistance du comportement mâle alors qu'aucun des deux testicules n'est palpable en région scrotale. Dans bien des cas, la testostéronémie après stimulation à l'hCG était comprise entre 40 et 100 pg/mL chez les chevaux, et laissait donc un doute quant au diagnostic. Un dosage des estrogènes totaux libres (forme non conjuguée) a été couplé aux résultats précédents et le diagnostic final établi pour chaque cheval. Ainsi, Cox J.E. et al. suggèrent en 1973 que le dosage des estrogènes sanguins non conjugués est une méthode fiable qui permet la détection de tissu testiculaire fonctionnel.

Cependant, lorsque Raeside J.I. affirme en 1978 que la majorité des estrogènes sanguins sont présents sous forme conjuguée ; il suggère de les utiliser préférentiellement pour le diagnostic de cryptorchidie chez les Équidés. Les valeurs de référence sont très variables selon les auteurs. Nett T.M. (1993) considère qu'il y a absence de tissu testiculaire et donc que la castration a été efficace si la quantité d'estrogènes sanguins conjugués est inférieure à 100 pg/mL. Pour Cox J.E. (1986), le cheval doit présenter moins de 50 pg/mL d'estrogènes sanguins conjugués pour valider l'absence de tissu testiculaire. La détection de tissu testiculaire fonctionnel persistant est possible dès que la concentration sanguine d'estrogènes conjugués dépasse respectivement 200 et 400 pg/mL pour Nett T.M. (1993) et

Cox J.E. (1986). Entre les deux valeurs de référence, les résultats obtenus ne permettent pas de conclure.

D'après Cox J.E. (1986), les chevaux cryptorchides produiraient moins d'estrogènes que les étalons normaux parce que la production d'estrogènes semble être liée à la taille testiculaire. Le testicule cryptorchide est en effet atrophié, il produit peu de testostérone et une quantité plus faible mais tout de même importante d'estrogène (supérieure à 400 pg/mL) par rapport à un testicule normalement descendu.

Si le test est sensible, des limites quant à son utilisation sont tout de même perceptibles. En effet, il semblerait que l'âne mâle ne produise pas d'estrogènes conjugués ou d'estrone libre. Ces derniers ne peuvent en tout cas être détectés dans les urines alors que la détection est aisée chez le cheval ou le zèbre (Cox J.E. 1986).

Il semble également que l'utilisation de ce test soit limitée chez les chevaux de moins de 3 ans chez qui la production d'estrogènes est très faible (Cox J.E. 1986). Les travaux de Gaillard J.L. et Silberzahn P. (1987) montrent un an plus tard que l'aromatation testiculaire, ultime opération nécessaire avant la synthèse d'estrogènes circulants, est réalisée par les microsomes testiculaires qui sont présents en quantité négligeable avant 2 ans d'âge.

Chez les autres, le dosage des estrogènes est un test très sensible dont le succès est évalué à 96% selon Cox J.E. (1986) si l'on exclut du test les ânes et les jeunes de moins de 18 mois. Le grand intérêt de ce dosage est qu'il peut être réalisé de façon satisfaisante avec une seule prise de sang et sans stimulation. Silberzahn P. et al. (1989) tentent par ailleurs de comparer les réponses à une stimulation par de l'hCG des productions de testostérone et d'estrogènes. Ils concluent que contrairement aux androgènes, la production d'estrogènes ne répond pratiquement pas à une stimulation par de l'hCG.

Un dosage unique d'estrogènes sanguins conjugués est donc un indicateur fiable de la présence de tissu testiculaire fonctionnel; celui-ci devant être couplé à un dosage d'androgènes après stimulation à l'hCG lorsqu'il s'agit d'un cheval de moins de 3 ans ou plus vieux (Cox J.E. 1986).

F- Les biopsies testiculaires

(Threlfall W.R. 1993)

La biopsie testiculaire a d'abord été utilisée pour évaluer la qualité du liquide séminal et pour ainsi aider à diagnostiquer et à classer par gravité lésionnelle la dégénérescence testiculaire chez l'homme. Puis elle s'est développée en médecine vétérinaire, où elle servait d'abord à distinguer les aspermies obstructives des formes non obstructives, à classer les oligospermies, mais également à apporter des informations quant au pronostic et au traitement de ces affections. Les biopsies testiculaires servent de nos jours à diagnostiquer toutes sortes d'anomalies testiculaires qui ne rentrent pas dans les objectifs de notre étude. Cependant, elle apporte des renseignements fondamentaux quant à la nature des structures cellulaires qui peuvent être observés plusieurs mois après une chirurgie de castration qui vise à laisser les testicules dégénérer en place. La biopsie testiculaire rentre dans le cadre des techniques invasives d'évaluation de la suppression de la fonction de reproduction.

1. Généralités à propos de la biopsie testiculaire

(Threlfall W.R. 1993)

La biopsie testiculaire permet de diagnostiquer un grand nombre d'entités pathologiques, mais également de distinguer les affections inflammatoires des affections non inflammatoires ou encore des phénomènes néoplasiques. Dans le cadre de notre étude, elle serait utile pour la détermination de structures vasculaires éventuellement présentes dans le tissu testiculaire, démontrant alors que la nécrose n'est pas totale. La biopsie a été indiquée par certains auteurs dans des cas de cryptorchidisme, le testicule retenu dans la cavité abdominale ou dans le canal inguinal étant souvent non fonctionnel, fibrotique et parfois même néoplasique (Levin H.S. 1979).

Lorsque les testicules sont de taille et de consistance identiques, la biopsie d'un seul des deux testicules s'avère suffisante pour l'obtention d'un résultat significatif (Threlfall W.R. 1993). Chez l'homme, des prélèvements très petits de 10 milligrammes provenant du testicule droit suffisent pour être représentatifs des deux testicules ; la quantité et la qualité du sperme sont même homogènes dans l'ensemble du parenchyme testiculaire (Threlfall W.R. 1993). Si les testicules sont de taille et de consistance identiques, la biopsie unilatérale du testicule gauche permet chez l'homme d'évaluer dans 85% des cas la production de spermatozoïdes ; en raison de l'uniformité de la spermatogénèse au sein des deux testicules (Threlfall W.R. 1993). Cependant, si la biopsie est réalisée de façon bilatérale, elle permet au pathologiste de distinguer des lésions généralisées des lésions localisées, ce qui peut s'avérer intéressant.

Plusieurs méthodes d'interprétation de la biopsie testiculaire sont décrites dans la littérature. Elles sont basées sur la relation qui existe entre le nombre de cellules germinales ou de cellules de Sertoli par tube séminifère et la quantité de sperme produite lors d'un éjaculat chez l'homme (Threlfall W.R. 1993). L'une de ces méthodes vise à interpréter le ratio entre les cellules de Sertoli et les cellules germinales dans le tube séminifère. L'autre méthode compare le nombre de cellules germinales avec la circonférence du tube séminifère. Cette dernière méthode est beaucoup plus sensible que la première lorsque les lésions sont sévères (Threlfall W.R. 1993). La comparaison entre les quantités de chaque type cellulaire dans le tissu lésionnel avec la composition cellulaire de référence dans le parenchyme testiculaire permet de localiser la lésion, de savoir quel est le type cellulaire le plus atteint au sein de l'épithélium germinal.

A l'heure actuelle, le lien entre les résultats de la biopsie testiculaire et la fertilité de l'étalon n'a pas encore été documenté. Dans la démarche de notre étude, il s'agit cependant d'un examen fort intéressant qui permet d'identifier s'il demeure des cellules fonctionnelles dans les tubes séminifères, et par là même un tissu testiculaire viable.

2. Les techniques de prélèvement

Nous allons désormais présenter les trois techniques de prélèvement du tissu testiculaire qui sont réalisées chez l'homme et chez certains animaux domestiques de laboratoire. Elles peuvent être de la même façon appliquées aux équidés.

- **La biopsie incisionnelle ou ouverte** (Threlfall W.R. 1993)

Il s'agit de la méthode de prélèvement la plus couramment utilisée chez l'homme et les carnivores domestiques (Threlfall W.R. 1993). Après avoir tondu et désinfecté de façon chirurgicale la région scrotale, une anesthésie locale de la peau et du plan sous cutané du scrotum est réalisée. Une incision de 0,5 centimètres au plus (pour être le moins traumatisant possible) est réalisée à travers le scrotum et l'albuginée. Généralement, la pression interne du parenchyme testiculaire sur ses enveloppes engendre la protrusion de celui-ci au delà de l'incision. Le tissu testiculaire proéminent est alors disséqué soigneusement à l'aide d'une lame de scalpel puis placé immédiatement dans la solution de fixation. Puis, la tunique albuginée et le scrotum sont suturés. Cette technique, la plus traumatique des trois, permet d'obtenir une quantité tissulaire importante (Threlfall W.R. 1993).

- **La biopsie à l'aiguille** (Threlfall W.R. 1993)

Cette méthode utilise une aiguille à biopsie qui va permettre de prélever du tissu testiculaire. Si la désinfection de la région scrotale doit être soigneusement réalisée, la tonte, elle, n'est pas obligatoire. Le scrotum est anesthésié localement dans son plan cutané et sous-cutané. Une incision cutanée de 0,5 centimètres de long est réalisée à l'aide de la pointe d'une lame de bistouri, puis l'aiguille à biopsie est introduite à travers l'incision puis la tunique albuginée et le tissu testiculaire. Généralement cette méthode est bien tolérée par le cheval à cause du manque de fibres nerveuses dans le parenchyme testiculaire. Par conséquent, elle est facilement réalisée sur un cheval debout. Le prélèvement de tissu testiculaire est récupéré dans l'aiguille à biopsie et il est immédiatement placé dans le fixateur. L'incision scrotale n'est pas suturée mais simplement recouverte par une pommade antibiotique. L'administration d'antibiotiques par voie générale après l'intervention n'est pas nécessaire si l'asepsie est correctement entretenue (Threlfall W.R. 1993). Le prélèvement fournit, grâce à l'aiguille à biopsie, un échantillon de tissu testiculaire d'environ un millimètre de diamètre sur 2 à 6 millimètres de longueur.

- **L'aspiration à l'aiguille** (Threlfall W.R. 1993)

Cette dernière technique est celle actuellement employée chez l'homme et de manière expérimentale chez nos mammifères domestiques (Threlfall W.R. 1993). Après une préparation chirurgicale et une anesthésie locale de la région scrotale, le testicule est ponctionné directement à travers la peau à l'aide d'une aiguille de 20 ou 23 gauges. Une petite quantité de tissu testiculaire est aspirée à l'aide d'une seringue de 5 millilitres. Le prélèvement est ensuite étalé sur une lame pour un examen cytologique, ou placé dans un fixateur pour un examen histologique. Cette technique est très peu invasive mais son interprétation est parfois difficile. Elle permet de mettre en évidence quelques tubes séminifères intacts et donc des cellules germinales de tout type, y compris des cellules de Sertoli.

L'opérateur peut à tout moment utiliser l'échographie afin de mieux visualiser le parenchyme testiculaire.

La qualité du fixateur utilisée est très importante pour l'interprétation histopathologique (Threlfall W.R. 1993). La solution de Bouin est bien adaptée à ce type de prélèvement car il ne lèse pas les tissus et permet de visualiser les détails nucléaires. Le prélèvement doit être placé rapidement dans le fixateur afin que l'examen soit de qualité, puis laissé en place au moins 6 à 12 heures. Cependant, le prélèvement ne doit pas être laissé plus de 24 heures dans

le fixateur, car il risque de devenir trop dur et donc de rendre sa découpe au microtome difficile. Le formol de Zenker peut également être utilisé comme solution de fixation, cependant il engendre une perte de l'architecture des tubules qui peut tromper l'histopathologiste. Le formol 10% est par contre déconseillé en raison du rétrécissement cellulaire qu'il induit et parce qu'il fournit une mauvaise évaluation des images nucléaires. Il cause même souvent la perte des spermatozoïdes matures.

3. Les complications inhérentes à la biopsie testiculaire

Il existe en effet des complications associées à cette technique diagnostique plus ou moins invasive, peut être est-ce d'ailleurs ce qui explique que la biopsie testiculaire soit relativement peu développée chez les équidés (Threlfall W.R. 1993).

Le prélèvement à l'aiguille à biopsie est une technique sûre qui permet d'évaluer les anomalies du tissu testiculaire sans provoquer de lésions histologiques dans son parenchyme (Threlfall W.R. 1993).

La biopsie incisionnelle est relativement traumatisante, elle entraîne généralement une diminution de la quantité totale de spermatozoïdes alors que le nombre de spermatozoïdes anormaux augmente (Threlfall W.R. 1993). Des modifications dégénératives des tubes séminifères se produisent, des adhérences entre les enveloppes testiculaires se forment, impliquant une détérioration quantitative et qualitative de la spermatogénèse et enfin une hémorragie peut persister entre 2 semaines et 4 mois suivant la biopsie testiculaire (Threlfall W.R. 1993). Afin d'en réduire l'occurrence, le chirurgien peut exercer une pression à la compresse pendant une à deux minutes pour faciliter l'hémostase (Threlfall W.R. 1993). Toutes les recherches effectuées à ce jour montrent que la biopsie testiculaire incisionnelle est toujours suivie d'une diminution transitoire de la production de spermatozoïdes plusieurs semaines à plusieurs mois après l'intervention (Threlfall W.R. 1993). Cette variation quantitative transitoire de la spermatogénèse serait due à la réaction inflammatoire qui suit l'intervention, engendrant une chaleur localisée néfaste au bon déroulement de la production de spermatozoïdes, ou encore à des réactions auto-immunes impliquant les spermatozoïdes (Threlfall W.R. 1993). L'inflammation induite par la biopsie testiculaire peut être prévenue si la technique est prudemment réalisée et si les conditions de stérilité sont maintenues (Threlfall W.R. 1993).

La lecture histologique laisse parfois apparaître des artéfacts, qui semblent épargnés lorsque la manipulation du prélèvement est méthodique et soigneuse. Le plus souvent, une interprétation difficile est due à une mauvaise qualité du tissu de prélèvement (Threlfall W.R. 1993). La pression exercée sur le testicule par le praticien doit être légère à modérée afin de ne pas léser l'architecture tissulaire physiologique (Threlfall W.R. 1993). Une manipulation exagérée du prélèvement ou sa préhension à l'aide d'une pince favorise l'apparition de lésions artéfactuelles. L'utilisation d'une lame émoussée lors de l'incision peut par ailleurs provoquer des traumatismes iatrogènes du tissu testiculaire.

La complication la plus couramment rencontrée après la biopsie testiculaire correspond à la formation d'un hématome entre les enveloppes testiculaires et la plus superficielle d'entre elles, c'est à dire le scrotum (Threlfall W.R. 1993). Le plus souvent, il se forme suite à une manipulation testiculaire excessive ou lorsque l'hémorragie n'est pas contrôlée à l'issue de l'intervention.

Des adhérences entre les enveloppes testiculaires sont également souvent rencontrées lors de biopsies incisionnelles chez le chien (Threlfall W.R. 1993). Elles seraient plutôt dues à une mauvaise apposition des enveloppes incisées au cours de la suture. La suture minutieuse de la tunique vaginale à la fin de l'intervention permet alors de réduire l'incidence des adhérences (Threlfall W.R. 1993).

Chez le cheval, les sites de biopsie sont à l'origine de la formation de tissu de granulation, d'une infiltration vasculaire localisée dans le parenchyme testiculaire (Threlfall W.R. 1993). Cependant, les répercussions sur le tissu testiculaire sont minimales.

Ainsi, la biopsie testiculaire est très utile dans de nombreuses situations cliniques. Outre les informations qu'elle apporte lorsqu'il s'agit d'évaluer la fertilité de l'étalon, elle permettrait d'évaluer si du tissu testiculaire demeure viable dans le cadre de notre étude expérimentale. Cependant, son recours n'est pas sans inconvénient. Le clinicien devra évaluer quelle méthode utiliser dans quelle situation, afin d'obtenir l'information la plus significative possible en limitant au maximum les lésions testiculaires.

CONCLUSION : La fonction de reproduction de l'étalon est une entité complexe, dont la compréhension passe par une connaissance parfaite de l'anatomie, de la physiologie et de l'endocrinologie qui lui sont relatives. Les conséquences comportementales de l'endocrinologie de l'étalon décident bien des propriétaires à envisager la castration de leur animal. Technique chirurgicale sans doute la plus ancienne, elle est de nos jours la chirurgie la plus couramment pratiquée en médecine équine. Il existe tant de techniques de castration différentes qu'il est clair qu'aucune d'entre elle n'est parfaite. Parce que souvent associée à des complications rares mais grave, la castration a poussé les chercheurs à adapter les nouvelles technologies chirurgicales à cette procédure ancestrale. C'est ainsi que la laparoscopie, d'abord largement utilisée lors de cryptorchidisme chez le cheval et parce que c'est une technique chirurgicale non invasive, pourrait réduire l'incidence des complications postopératoires de la castration, réduire le temps de convalescence lequel est un paramètre très important pour le cheval de sport.

2^{ème} Partie : Etude expérimentale

Nous l'avons vu, la castration est une chirurgie communément réalisée dans le quotidien du praticien équin. S'il s'agit d'une chirurgie de convenance, elle n'en est pas moins associée à des complications. Certaines d'entre elles peuvent même être dramatiques pour le cheval et peuvent le mettre en danger de mort ; comme par exemple l'éviscération ou encore l'hémorragie sévère après la castration. Beaucoup de techniques chirurgicales de cryptorchidectomie ou de castration ont été décrites sous contrôle laparoscopique, pour la plupart se réalisant sur un cheval couché.

En 1999, le Pr. Rijkenhuizen de l'université d'Utrecht propose une technique de castration du cheval debout sous contrôle laparoscopique parce qu'elle comptait parmi sa clientèle beaucoup de chevaux frisons. Ces chevaux, souvent castrés âgés, sont très sensibles à l'anesthésie générale et ont souvent des anneaux inguinaux larges si bien que le risque d'hernie inguinale postopératoire n'est pas moindre. La technique chirurgicale consistait à effectuer une double ligature du cordon testiculaire puis à sectionner celui-ci entre les deux ligatures. Le testicule est alors laissé en place et subit une nécrose avasculaire. Cette technique, plusieurs fois améliorée par l'université de Hollande montre aujourd'hui un taux de succès de 96 %.

Nous avons choisi de mener une étude visant à évaluer une technique laparoscopique quasi identique à celle proposée par Rijkenhuizen A.B.M. à l'exception de deux paramètres. Le chirurgien réalise une traction sur le cordon spermatique à l'aide d'une pince à préhension atraumatique visant à placer la double ligature le plus distalement possible. La deuxième différence réside en une électrocautérisation des structures vasculaires qui courent dans le mésorchium. D'autre part, les moyens mis en œuvre pour évaluer la stérilisation des animaux n'est pas la même. Alors que Rijkenhuizen A.B.M. réalise une testostéronémie basale à l'issue de la chirurgie, nous avons choisi de doser la testostérone dans la circulation périphérique après stimulation par la gonadotrophine humaine chorionique.

Après avoir présenté la technique chirurgicale, le protocole d'étude puis les résultats obtenus lors de la castration des chevaux selon ce principe, nous étudierons la faisabilité et l'intérêt de cette technique.

I- MATERIEL ET METHODE

L'étude a été menée depuis Août 2005 au sein de la clinique vétérinaire de Grosbois à Boissy-Saint-Léger, et est toujours en cours à l'heure actuelle. Nous avons fixé une date-butoir dans le cadre de ce travail à Mai 2006.

Dans le cadre de cette étude, un protocole expérimental a été mis en place.

A- Animaux

10 chevaux de race différente ont participé à l'étude. Ces chevaux étaient tous pubères et âgés de 1,5 à 9 ans (Tableau 7).

Patient	AGE (en année)	Race
Patient 1	3	Trotteur Français
Patient 2	3	Trotteur Français
Patient 3	5	Trotteur Français
Patient 4	4	Trotteur Français
Patient 5	6	Pur sang arabe
Patient 6	9	Trotteur Français
Patient 7	4	Cheval de selle
Patient 8	5	Trotteur Français
Patient 9	1,5	Arabo-boulonnais
Patient 10	2	Cheval de selle

Tableau 7 : Age et race des chevaux ayant été soumis à une castration par laparoscopie debout.

Afin de servir de témoin, un cheval a été inclus dans l'étude, soumis aux mêmes dosages et opéré par une technique de castration « classique » (Tableau 8).

Patient	AGE (en année)	Race	Technique de castration
Patient 11	12	Arabe barbe	Castration inguinale à testicule couvert et cordon découvert, CV couché

Tableau 8 : Age, race du cheval utilisé comme témoin et technique de castration utilisée.

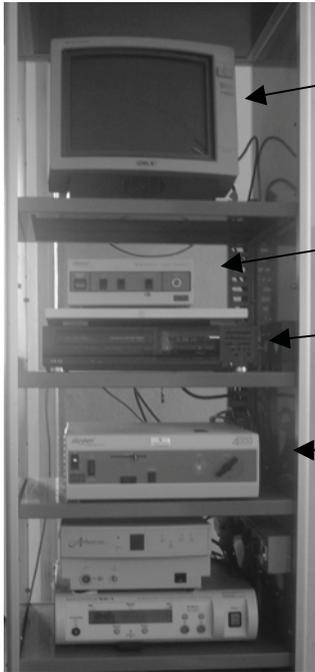
Tous les chevaux ont été soumis à un examen clinique préopératoire. Celui-ci comprenait un examen général classique puis une inspection et une palpation de la région scrotale, et enfin une numération et formule sanguine. Les chevaux n'ont pas été soumis à une palpation transrectale avant l'intervention. Tous les chevaux se trouvaient en bonne santé à l'issue des examens clinique et biologique durant la phase préopératoire.

B- Matériel laparoscopique

Le matériel suivant a été utilisé pour réaliser les castrations par laparoscopie :

- Un laparoscope : rigide, de 60 cm de long avec une lentille oblique de 30° (Photo 3, Planche 1)
- Une source de lumière: à arc électrique de type xénon (Photo 1, Planche 1)
- Un moniteur vidéo (Photo 1, Planche 1)
- Une caméra vidéo tri CDD avec un système d'enregistrement (Photo 1, Planche 1)
- Un insufflateur électronique automatique de CO2 (Photo 4, Planche 1)
- Des canules et des trocars : de 10 mm de diamètre, à pointe triangulaire et de 15 cm de long. Le trocart présente un cône de sécurité rétractable (Photos 2, 5-6, Planche 1)
- Des réducteurs de 5 mm
- Une pince babcock avec un manche à crémaillère (Photos 2, 8, Planche 1)
- Des ciseaux laparoscopiques de Metzenbaum (Photo 7, Planche 1)
- Un porte aiguille laparoscopique
- Une aiguille coelioscopique pour anesthésie locale avec sa gaine de protection (Photo 2, Planche 1)
- Un pousse nœud laparoscopique (Photo 9, Planche 1)
- Un rétracteur
- Un bistouri électrique bipolaire
- Une lame de bistouri n°23
- Du fil de suture résorbable décimale 5
- Des flacons de lidocaïne 2% (Photo 10, planche 1)

PLANCHE 1



Moniteur
 Vidéo caméra
 Système d'enregistrement
 Source de lumière (Lampe halogène)

Photo 1



Photo 2 (Optomed®)



Photo 3

(D'après Hendrickson D.A. 2000)



Photo 4 (Optomed®)



Photo 5 (Optomed®)



Photo 6 (Optomed®)



Photo 7 (Optomed®)

Photo 8 (Optomed®)



Photo 9 (Optomed®)



Photo 10

C- Protocole préopératoire

Tous les chevaux castrés par laparoscopie sont soumis à une diète préopératoire. Les concentrés sont retirés 24 heures avant la chirurgie alors que le fourrage est enlevé entre 48 et 72 heures avant.

La veille de la chirurgie, les fosses paralombaires gauche et droite et le sillon jugulaire sont tondu.

Le jour de la chirurgie, chaque cheval reçoit un anti-inflammatoire non stéroïdien afin de réduire la douleur per et postopératoire. Chaque cheval reçoit de la phénylbutazone à la posologie de 4 mg/kg une fois par jour par voie intraveineuse (Ekybute® Injection). Chaque cheval reçoit également 20 000 UI/kg de pénicilline procaïne (Dépocilline®) dans un but prophylactique, par voie intramusculaire profonde le jour de la chirurgie.

Un cathéter intraveineux (80 millimètres de long, 2,4 millimètres de diamètre, 12 gauges) est placé dans le sillon jugulaire de chaque cheval après avoir été tondu et désinfecté de façon chirurgicale.

Le cheval est ensuite placé dans une barre de contention. Un surfaix est placé autour de l'encolure du cheval et une bande de queue est réalisée (Photos 1-2, Planche 2). Une longe tendue et attachée au surfaix relie le garrot à la base de la queue en suivant la ligne du dessus.

Une sonde urinaire est placée à demeure afin que la vessie ne gêne pas la visualisation laparoscopique lors de l'intervention en région abdominale caudale (Photo 3, Planche 2). D'autre part, le sondage urinaire préopératoire permet de réduire fortement le risque de perforation de la vessie au cours de la chirurgie.

Les fosses paralombaires droite et gauche préalablement tondues sont désinfectées de façon chirurgicale.

D- Protocole anesthésique

La prémédication des chevaux est réalisée à l'aide d'acépromazine (à la posologie de 0,1 mg/kg par voie intramusculaire 30 minutes avant l'intervention chirurgicale ; Vétranquil® Injectable 1%).

Lorsqu'il est placé dans la barre de contention, le cheval reçoit de la détomidine par voie intra-veineuse lente (à la posologie de 10 µg/kg ; Domosédan®) afin d'induire une sédation légère.

Une perfusion continue de détomidine est mise en place afin de maintenir le cheval sous sédation poussée tout le long de la chirurgie à la posologie de 0,1µg/kg/min. Pour cela, 0,6 mL de détomidine est diluée dans 250 mL de Lactate Ringer alors que la perfusion démarre une fois que la chirurgie a commencé.

E- Protocole opératoire

1. Préparation du site

Trois anesthésies locales sont réalisées en regard des futurs sites d'insertion des trocarts à l'aide de chlorhydrate de lidocaïne 2% (10 à 20 mL par site ; Xylovet®). Ces anesthésies locales sont réalisées de façon traçante afin de désensibiliser le péritoine, les muscles abdominaux et la peau (Photo 4, Planche 2). Chaque flanc est traité, mais le chirurgien commence par la fosse paralombaire gauche.

L'anesthésique local est appliqué en regard des futurs sites d'insertion des trocarts, selon les repères suivants :

- **Trocart n°1 (T1)** : dans le creux du flanc, à l'angle de la dernière côte, il servira à l'introduction du laparoscope.
- **Trocart n°2 (T2)** : il est situé à 7 centimètres ventralement et à 2 cm caudalement à T1, il servira à l'introduction d'instruments laparoscopiques (Pince Babcock et aiguille laparoscopique).
- **Trocart n°3 (T3)** : il est situé 7 centimètres ventralement et à 2 centimètres caudalement à T2, il servira à l'insertion du porte aiguille laparoscopique.

L'anesthésie locale des fosses paralombaires est réalisée avant le dernier lavage chirurgical. Après désinfection chirurgicale de la zone tondue, le chirurgien réalise le drapping du site chirurgical (Photo 5, Planche 2). Un spray collant est appliqué sur la périphérie de chaque région paralombaire afin de faciliter le maintien des champs stériles, alors qu'une alèse 250 × 120 centimètres est placée sur le dos. L'alèse est fixée à l'aide de pinces à champs stériles sur la longe le long de la ligne du dos. A l'aide d'une paire de ciseaux stérile, deux fenêtres sont réalisées en regard de chaque fosse paralombaire, les marges du champ stérile étant fixées à la peau par des agrafes (Photo 6, Planche 2).

Planche 2



Photo 1



Photo 2



Photo 3

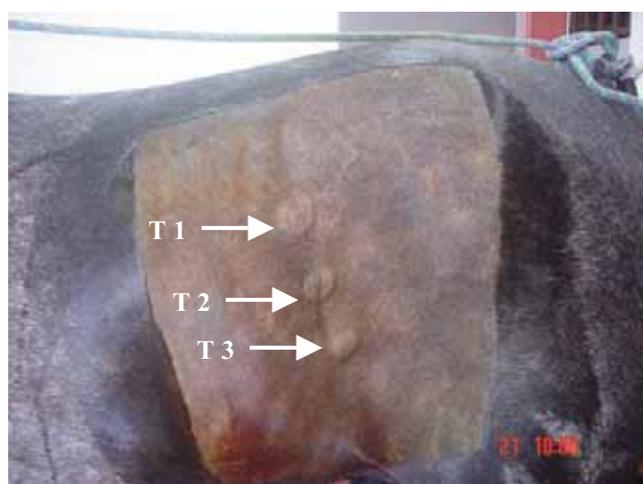


Photo 4



Photo 5



Photo 6

2. Insertion des canules laparoscopiques

Une petite incision cutanée est réalisée en regard du site T1 désensibilisé. Une première canule laparoscopique contenant le trocart n°1 est introduite à l'aveugle, par des mouvements de rotation de la main et en direction caudo-ventrale. La présence de la canule dans l'espace péritonéal est confirmée par l'existence d'une pression intra-abdominale négative qui entraîne l'aspiration d'air dans l'abdomen (sifflement). Une fois le péritoine franchi, le trocart est retiré et la canule laissée en place. Cette dernière est reliée à l'insufflateur automatique à dioxyde de carbone afin que l'abdomen se distende progressivement. Le débit est réglé à 7-10 litres/minutes jusqu'à que la pression intra abdominale atteigne 10 millimètres de mercure.

La distension abdominale est maintenue à 10 millimètres de mercure pendant toute la durée de la chirurgie.

Le laparoscope rigide de 60 centimètres de long et de 30 degrés est introduit dans la canule en place, puis branché à la source de lumière et à la caméra vidéo. Le chirurgien débute alors l'exploration méticuleuse de la région inguinale afin de détecter d'éventuels traumatismes d'origine iatrogène.

Puis deux autres incisions cutanées de 1,5 centimètres de long sont réalisées en regard de T2 et T3. Les trocarts n°2 et 3 et les canules sont introduits selon la localisation sus-citée, exactement selon la même procédure que pour le trocart n°1 et sous contrôle laparoscopique (Photos 1-2-3, Planche 3).

Enfin, les trocarts n°2 et 3 sont retirés et les canules laissées en place, elles serviront de porte d'entrée pour les instruments laparoscopiques.

3. Anesthésie et préhension du cordon

Le chirurgien introduit une aiguille laparoscopique dans l'abdomen, à travers la canule n°2, sur laquelle est montée une seringue contenant du chlorhydrate de lidocaïne 2% (Xylovet®). Le cordon spermatique est désensibilisé en injectant l'anesthésique local dans le mésorchium, jusqu'à faire gonfler les sites d'injection (Photo 4, Planche 3). Une fois le mésorchium entièrement anesthésié, l'aiguille laparoscopique est retirée et une pince atraumatique à préhension type Babcock est introduite par la canule n°2. A l'aide de la pince Babcock, le chirurgien saisit le cordon spermatique en prenant soin d'inclure le canal déférent, puis extériorise l'ensemble environ à 5 centimètres de l'anneau inguinal interne en région intra-abdominale (Photos 5-6, Planche 3). La pince Babcock est maintenue dans cette position par un aide, alors que le chirurgien va procéder à la ligature du cordon testiculaire.

Planche 3

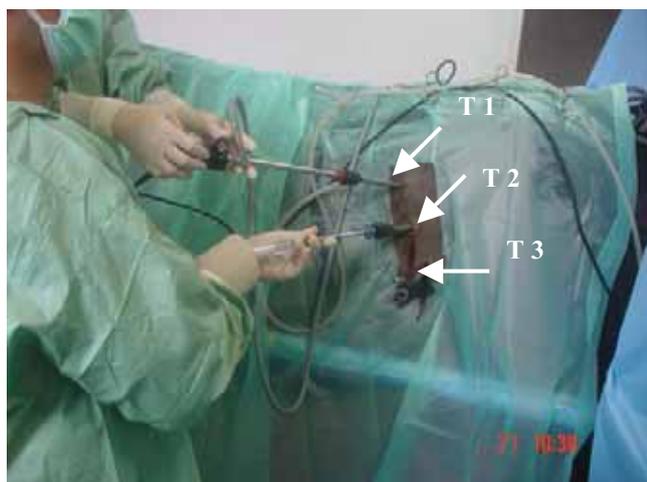


Photo 1

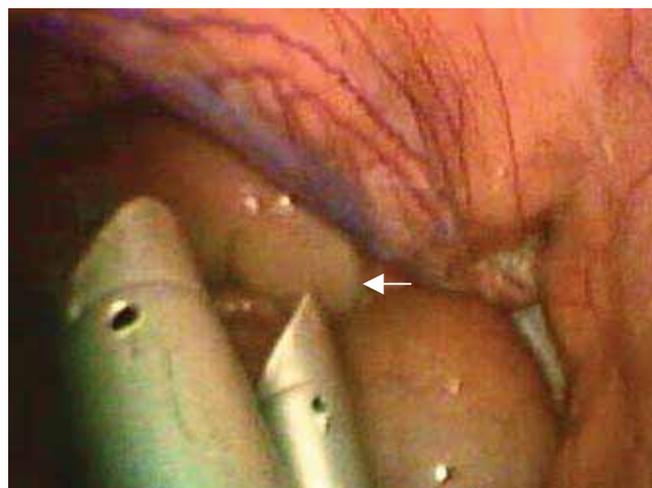


Photo 2

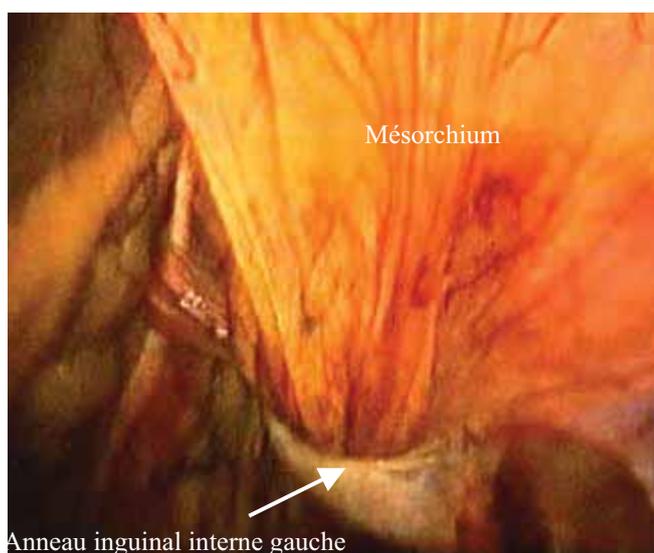


Photo 3

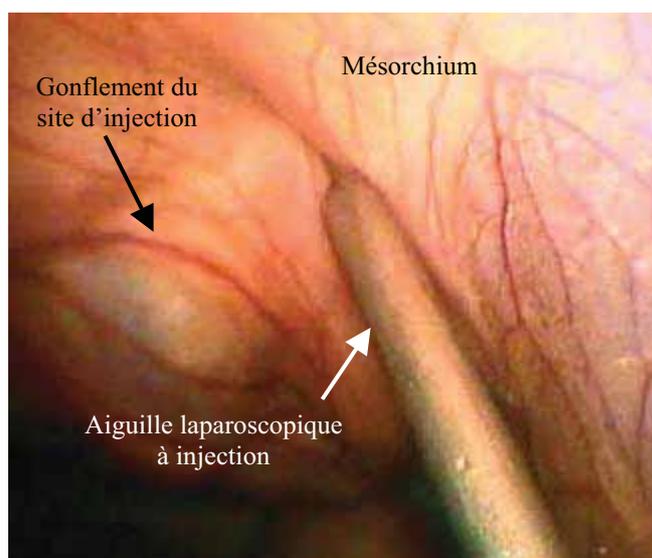


Photo 4

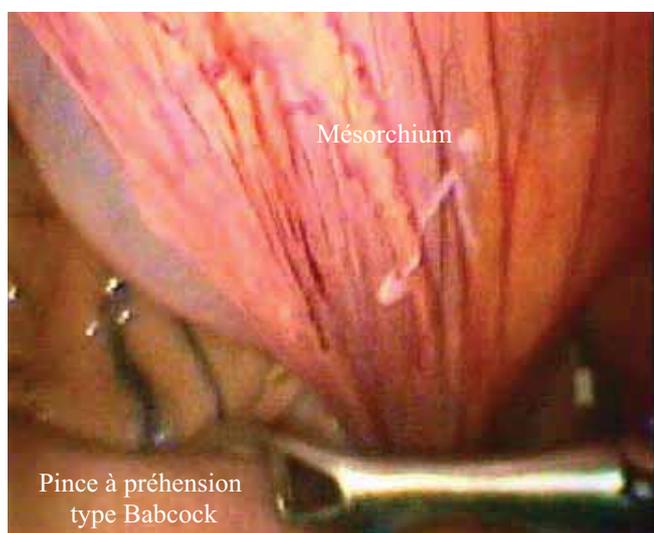


Photo 5

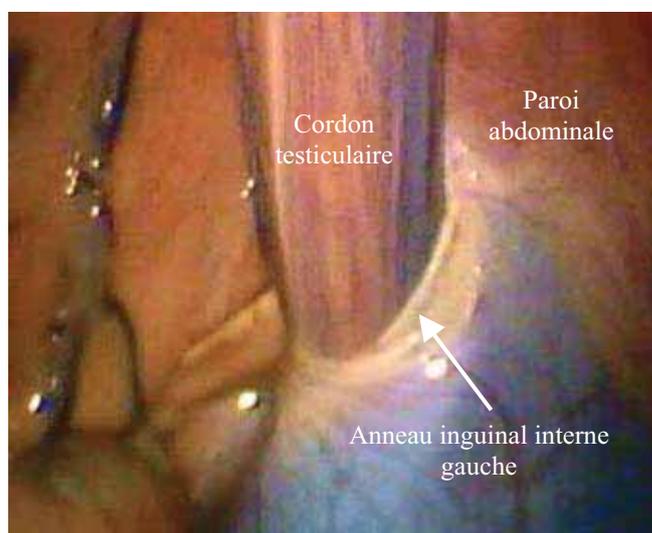


Photo 6

4. Ligature et section du cordon

Un fil résorbable polyglactin 910 (Vicryl® décimale 5) est placé sur le porte aiguille laparoscopique, l'ensemble étant introduit dans la canule n°3. Le porte aiguille est porté caudo-latéralement au cordon testiculaire (Photo 1, Planche 4) puis perfore le mésorchium environ 4 centimètres proximale à l'anneau inguinal interne. Le chirurgien porte le fil de suture medio-crânialement (Photo 2, Planche 4) afin de faire le tour du cordon testiculaire (Photo 3, Planche 4), lâche le porte aiguille puis récupère le fil de suture en région crânio-latérale.

Le chirurgien extériorise l'extrémité proximale du fil de suture afin de réaliser une ligature selon une méthode extracorporelle. Un nœud de Roeder est réalisé de façon extracorporelle (photo A), le nœud est introduit dans la cavité abdominale puis serré à l'aide d'un pousse-nœud laparoscopique alors que le chef long du fil est tiré vers l'extérieur (Photos 4-5, Planche 4).

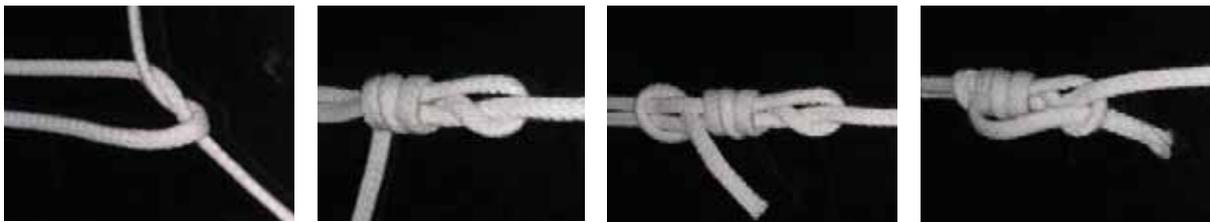


Photo A : Etapes de la réalisation du nœud de Roeder (D'après Virevialle H. 2005)

Le fil de suture est coupé relativement près du nœud à l'aide de ciseaux laparoscopiques introduits pas la canule n°3. Une deuxième ligature est réalisée distalement à la première sur le cordon testiculaire, à ras de l'anneau vaginal, selon la même méthode (Photo 6, Planche 4).

Planche 4

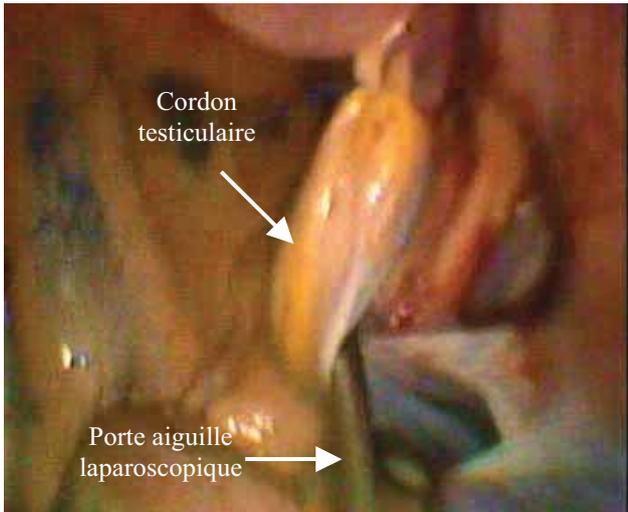


Photo 1

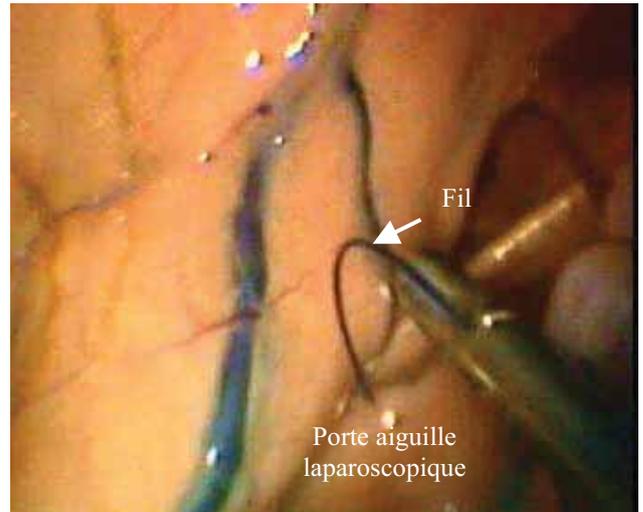


Photo 2

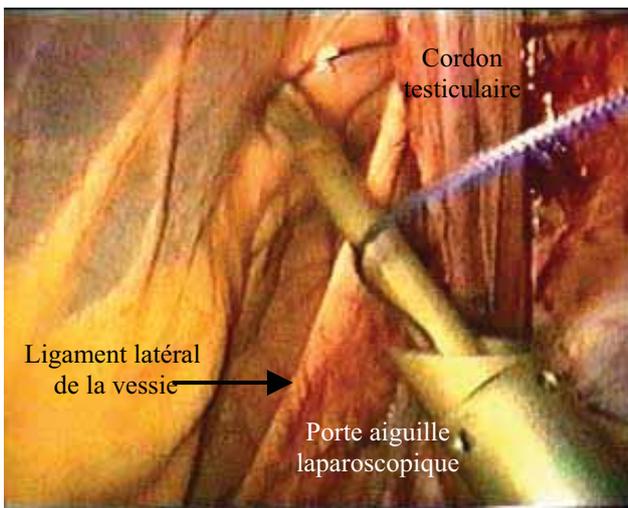


Photo 3

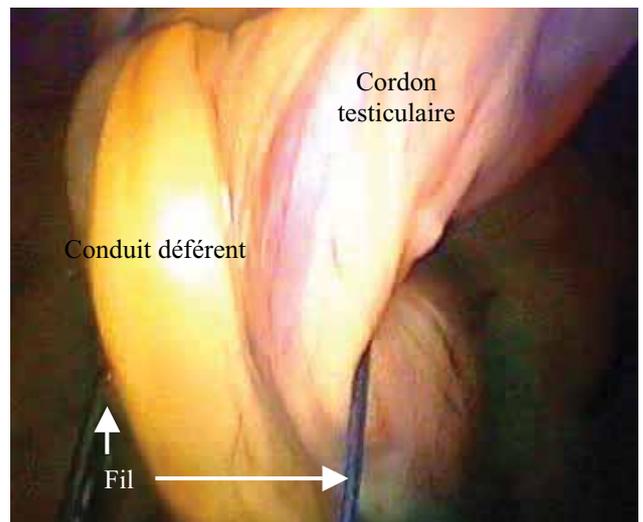


Photo 4

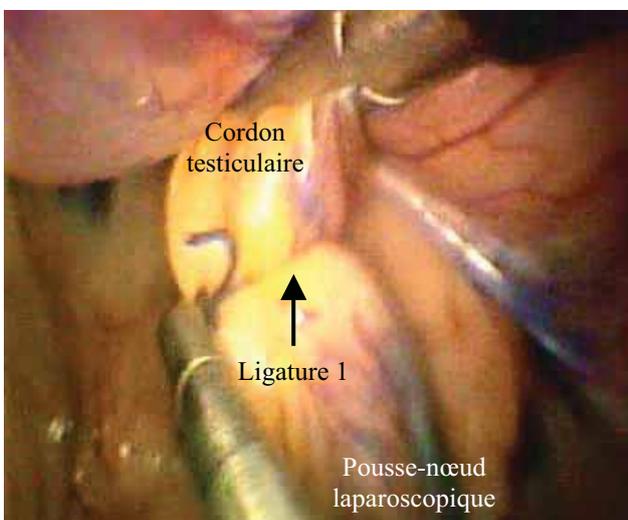


Photo 5

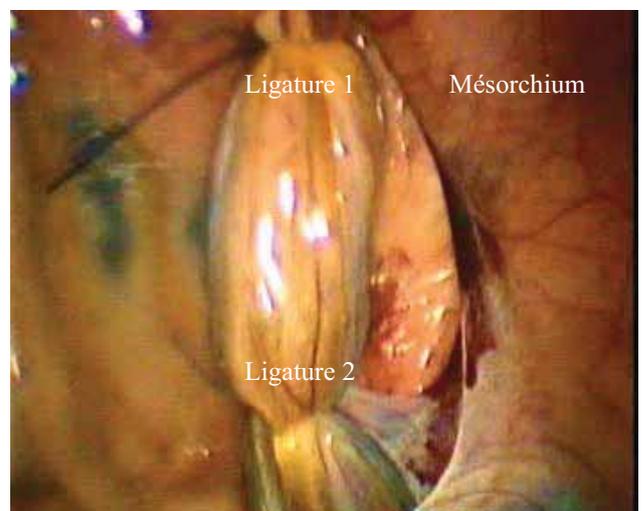


Photo 6

Enfin, des ciseaux laparoscopiques sont introduits par le trocart n°3 avec au besoin un réducteur 10/5 afin de couper totalement le cordon testiculaire et le mésorchium, entre les deux ligatures (Photos 1-2-3, Planche 5).

La partie distale du cordon spermatique se rétracte dans l'anneau inguinal interne (Photo 5, planche 5). Le chirurgien vérifie qu'aucune hémorragie ne suit la section du cordon testiculaire (Photo 4, Planche 5). La pince à préhension type Babcock est retirée de la canule n°2.

Le bistouri électrique bipolaire est introduit par la canule n°2 afin de cautériser les vaisseaux sanguins persistant en région médiale et circulant dans le mésorchium, jusqu'à l'obtention d'une visibilité complète de l'anneau vaginal.

Le laparoscope, les instruments laparoscopiques puis les canules sont retirés de l'abdomen du cheval, et la même procédure chirurgicale est réalisée en regard de la fosse paralombaire droite.

5. Suture des sites d'entrée laparoscopique

Les voies d'entrée des instruments laparoscopiques sont refermées selon un seul plan cutané, à l'aide de points simples en U et d'un fil irrésorbable nylon 1-0 à aiguille courbe et section triangulaire (Photo 6, Planche 5).

Planche 5

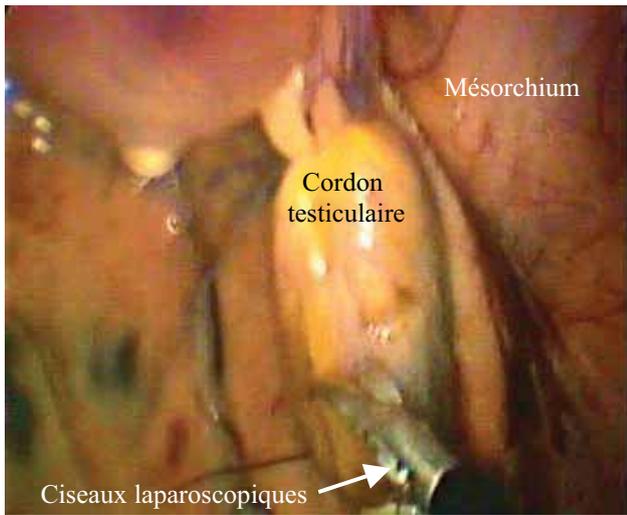


Photo 1

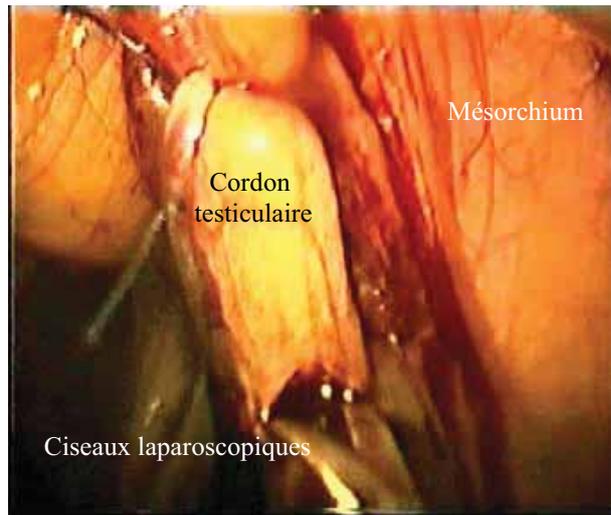


Photo 2

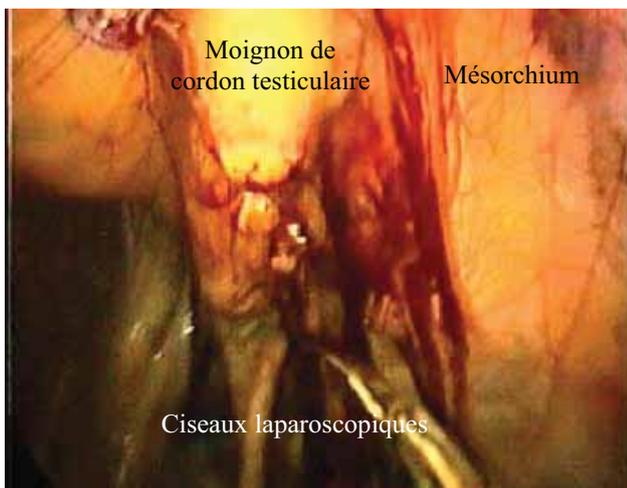


Photo 3

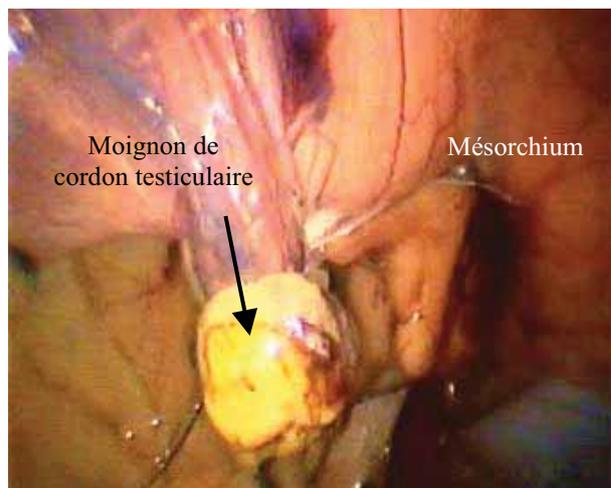


Photo 4

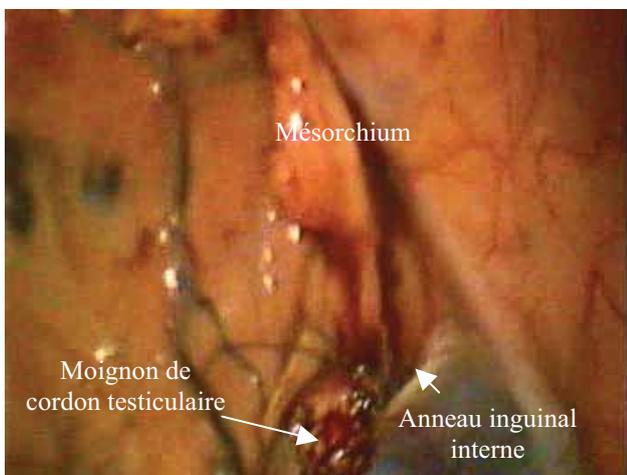


Photo 5



Photo 6

F- Soins post opératoires

L'hospitalisation des chevaux dure 2 jours à l'issue de la chirurgie, puis le cheval repart de la clinique avec une thérapeutique antibiotique et anti-inflammatoire.

Une cure d'antibiotique est réalisée de façon préventive pendant 5 jours à l'aide de pénicilline procaine (20 000 UI/kg par voie intra musculaire profonde deux fois par jour ; Dépocilline®).

La gestion de la douleur postopératoire est prise en charge par l'administration phénylbutazone durant les deux jours qui suivent la chirurgie, le cheval recevant 4mg/kg de phénylbutazone par voie intraveineuse une fois par jour (Ekybute®). Puis, une fois rentré chez ses propriétaires, le cheval reçoit 2 mg/kg de phénylbutazone par voie orale deux fois par jour (Equipalazone®) pendant 3 jours.

Il n'y a pas de restriction du cheval au box durant la phase post-opératoire. Un travail léger du cheval peut être entrepris 3 jours après l'intervention, alors que l'entraînement normal peut être repris au bout de 7 jours.

Les points sont retirés dans les 12 jours après l'intervention.

G- Protocole de suivi

(cf. protocole expérimental)

Selon les notions évoquées quant à l'évaluation de la suppression de la fonction de reproduction, quelques critères ont été suivis sur les chevaux compris dans l'étude.

1. Evaluation non-invasives de la fonction de reproduction

• Examen clinique général et rapproché

Dès leur arrivée à la clinique, la veille de la chirurgie, les chevaux sont soumis à un examen clinique général suivi d'un examen biologique par l'intermédiaire d'une numération et formule sanguines afin de vérifier leur état de bonne santé. Le suivi clinique du cheval est réalisé pendant toute la phase d'hospitalisation et de façon biquotidienne.

Le jour de la chirurgie, quand le cheval est dans le travail, une inspection rapprochée et une palpation de la région scrotale sont réalisées. Après avoir vérifié que les deux testicules sont bien présents au sein de leurs enveloppes, le chirurgien évalue leur consistance et la présence éventuelle d'adhérences.

Durant la phase d'hospitalisation postopératoire du cheval, c'est à dire 2 jours, la taille testiculaire, la douleur, la consistance et la mobilité des testicules ont été évaluées. Cette évaluation a également été réalisée à moyen terme, soit trois mois après la chirurgie, par le vétérinaire référant.

Le suivi du comportement des chevaux a été évalué par un interrogatoire direct avec les propriétaires, trois mois après l'intervention.

- **Examen échographique des testicules**

L'examen échographique a été réalisé afin de mesurer le plus objectivement possible la taille de chaque testicule. Cependant, cette opération étant réalisée par des opérateurs différents, elle représente une source de biais importante. Trois mesures sont évaluées selon les critères évoqués dans la partie bibliographique : la longueur, la largeur et la hauteur testiculaires. Un suivi échographique a été réalisé quand cela a été possible par le vétérinaire référant trois mois après la chirurgie, afin d'évaluer la taille de chaque testicule.

2. Evaluation endocrinologique

Dès l'arrivée du cheval à la clinique, soit la veille de la chirurgie, une prise de sang sur tube sec est réalisée afin de mesurer la concentration en estradiol et en testostérone dans la circulation périphérique. Puis, le cheval reçoit 15 000 UI de gonadotrophine chorionique humaine (Chorulon®) par voie intra-veineuse lente.

Le jour de la chirurgie, soit 24 heures après l'injection d'hCG, la testostéronémie sanguine après stimulation est mesurée. Cette stimulation préopératoire permettra d'obtenir des valeurs de référence spécifiques du cheval et de les comparer aux valeurs obtenues lors de la stimulation à moyen-long terme.

Une autre prise de sang est réalisée une heure après la fin de l'intervention chirurgicale afin de doser la testostérone et l'estradiol.

Pour évaluer la technique à moyen-long terme, une prise de sang est réalisée trois mois minimum après la chirurgie afin de doser la testostérone et l'estradiol. Tous les contrôles postopératoires ont été réalisés par les vétérinaires référants. Celle-ci est directement suivie de l'injection de 15 000 UI d'hCG par voie intra musculaire. Puis, 24 heures après l'injection d'hCG, la testostéronémie après stimulation est mesurée.

Les prélèvements ont été analysés au Laboratoire des Dosages Hormonaux (LDH) de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes. Nous avons suivi les recommandations et le protocole expérimental du Laboratoire dans le cadre de notre étude.

Les recommandations concernant la manipulation des tubes sanguins, leur identification et le rappel de toutes les démarches réalisées au cours de l'étude expérimentale sont rapportés dans le protocole expérimental qui suit.

3. Evaluation histologique

Cette technique d'évaluation n'a pas été pratiquée au cours de notre étude pour des raisons financières et en raison des complications qui lui sont associées. Les chevaux qui ont été castrés sous contrôle laparoscopique étaient tous des chevaux appartenant à des particuliers, et pour certains des chevaux de sport. Il n'était donc pas possible de risquer une complication chirurgicale trois mois après la chirurgie.

Conclusion : *Lorsque le contrôle postopératoire est en faveur d'un défaut de persistance de tissu testiculaire sécrétant, le carnet du patient est signé et le signalement « hongre » confirmé.*

Protocole expérimental

Objectif du programme :

Evaluer l'efficacité d'une technique laparoscopique de castration se pratiquant sur cheval debout. Cette technique consiste en une double ligature du cordon testiculaire et en une section de ce même cordon entre les deux ligatures, le tout sous contrôle laparoscopique. Les testicules sont laissés en place et se nécrosent par anoxie.

L'atrophie testiculaire doit entraîner un tarissement des hormones gonadiques responsables du comportement sexuel de l'étalon, en particulier la testostérone et l'estradiol.

Matériel :

L'échantillon regroupe 20 étalons sains. Le premier lot est opéré selon la technique de castration suscitée alors que le second est castré selon des méthodes conventionnelles. Ce dernier lot constitue le lot témoin.

Description du protocole expérimental :

J0 = jour de l'opération

J - 1

- Examen clinique préopératoire + bilan sanguin préopératoire
- **Prise de sang**
 - Nom du prélèvement : **J-1**
 - Pour le dosage de : Estradiol, testostérone.
- Injection d'hCG : 15 000 UI (3 flacons de CHORULON®) par voie Intra- veineuse.

J0

AVANT LA CHIRURGIE

- **Prise de sang**
 - Nom du prélèvement : **J0a**
 - Pour le dosage préopératoire de testostérone
- Evaluation clinique non invasive de la fonction de reproduction : examen physique + échographie
 - Taille testiculaire, consistance, adhérences

1 HEURE APRES LA CHIRURGIE

- **Prise de sang**
 - Nom du prélèvement : **J0b**
 - Pour le dosage de : testostérone, estradiol

J1

- Evaluation clinique non invasive de la fonction de reproduction : examen physique + échographie
 - Taille testiculaire, consistance, adhérences

J2

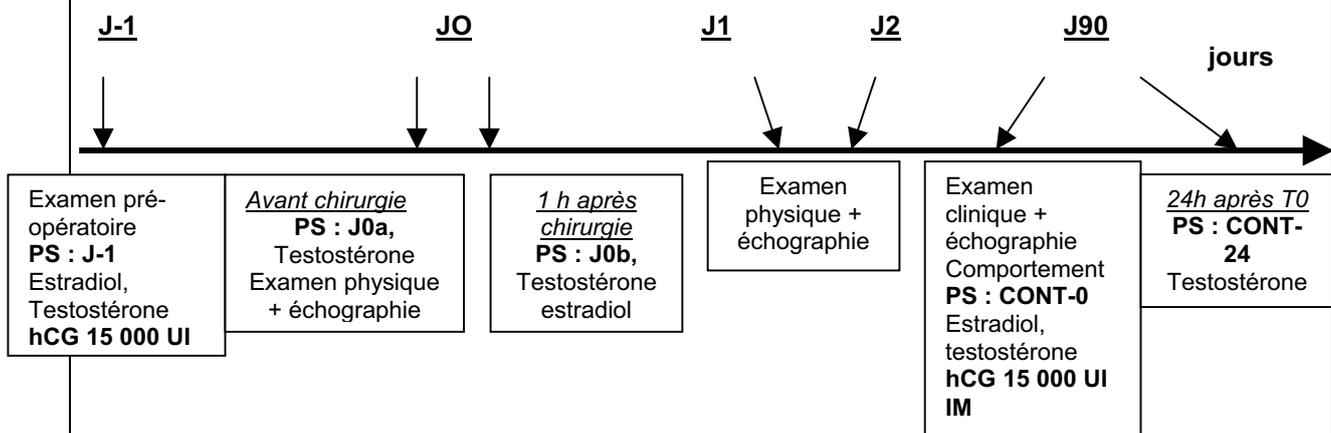
- Evaluation clinique non invasive de la fonction de reproduction : examen physique + échographie
 - Taille testiculaire (évaluation de l'œdème scrotal), consistance, adhérences

J 90

- Evaluation clinique non invasive de la fonction de reproduction : examen physique + échographie
 - Taille testiculaire, consistance, adhérences...
 - Evaluation comportementale (discussion avec le propriétaire)
- **Prise de sang**
 - Nom du prélèvement : **CONT-0**
 - Pour le dosage de : testostérone, estradiol
- Injection d'hCG : 15 000 UI (3 flacons de CHORULON®) par voie Intra-musculaire .

LE LENDEMAIN

- **Prise de sang**
 - Nom du prélèvement : **CONT-24**
 - Pour le dosage de testostérone



Remarque

- Tous les échantillons sanguins sont prélevés sur tube sec, ils sont centrifugés dans la journée, le sérum ainsi récolté est placé dans un tube à hémolyse.
- Les prélèvements sont envoyés d'urgence par colissimo au laboratoire d'endocrinologie de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, encore frais.
Les trois prélèvements sanguins (J-1, J0a, J0b) pourront être envoyés ensemble.
Les deux prélèvements CONT-0 et CONT-24 pourront être envoyés ensemble.
- Les tubes de prélèvement comporteront les informations suivantes : Nom du cheval, date de prélèvement, nom du prélèvement (place dans le protocole).

II- RESULTATS

A- Evaluation générale du protocole

Ce protocole expérimental a débuté en Août 2005 et est actuellement toujours en cours d'évaluation à la clinique Vétérinaire de Grosbois. Tous les chevaux opérés appartenaient à des propriétaires, prévenus que si la technique échouait leur cheval serait castré par des méthodes classiques de castration avec orchidectomie. Le protocole s'est avéré être dans l'ensemble difficile à suivre, parce que beaucoup d'intervenants différents étaient impliqués dans la collecte des résultats (clinique de Grosbois, Laboratoire de l'Ecole Vétérinaire de Nantes, vétérinaire référent). La taille testiculaire a également été mesurée par des personnes différentes (clinique de Grosbois, vétérinaire référent), ce qui apporte un certain biais au protocole expérimental. Les tubes de sang récoltés pour l'évaluation endocrinologique de la technique de castration ont tous atteint avec succès le laboratoire de l'Ecole Vétérinaire de Nantes. Pour des raisons financières, le protocole expérimental a été modifié plusieurs fois au cours de l'étude. Au départ, les chevaux n'étaient pas stimulés à l'hCG avant la chirurgie, ce qui peut rendre certaines données difficiles à comparer.

B- Evaluation per-opératoire

1. Evaluation de l'anesthésie

La qualité de la sédation et de l'analgésie obtenues grâce à ce protocole a été satisfaisante. Lors de manifestation d'inconfort par le cheval, le débit de perfusion de détomidine était augmenté ou bien un bolus de butorphanol tartrate était administré. Aucune complication anesthésique n'a été rencontrée au cours de l'étude expérimentale. L'utilisation du surfaix et de la longe tendue le long de la ligne du dessus a été particulièrement efficace pour faciliter le drapping et l'aisance du chirurgien au cours de l'intervention.

2. Evaluation chirurgicale

L'abord laparoscopique par chaque flanc nécessite une tonte assez large et un temps de préparation chirurgical long. La mise en place de la sonde urinaire a été difficile chez quelques chevaux. Le premier côté traité s'est fait selon un abord paralombaire gauche. Le temps moyen opératoire a été de 40 minutes.

Un problème a été rencontré chez le patient 8 au cours de l'examen : lors de l'insertion du laparoscope dans la cavité abdominale du cheval, de nombreuses zones fibrineuses ont été observées dans l'abdomen caudal, témoignant d'une péritonite alors que l'examen clinique préopératoire était normal.

Aucune autre complication peropératoire n'a été notée au cours du protocole. Les points cutanés de laparoscopie ont par ailleurs bien cicatrisé.

C- Suivi post-opératoire

1. Les résultats cliniques et échographiques

- **Les observations cliniques postopératoires**

Les chevaux ont tous été suivis de façon biquotidienne durant leur durée d'hospitalisation à la clinique, soit 2 jours après la chirurgie. Quelques signes d'inconfort ont été notés mais ont très bien été résolus par la thérapeutique anti-inflammatoire systématiquement entreprise.

Le soir de la castration laparoscopique du patient 8 présentant la péritonite, le cheval présentait des signes violents de douleur abdominale, il se roulait, et développait une diarrhée de type endotoxémique (tachycardie, neutropénie, congestion des muqueuses). Le testicule gauche a très fortement grossi, et l'importance des signes cliniques faisait suspecter une hernie étranglée. Le cheval a dès lors été placé en soins intensifs. Le lendemain de la chirurgie, le cheval était en hypoprotéinémie, les points cutanés de la laparoscopie ne cicatrisaient pas et le cheval développait une thrombophlébite dans le sillon jugulaire où se trouvait le cathéter. Le testicule gauche est toujours resté anormalement volumineux. Après dix jours de soins intensifs, le cheval ne s'est pas rétabli mais a commencé au contraire à présenter des signes systémiques infectieux (toux, jetage) et des signes d'immunodépression (abcès sur tous les sites d'injection), ce qui a mené à son euthanasie. Nous retiendrons de cette situation l'importance du recueil de l'anamnèse préopératoire et de l'examen clinique afin de n'opérer que des chevaux en bonne santé. Même une chirurgie très peu invasive comme la laparoscopie peut donc être délétère si elle est pratiquée sur un patient débilité.

Le patient 5 a présenté un état d'inconfort marqué à la suite de l'intervention et a même perdu beaucoup d'état selon les propriétaires.

Tous les autres chevaux ont vite récupéré des paramètres cliniques et un appétit normaux. Les chevaux ont tous quitté la clinique deux jours après la chirurgie alors qu'ils pouvaient être travaillés par leurs propriétaires 7 jours seulement après la castration, sans condition restrictive. Les propriétaires ont souligné qu'ils étaient ravis de la technique de castration, parce qu'ils jugent la technique moins douloureuse pour leur cheval. L'entraîneur des chevaux 1, 2, 3 et 4 affirme que les chevaux ont récupéré leur aptitude optimale un mois après la chirurgie, alors qu'il évoque une récupération sportive totale de l'ordre d'une année après une castration conventionnelle.

- **Le suivi clinique et échographique de la région scrotale**

Au cours de la castration laparoscopique, les incisions sont suturées en regard de chaque flanc et il n'y a pas de plaie scrotale. Cependant, tous les chevaux ont développé un œdème scrotal durant la phase postopératoire immédiate. Nous avons pu évaluer les variations du volume testiculaire selon les bases théoriques vues plus haut. Les résultats sont reportés dans le tableau suivant.

PATIENT	J 0		J 1		J 2		J 90	
	G	D	G	D	G	D	G	D
Patient 1	53,8	52,6	76,8	110,8	69,4	80,6	8,3	10,2
Patient 2	60,1	58,7	145,3	130,1	140,4	126,3	9,5	9,5
Patient 3	69,8	62,8	101,8	100,4	97,6	99,8	11,3	10
Patient 4	50,3	54,6	58,7	69,6	60,9	72,7	9,9	8,4
Patient 5	58,2	60,5	115,1	128,1	115	105,1	11,5	12,2
Patient 6	64,4	54,2	69,8	72,3	68,3	70,4	8	7,7
Patient 7	105,6	100,3	143,8	138,9	135,7	123,9	9,6	10,2
Patient 8	56,3	59,2	127,3	145,9	147,7	130,3	décédé	
Patient 9	55	55,2	63,8	74,5	55,6	50,2	9,4	7,6
Patient 10	72,5	75,2	110,6	126,3	62,6	65	12,9	11,7
Patient 11	117,8	109,2	145,8	132,6	147,2	140,8	Absence	

Tableau 9 : Volume testiculaire de chaque cheval évalué par échographie le jour de la chirurgie (J 0), le lendemain (J 1), le surlendemain (J 2) et trois mois après la chirurgie (J 90) (en centimètres cube).

L'œdème scrotal décrit chez tous les chevaux castrés le lendemain de la chirurgie s'avère être moins important en cas de castration laparoscopique sans orchidectomie. L'œdème scrotal a d'ailleurs diminué de taille dès le surlendemain de la chirurgie sauf chez le patient 4. Le patient 11, castré par une méthode conventionnelle, a présenté un gonflement plus important deux jours après l'intervention. La palpation était indolore chez tous les chevaux sauf chez le patient 8, qui a développé un œdème important et une forte douleur locale immédiatement après la chirurgie.

A moyen/long terme, tous les testicules des chevaux n'ayant pas subi d'orchidectomie ont diminué en taille de façon importante à cause de la dévascularisation testiculaire. Aucun des chevaux ainsi castrés n'avait un phénotype d'étalon trois mois après la chirurgie. Selon les dires des propriétaires ou des entraîneurs, la régression complète des testicules s'est faite en deux mois environ. Les testicules sont désormais de la taille « d'une noisette » et donc presque plus palpables au contrôle postopératoire à moyen/long terme.

A cause de la dévascularisation testiculaire, les testicules en place des chevaux castrés par laparoscopie ont tous régressé de façon significative ; et les chevaux présentent tous un phénotype hongre.

2. Les résultats endocrinologiques

Plusieurs prélèvements sanguins ont été réalisés sur les chevaux afin d'évaluer leur estradiolémie et leur testostéronémie avant et après stimulation à l'hCG. Malheureusement, la conduite de l'expérimentation a été difficile car certains vétérinaires référents n'ont pas respecté le protocole. Ainsi, sur les 11 chevaux compris dans l'étude, 6 n'ont pas été soumis à une stimulation à l'hCG lors du contrôle postopératoire.

Des valeurs de référence de testostéronémie et d'estradiolémie attribuées par le Laboratoire des Dosages Hormonaux de Nantes pour le contrôle de la castration chez le cheval sont les suivantes. La castration est efficace lorsque la testostéronémie basale est inférieure à 2 nmol/L et lorsqu'il n'y a pas de réponse à la stimulation à l'hCG. La valeur de seuil supérieur de l'estradiolémie est de 50 pmol/L.

Les variations hormonales de chaque cheval au cours de l'étude expérimentale sont reportées dans le tableau suivant.

PATIENT	AGE En années	MOIS DE LA CASTRATION	J-1		J0a	J0b		J 90 CONT-0		J 90 CONT-24
			T En nmol /L	E2 En pmol /L	T* En nmol /L	T En nmol /L	E2 En pmol /L	T En nmol /L	E2 En pmol /L	T* En nmol/L
Patient 1	3	18/08/2005			9,3	0,8	26	2	20	
Patient 2	3	18/08/2005			2,6	1	37	1,6	28	
Patient 3	5	18/08/2005			4,1	1,4	38	1,1	19	
Patient 4	4	18/08/2005			8,1	5,1	32	2,7	26	
Patient 5	6	20/09/2005			4	2,2	37	0	29	
Patient 6	9	03/10/2005			2,2	0	30	1,1	18	
Patient 7	4	28/11/2005	12,7	106	38,8	23,4		1,1	19	1
Patient 8	5	10/10/2005			3,5	0,8	23	-	-	-
Patient 9	1,5	18/01/2006	1,4	18	19,4	5,1	17	0,7	7	0,4
Patient 10	2	02/02/2006	3,3	41	16,3	5,1	16	1,9	23	1,5
Patient 11	12	14/09/2005			17	9	45	0,6	10	0,2

Tableau 10: Concentrations plasmatiques en testostérone avant (T) et après stimulation à l'hCG (T*) et en estradiol (E2) des 11 chevaux de l'étude expérimentale

- Un jour avant la chirurgie : J-1
- Le jour de la chirurgie, juste avant (J0a) et une heure après (J0b)
- Trois mois après la chirurgie pour un suivi à moyen/long terme, avant (CONT-0) et après stimulation à l'hCG (CONT-24)

Les chevaux présentaient des valeurs variables de testostéronémie basale avant la chirurgie. Cette variabilité est à mettre en rapport avec la saison, l'âge et l'état d'excitation des chevaux au moment de l'intervention. Seul le patient 7 présentait une valeur de testostéronémie basale compatible avec celle d'un étalon en pleine activité. Tous les étalons testés avant la chirurgie ont bien répondu à la stimulation à l'hCG et donc présentaient une activité testiculaire sécrétante.

Une heure après la chirurgie, la testostéronémie a diminué de façon significative chez tous les chevaux castrés par laparoscopie, de la même façon que le cheval castré par des méthodes conventionnelles.

La castration laparoscopique sans orchidectomie induit donc une chute brutale de la testostéronémie durant la phase postopératoire immédiate.

Trois mois après la chirurgie, tous les chevaux présentaient des valeurs de testostéronémie basale et d'estradiolémie inférieures au seuil de référence, sauf le patient 4 qui avait une testostéronémie basale de 2,7 nmol/L. Pour les raisons évoquées plus haut, le patient 4 n'a pas subi de stimulation à l'hCG durant la phase de contrôle postopératoire à moyen-long terme, mais le cheval se comportait comme un hongre et son estradiolémie était bien inférieure au seuil de référence. Tous les chevaux qui ont été stimulés à l'hCG durant la phase postopératoire à moyen/long terme n'ont eu aucune réponse significative à la stimulation.

Conclusion : Les profils hormonaux des 10 chevaux castrés par laparoscopie sans orchidectomie sont compatibles avec une absence de tissu testiculaire fonctionnel au moment de la stimulation de contrôle.

3. Le suivi comportemental

Le suivi comportemental des chevaux a été réalisé par interrogatoire direct des propriétaires trois mois après la chirurgie par le vétérinaire référant. Quelques propriétaires ont pu être joints par téléphone pour obtenir plus de détails quant à l'évolution comportementale au cours du temps.

Tous les chevaux castrés par laparoscopie présentaient un comportement hongre trois mois après la chirurgie. Le patient 5 était un cheval agressif avant la chirurgie qui était parfois dangereux à la monte ou au box. Les propriétaires indiquent que l'amélioration comportementale a été nette, même si le cheval présente encore quelques fois des signes d'impatience.

Conclusion : Les résultats des examens cliniques, endocrinologiques et comportementaux mettent en évidence l'absence de tissu testiculaire sécrétant chez tous les chevaux castrés par laparoscopie. Le phénotype et le comportement des chevaux ont changé progressivement après la chirurgie et aucun des chevaux opérés ne présente un comportement étalon à long terme.

III- DISCUSSION

La castration est une technique chirurgicale qui présente des indications, des contre-indications et des complications. Les complications après une castration comptent parmi les causes les plus fréquentes de plaintes déposées à l'encontre du vétérinaire auprès des tribunaux civils à l'heure actuelle. Face à l'avènement d'une nouvelle technique chirurgicale, il convient de considérer plusieurs points ; le but étant de démontrer s'il s'agit ou non d'un soin approprié. La castration sous contrôle laparoscopique ne peut être validée seulement si le bénéfice clinique qu'elle apporte est supérieur aux risques et au coût financier qui en découlent.

Après avoir rappelé les obligations du vétérinaire dans le cadre du contrat de soin, nous rappellerons comment les vétérinaires ont eu recours à la castration laparoscopique dans la littérature puis verrons les avantages et les limites de notre démarche expérimentale après analyse des résultats obtenus.

A- Les obligations du vétérinaire dans le cadre du contrat de soin

Lors d'un litige entre le vétérinaire et son client à propos de la castration, l'obligation de moyens et l'obligation d'information sont le plus souvent remises en cause. Lorsque le chirurgien opère son patient ; et selon l'arrêt de la Cour de Cassation du 31 Janvier 1989, « [...] il se forme entre le vétérinaire et son client un contrat comportant pour le praticien l'engagement de donner, moyennant des honoraires, des soins attentifs, consciencieux et conformes aux données de la science [...] ». Le fait de donner des soins est donc toujours assorti d'une obligation de moyens. Une autre obligation secondaire est d'obtenir du propriétaire de l'animal le consentement éclairé. Cette obligation découle de deux arrêts de la Cour de Cassation de 1965 et du 19 Novembre 1979 à propos de la chirurgie humaine. Le premier arrêt oblige le chirurgien à donner au patient, avant toute intervention une explication simple, loyale et intelligible sur cette intervention et ses risques. Le deuxième arrêt impose au médecin de donner au malade une information totale afin que l'intéressé puisse décider lui-même, en toute connaissance de cause du risque à prendre. Ces deux arrêts font actuellement jurisprudence et sont appliqués par les juges en matière de soins vétérinaires de la même manière qu'en médecine humaine. Avant toute castration, le chirurgien doit connaître toutes les techniques chirurgicales et anesthésiques qui existent ainsi que les complications inhérentes à chacune d'elles. A l'issue de ces considérations, le praticien doit éclairer le propriétaire à propos de la technique chirurgicale qui lui semble la plus adaptée, à propos des risques connus et inhérents, et enfin à propos des différentes techniques chirurgicales possibles car le client est le seul décisionnaire final. Si cette information peut être verbale, la sagesse est de faire signer au propriétaire de l'animal ou à son représentant une « convention de soins », qui constitue la base du recueil du consentement éclairé, et d'informer la compagnie d'assurance de l'intervention chirurgicale, si le cheval est assuré. L'information transmise au propriétaire du cheval doit être simple, loyale, intelligible et totale (Théry A. 2003).

B- Le recours à la laparoscopie pour la castration du cheval mâle

1. L'incidence des complications de la castration du cheval mâle

Les complications de la castration vont, nous l'avons vu, du trouble bénin peu limitant (œdème scrotal, hydrocèle) à la complication gravissime qui met le cheval en danger de mort (hémorragie sévère, éventration postopératoire). Il existe à l'heure actuelle peu d'études probantes quant à l'incidence des complications en fonction des techniques de castration employées (Mason B.J. et al. 2005, Shoemaker R. et al. 2004), nous disposons plutôt d'études rétrospectives rapportant des situations rencontrées par les vétérinaires à la suite de la castration (Moll H.D. et al. 1995, Théry A. 2003). Parmi les complications les plus graves, l'hémorragie sévère postopératoire aurait lieu dans 1,7 à 2,44% des cas selon les auteurs (Moll H.D. et al. 1995, Mason B.J. et al. 2005), et plus souvent lors de castration couchée. L'éventration postopératoire se produirait dans 0 à 4,8% des castrations, le plus souvent lorsque l'intervention a lieu couché, alors qu'il n'y a pas de technique chirurgicale de castration prédisposante (Shoemaker R. et al. 2004, Mason B.J. et al. 2005, Moll H.D. et al. 1995). Par contre, il y aurait des sujets à risque prédisposés aux éventrations postopératoires comme les foals ou bien les chevaux présentant des hernies inguinales préopératoires (Shoemaker R. et al. 2004). L'œdème scrotal ou préputial est la complication qui suit la castration la plus fréquemment rapportée par les praticiens, observée dans 20 à 30% des cas (Moll H.D. et al. 1995, Mason B.J. et al. 2005). Il y aurait une forte prédisposition de cette complication lors de technique de castration qui vise à laisser la plaie scrotale cicatriser par seconde intention ou encore lors de castration ouverte (Schumacher J. 1996). Dans l'étude menée par Mason B.J. en 2005, l'infection scrotale s'est produite dans 2,1% des cas seulement lors de castration avec suture de la plaie scrotale. Rappelons que le risque de mort anesthésique peropératoire ou pendant la phase postopératoire immédiate (dans les 7 jours) s'élève à 0,08 % pour les chirurgies électives (Mee A.M. et al. 1998).

2. Le recours à la castration laparoscopique sans orchidectomie du cheval

a- La nécessité de réduire l'incidence des complications postopératoires de la castration

La castration du cheval est une procédure chirurgicale ancestrale qui tend à être banalisée de nos jours si bien qu'il est de moins en moins admis qu'elle soit à l'origine d'échec. Dans la plupart des cas, c'est pour mettre fin à un comportement mâle gênant que le propriétaire fait appel au vétérinaire afin que ce dernier procède à la castration du cheval. Quelque soit la technique chirurgicale employée, les mêmes critères importent le propriétaire. Selon un budget raisonnable, le propriétaire souhaite voir son animal stérilisé, le temps de convalescence devant être le plus court possible lorsqu'il s'agit d'un cheval de sport ou de course. S'il souhaite que le cheval reprenne le travail le plus rapidement possible, il est évident que le propriétaire n'admet pas l'occurrence de complications, mêmes des plus bénignes.

La castration par laparoscopie sur le cheval debout a été mise en place afin de castrer le cheval tout en réduisant l'incidence des complications gravissimes sus-citées. Privé de sa vascularisation, le testicule devient non fonctionnel et dégénère : il ne produit plus de testostérone et la spermatogénèse s'arrête définitivement.

b- L'utilisation de la dévascularisation testiculaire chez les autres espèces

Chez les animaux de rente, la castration par dévascularisation testiculaire est très fréquente. En 2000, Stafford K.J. et al. rapportent que 75% des fermiers castrant les veaux à la ferme parmi lesquels 85% utilisent la méthode de dévascularisation testiculaire par application d'une pince de Rubber ou de Burdizzo sur le cordon testiculaire sans effraction cutanée. Si cette méthode s'est démontrée efficace au fil du temps, la question de l'analgésie per et postopératoire en rapport avec la très forte douleur induite au cours de l'intervention est très documentée de nos jours (Thuer S. et al. 2005 ; Mellema S.C. et al. 2005 ; Peers A. et al. 2005 ; Robertson I.S. 1994).

c- L'utilisation de la dévascularisation testiculaire chez les équidés

Chez les équidés, la castration par nécrose avasculaire est encore de nos jours timidement documentée. Wilson D.G. propose en 1996, puis en 2000 et en 2002 de ligaturer le cordon testiculaire puis de le sectionner, le tout sous contrôle laparoscopique et sur le cheval en décubitus dorsal sous anesthésie générale ou debout sous neuroleptanalgesie. L'auteur rapporte la nécessité de réaliser ce type de chirurgie sur un cheval appartenant à des propriétaires coopératifs, car une « revascularisation » testiculaire peut se produire dans certains cas, témoignant l'échec de la chirurgie. Wilson D.G. propose de mettre en place un type de document spécial qui accompagnerait le livret d'identification de l'animal, informant le lecteur du livret de la technique chirurgicale qui a été utilisée pour la castration du cheval. En 1999, Rijkenhuizen A.B.M. et al. décrivent une technique laparoscopique de dévascularisation testiculaire, semblable à celle décrite par Wilson D.G. à une exception près ; sur le cheval debout sous sédation poussée. Le cordon testiculaire est ligaturé mais non sectionné, afin de réduire l'incidence des adhérences intra-abdominales postopératoires. La production de testostérone n'a pas diminué 7 jours après la chirurgie chez 2 patients sur 6 ; l'échec étant attribué à des ligatures trop lâches. En 2002, Rijkenhuizen A.B.M. et al. démontrent que le taux maximal de succès est obtenu lorsque le cordon testiculaire est sectionné à l'issue de la double ligature, mais affirment qu'un certain nombre d'interventions échouent pour une raison encore indéterminée. En 2000, Gaillard C. évalue une technique de castration basée sur un isolement du cordon testiculaire, une double ligature et une section entre les ligatures du cordon spermatique et du conduit déférent ; appelée pampiniformectomie, qui vise également à induire une nécrose ischémique testiculaire par suppression des échanges vasculaires du testicule. Cette chirurgie, effectuée chez le cheval en décubitus dorsal sous anesthésie générale, s'est avérée infructueuse puisque les résultats des examens complémentaires (clinique, endocrinologique et histologique) ont révélé l'apparente persistance de tissu testiculaire fonctionnel chez certains chevaux opérés. Un des chevaux stérilisés selon cette méthode a même présenté un comportement d'entier l'année qui a suivi l'intervention, de plus en plus affirmé, et a donné un poulain à la jument avec laquelle il était au pré. Enfin, en 2005 Pepe M. et al. rapportent une dévascularisation testiculaire sous contrôle laparoscopique fructueuse chez des ânes présentant des testicules normalement descendus, à l'aide d'agrafes intracorporelles (pour l'hémostase) et d'une section du cordon testiculaire. Les auteurs rapportent qu'aucune revascularisation testiculaire ne s'est produite sur les chevaux opérés.

Ainsi, beaucoup d'auteurs s'intéressent de nos jours à la stérilisation des chevaux par dévascularisation testiculaire parce qu'elle constitue une alternative permettant de réduire l'incidence des complications communément rencontrées lors de castration par des méthodes conventionnelles. Les résultats décrits dans la littérature sont très variables. Si la chirurgie

s'avère fructueuse, les auteurs posent le problème de l'incompréhension de la part des propriétaires. Dans les autres cas, la méthode ne marche pas et le cheval continue de produire de la testostérone grâce à du tissu testiculaire rémanent et fonctionnel. En comparant les protocoles décrits dans la littérature avec le notre, nous allons désormais mettre en avant les avantages et les limites de notre protocole expérimental.

C- Les intérêts de la castration du cheval sous sédation poussée par laparoscopie et sans orchidectomie

Notre étude expérimentale s'est avérée relativement satisfaisante. Le principal avantage de la castration laparoscopique sans orchidectomie correspond à la diminution de l'incidence des complications per et postopératoire. La chirurgie se déroulant sur le cheval debout sous sédation poussée, il n'y a aucun risque lié à une anesthésie générale. La chirurgie semble parfaitement adaptée chez les chevaux lourds qui sont très sensibles au risque anesthésique, ou encore chez les chevaux dont les pathologies locomotrices empêchent un éventuel réveil anesthésique (fractures, entorses...).

La complication postopératoire la plus grave lors de castration, à savoir l'éventration, ne peut se produire lors de la castration debout sous contrôle laparoscopique. En effet, non seulement il n'y a pas d'incision scrotale, mais également le cordon testiculaire est rétracté dans l'anneau inguinal interne à l'issue de la chirurgie, oblitérant alors l'ensemble de l'anneau vaginal. D'autre part, il semblerait que la réaction inflammatoire locale postopératoire induise une fibrose à l'origine d'adhérences entre le cordon et les enveloppes testiculaires ; empêchant le prolapsus d'anses intestinales dans le trajet inguinal.

Une hémorragie peropératoire peut éventuellement se produire, mais l'absence de saignement à l'issue de la chirurgie est vérifiée de visu grâce au contrôle laparoscopique. L'incidence d'une hémorragie durant la phase postopératoire est alors fortement réduite.

Toutes les formes de cryptorchidisme peuvent être diagnostiquées avec certitude grâce à la technique laparoscopique et peuvent également être traitées. Cette technique de castration est parfaitement adaptée aux chevaux dont l'histoire de la stérilisation est mal connue. Elle permet de traiter le testicule controlatéral aussi par laparoscopie, ce qui constitue une méthode beaucoup plus élégante que par un abord scrotal.

Grâce à cette technique chirurgicale peu invasive appliquée à la castration, il n'y a pas d'incision scrotale mais trois incisions de 1,5 centimètres de long au niveau des fosses paralombaires droite et gauche. Le propriétaire juge cette pratique moins cruelle pour son cheval puisque effectivement le délabrement tissulaire est beaucoup moins important. Les complications septiques se produisent moins souvent, et si un gonflement et un œdème sont toujours présents au niveau du site chirurgical, il a toujours été résolu en moins d'une semaine. Aucune incision supplémentaire de la paroi abdominale n'est nécessaire afin d'extérioriser le testicule, puisque ce dernier est laissé en place à l'issue de la chirurgie. Le traumatisme tissulaire est réduit de même que l'incidence des adhérences intra-abdominales postopératoires.

Enfin, la castration laparoscopique du cheval debout est une méthode non-invasive de castration qui autorise une convalescence rapide du cheval. Le cheval, soumis à un travail modéré dès son départ de la clinique soit 3 jours après la chirurgie peut être entraîné normalement 7 jours après l'intervention. Rappelons que le cheval ne peut retravailler

qu'après cicatrisation des incisions chirurgicales lorsqu'il est castré par des méthodes conventionnelles, soit environ 3 semaines après l'intervention.

D- Les limites de notre démarche expérimentale

1. Le besoin de compréhension de la technique chirurgicale : données légales

La castration laparoscopique du cheval debout sans orchidectomie vise à priver le cheval de ses fonctions de reproduction tout en laissant les testicules en place. Par conséquent des incompréhensions et des complications légales peuvent lui faire suite. Deux considérations sont à prendre en compte : l'éventuelle inacceptation légale de chevaux de courses ayant été soumis à cette technique et l'éventuelle ambiguïté lors de vente de l'animal.

D'après France Galop (société organisatrice des courses parisiennes de plat et d'obstacle), qui s'occupe de la rédaction et de l'application du Code des Courses en France, la définition du cheval « hongre » s'applique au sens des productions animales. Ainsi, un cheval est considéré comme castré lorsqu'il n'est plus apte à se reproduire. Cette notion est fondamentale, car des courses sont réservées aux chevaux mâles, alors qu'aucune course n'est réservée aux chevaux hongres et que la testostérone est dosée lors des contrôles anti-dopage. A l'hippodrome, la vérification de l'identification du cheval par le vétérinaire inclut l'observation du caractère « mâle » ou « hongre » apposé sur le livret signalétique de l'animal. La constatation du sexe du cheval est donc basée sur la seule visualisation de la mention légale apposée dans le livret d'identification de l'animal. D'après l'article R.* 242-38. du Code de Déontologie Vétérinaire « le vétérinaire doit apporter le plus grand soin à la rédaction des certificats ou autres documents qui lui sont demandés et n'y affirme que des faits dont il a vérifié lui-même l'exactitude » ; cette notion implique alors que le praticien engage sa responsabilité lorsqu'il confirme la castration du cheval. Aucune course n'étant réservée aux hongres, aucune technique de castration ne peut être remise en cause, même si l'orchidectomie n'est pas envisagée. D'ailleurs, les cryptorchides peuvent courir au même titre qu'un hongre. Par contre, la persistance de tissu sécrétant pourrait fausser les contrôles anti-dopage. Les dosages mesurés dans le cadre du contrôle anti-dopage se font préférentiellement sur l'urine, et incluent entre autre le dosage de testostérone urinaire. Tous les prélèvements urinaires sont accompagnés d'un bordereau de prélèvement qui mentionne entre autre le sexe « mâle » ou « hongre » du cheval, puis sont acheminés vers le laboratoire qui possède le profil stéroïdien de tous les chevaux mâles référencés. Le dosage de testostérone urinaire est considéré normal pour un hongre si les valeurs sont inférieures à 20 ng/mL. Lorsque le seuil est dépassé, la question est de savoir si le cheval présente une persistance de tissu testiculaire sécrétant ou bien si cette augmentation est due à l'administration de testostérone, ce qui constitue une fraude. En réalité, la différence est relativement aisée à faire. Le laboratoire recherche la testostérone dans l'urine de l'animal mais également les précurseurs de la testostérone ; alors qu'un test de stimulation à la gonadotrophine humaine chorionique peut être réalisé sur le terrain lorsqu'un cheval est douteux. Si le cheval présente une persistance du tissu testiculaire sécrétant, des précurseurs de la testostérone sont présents dans l'urine et le test de stimulation à l'hCG est positif ; il n'est pas dopé et donc pas en fraude. Le profil stéroïdien de ce cheval sera par ailleurs référencé dans le laboratoire pour éviter de rendre les tests ultérieurs douteux. En revanche, le cheval ayant reçu de la testostérone à des fins frauduleuses ne présente pas de précurseurs de la testostérone dans l'urine et le test à l'hCG est négatif.

Ainsi, les mentions légales indiquées par la société des courses françaises autorisent la pratique de la castration par laparoscopie sans orchidectomie. Cependant, le risque d'ambiguïté lors de vente de l'animal n'est pas exclu. Rappelons que dans l'exercice de sa profession, le vétérinaire est soumis à une obligation de moyens, et la banalisation actuelle de la castration renforce même cette obligation. Ainsi, le vétérinaire est soumis à une quasi obligation de résultats lorsqu'il castré un cheval. Il n'est donc pas exclu que la responsabilité civile professionnelle du praticien soit engagée si le cheval venait à présenter un comportement agressif en rapport avec une sécrétion persistante de testostérone.

La coopération du propriétaire est donc indispensable à la réalisation d'une castration laparoscopique sans orchidectomie de leur cheval. Comme pour toute autre technique de castration, une « convention de soin » doit être signée par le propriétaire ou par le représentant de l'animal, celle-ci indiquant entre autre qu'une persistance de la synthèse de testostérone peut se produire. Le praticien pourrait alors s'engager à réaliser une orchidectomie à titre gracieux si la situation venait à se produire.

2. La rémanence de tissu testiculaire sécrétant

Même si cela n'a pas été observé au cours de notre étude nous devons indiquer que la castration laparoscopique sans orchidectomie peut parfois échouer si le testicule n'est pas privé de toutes ses dépendances vasculaires, même des plus grêles.

a- Les données bibliographiques à propos de la « revascularisation testiculaire » après castration sans orchidectomie

La « revascularisation » du tissu testiculaire à l'origine d'une persistance de la production de testostérone et donc du comportement mâle a été rapportée deux fois dans la littérature. Les premiers à y faire allusion sont Bergeron J.A. et al. (1998), qui rapportent un cas de revascularisation du parenchyme testiculaire d'un testicule inguinal après cautérisation puis section de son support vasculaire. Un Quarter Horse est opéré à l'âge de 13 mois par l'équipe chirurgicale de l'Université du Colorado pour une supposée cryptorchidie abdominale bilatérale. L'équipe technique choisit de réaliser la cryptorchidectomie debout sous sédation poussée. Au cours de l'intervention, seul le testicule gauche est localisé en position intra-abdominale et est enlevé. Le testicule droit est quand à lui localisé dans le canal inguinal et sa rétraction en position abdominale n'est pas possible. Les vaisseaux sanguins et le conduit déférent sont cautérisés puis sectionnés afin que le testicule droit subisse une nécrose avasculaire en place. Douze mois plus tard, le cheval revient en consultation car il présente un testicule droit palpable dans le scrotum et surtout un comportement comparable à celui d'un étalon. Un dosage de la testostéronémie basale puis après stimulation à l'hCG confirme la persistance de la sécrétion de testostérone. Ce résultat, couplé à celui de l'histologie du testicule réalisée après une castration sous anesthésie générale selon une technique semi-fermée, a confirmé que le testicule est resté viable du côté droit. Les changements hormonaux au cours de la vie du cheval ont même engendré la descente tardive du testicule en position scrotale à 25 mois d'âge. Selon les auteurs, la revascularisation serait due à la présence de tissu péritesticulaire, dont l'angiogénèse s'est produite avant la nécrose totale du parenchyme testiculaire. La production de testostérone a pu persister (Bergeron J.A. et al. 1998).

En 2002, Rijkenhuizen A.B.M. et al. démontrent qu'il y a 96% de succès chirurgical lorsque les testicules sont laissés in situ après double ligature et section du cordon testiculaire. Cependant, même si ce taux de succès est fort, il demeure un faible pourcentage d'échecs. C'est dans le but de trouver quelle pouvait être la cause de cet échec que Voermans M. et al. (2006) ont mené leur étude. Lors d'une étude préliminaire, les cordons spermatiques de 8 étalons ont été ligaturés puis sectionnés à des endroits et selon des méthodes différents. Cinq semaines plus tard, les testicules furent enlevés et la viabilité des deux testicules et des épидидymes évaluée. En parallèle, une étude clinique prospective a été menée chez 241 étalons normaux et cryptorchides chez qui le cordon spermatique a été ligaturé puis sectionné. Lorsqu'un échec chirurgical était rencontré, les testicules étaient retirés par des méthodes classiques afin d'entreprendre une analyse histologique.

Lors de l'inspection des deux testicules des 8 étalons de l'étude préliminaire, tous les épидидymes paraissaient complètement ou en grande partie épargnés. Tous les testicules à l'exception d'un présentaient une nécrose avasculaire. Chez les autres patients (n = 447 testicules), les testicules cryptorchides abdominaux étaient tous nécrotiques (n = 123), alors que 5 des 88 testicules inguinaux et 8 des 236 testicules normalement descendus étaient partiellement viables. Finalement, la chirurgie a échoué chez 13 étalons. Ces derniers continuaient à produire de la testostérone et ne perdaient pas leur comportement mâle. Chez ces 13 chevaux, les testicules ont été retirés par des techniques de castration classique s'ils étaient inguinaux ou normalement en place ; alors qu'ils ont été laissés in situ s'il s'agissait de testicules abdominaux. Après cette intervention, le comportement mâle a disparu chez tous les chevaux et la production de testostérone est devenue comparable à celle d'un hongre. La viabilité partielle des testicules inguinaux et normalement descendus a été attribuée à une revascularisation du tissu testiculaire par des vaisseaux anastomotiques provenant de l'artère crémastérique ou encore de l'artère honteuse externe.

Après ligature puis section du cordon spermatique en région abdominale, 5,6% des testicules inguinaux et 3,4% des testicules normalement descendus n'ont pas complètement nécrosé ; suite à une probable revascularisation testiculaire par l'artère crémastérique et/ou par l'artère honteuse externe. Les auteurs concluent que la castration par laparoscopie sans orchidectomie ne peut pas être recommandée comme une méthode fiable pour la castration des cryptorchides inguinaux et pour les étalons normaux (Voermans M. et al. 2006).

b- L'origine de la revascularisation testiculaire

Alors que la technique laparoscopique de castration échoue dans certains cas lorsque les testicules sont normalement descendus ou inguinaux, le succès chirurgical est de 100% lors de testicule cryptorchide abdominal. Quelles sont les différences de technique chirurgicale qui existent entre la castration du testicule cryptorchide abdominal et les autres cas ? Lorsque le testicule est abdominal, la ligature concerne l'ensemble du cordon spermatique, du mésorchium et du conduit déférent. Rappelons que lorsque le testicule est engagé dans le trajet inguinal, le mésorchium doit être déchiré pour permettre de faire le tour du cordon avec la ligature. Cette différence est peut être la cause de certains échecs lors de castration sans orchidectomie.

L'artère testiculaire et l'artère épидидymaire sont deux vaisseaux qui assurent majoritairement la vascularisation du testicule et qui courent dans le mésorchium. D'autres vaisseaux, comme l'artère crémastérique, comprise dans le mésorchium ou l'artère déférentielle qui court dans le méso du conduit déférent, participent à la vascularisation du

testicule. En réalité, toutes ces artères possèdent de grêles anastomoses les unes avec les autres et rappelons que le mésorchium, le méso du conduit déférent et le mésépididyme sont en contact puisqu'ils proviennent tous trois du méso uro-génital. Le fait que le mésorchium ne soit pas ligaturé dans son intégralité lorsque le testicule est engagé dans le trajet inguinal peut expliquer que certains vaisseaux persistent à l'issue de la chirurgie et continuent de maintenir le tissu testiculaire viable. D'autre part, nous avons veillé au cours de notre étude à cautériser les vaisseaux circulants dans le mésorchium, ce qui vraisemblablement a amélioré le taux de succès chirurgical.

3. Les inconvénients et les complications liés à la castration laparoscopique du cheval tranquilisé

Nous avons vu que la castration laparoscopique sans orchidectomie représente de nombreux avantages chez les équidés, mais elle peut également s'accompagner d'inconvénients. Même s'il s'agit d'une méthode chirurgicale non-invasive, elle a participé à la détérioration de l'état général d'un des chevaux qui a fini par être euthanasié. Elle doit donc toujours être effectuée sur un cheval en bonne santé.

Par ailleurs, cette intervention induit un état d'inconfort variable selon les chevaux pendant la phase postopératoire. Alors que la plupart des chevaux a repris le travail 7 jours après la chirurgie sans douleur notable, un des chevaux a nettement perdu de l'état durant sa convalescence qui a été rallongée de presque un mois. Notons qu'il est important de favoriser l'analgésie per et postopératoire au cours de la castration et de décompresser l'abdomen du cheval à l'issue de l'intervention. L'état d'inconfort des chevaux est sûrement dû à l'insufflation abdominale de dioxyde de carbone ou encore à une éventuelle insufflation rétropéritonéale. La technique de castration que nous avons évalué s'accompagne finalement de tous les inconvénients de l'utilisation d'une technique chirurgicale laparoscopique.

Un des inconvénients du protocole est l'utilisation d'un matériel coûteux. Il doit toujours être réalisé au sein d'une structure ayant un plateau technique adapté. La disponibilité du personnel pour la réalisation de l'intervention peut constituer une limite. Notre étude a mobilisé pour chaque chirurgie laparoscopique 4 personnes de la clinique : le chirurgien et son aide, un aide-soignant vétérinaire et une personne compétente à la tête gérant la neuroleptanalgie.

La castration s'effectuant debout, le candidat à la chirurgie doit être docile et gentil pour assurer la sécurité du matériel et du personnel. Quoiqu'il en soit, aucun problème d'intolérance n'a été manifesté par nos chevaux au cours de l'étude, tous ayant bien répondu à notre protocole de tranquillisation décrit plus haut.

Même si aucun cas n'a été recensé lors de notre démarche expérimentale, notons qu'une perforation des structures vitales au cours de l'introduction des canules laparoscopiques est toujours possible, ce qui peut constituer une complication grave de l'examen laparoscopique. Aucun traumatisme iatrogène n'a été rencontré suite à l'utilisation du bistouri électrique pour cautériser les vaisseaux courant dans le mésorchium lors de l'intervention, mais rappelons que l'utilisation de ce type de matériel chirurgical doit être parfaitement maîtrisé pour éviter de léser les viscères abdominaux.

Conclusion de l'étude : Notre étude expérimentale présente des résultats satisfaisants ; elle présente de grands avantages par rapport aux méthodes de castration conventionnelles. Elle permet de supprimer les risques de complication postopératoire rencontrés lors de méthodes classiques de castration et de raccourcir la période de convalescence du cheval. Néanmoins, nous n'avons pas encore assez de recul expérimental, et nous devons tester plus de chevaux, sur une période plus longue avant de pouvoir conclure à l'acceptation d'une telle technique. Nous avons vu qu'une vascularisation testiculaire de remplacement est décrite dans la littérature lors d'échec de castrations visant à laisser les testicules en place. Si l'ensemble de notre expérimentation s'avère fructueuse dans les années à venir, nous pourrions conclure avec certitude que l'échec décrit dans la littérature est du à un traitement insuffisant des vaisseaux sanguins qui longent le mésorchium. Le traitement de l'ensemble du mésorchium serait indispensable, soit par cautérisation de ses structures vasculaires, soit par sa dissection complète afin que la ligature le concerne dans son intégralité.

CONCLUSION

Ce travail a présenté les techniques actuelles de castration des équidés, en précisant leurs avantages et leurs inconvénients. Même s'il s'agit d'une chirurgie de convenance, nous avons montré que cet acte chirurgical peut s'accompagner de complications dont certaines mettent en péril la vie de l'animal.

Nous avons ensuite décrit les techniques laparoscopiques de castration du cheval afin d'envisager une technique de castration qui réduise le temps de convalescence et l'incidence des complications postopératoires les plus fréquentes ou les plus graves comme l'infection, l'hémorragie sévère, l'éventration postopératoire ou bien la mort anesthésique.

Nous avons étudié au cours de notre approche expérimentale les avantages et les inconvénients de la technique de castration laparoscopique qui vise à laisser les testicules en place afin de les comparer aux techniques de castration classiques et d'en dégager l'éventuel intérêt. Après une double ligature puis une section du cordon testiculaire, les testicules ont subi une nécrose avasculaire en place et aucun cas de revascularisation testiculaire n'a été observé au cours de l'étude. Notre technique chirurgicale s'est avérée efficace et a montré des avantages évidents comme l'absence de complications postopératoires classiques de castration, la récupération rapide du cheval à ses performances initiales ou encore la faible douleur occasionnée par l'intervention.

AGREMENT ADMINISTRATIF

Je soussigné, A. MILON, Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, certifie que

Mlle PADER Karine, Solange, Nadie

a été admis(e) sur concours en : 2001

a obtenu son certificat de fin de scolarité le : **28 JUIN 2006**

n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

Je soussigné, L.-M. DESMAIZIERES, Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

autorise la soutenance de la thèse de :

Mlle PADER Karine, Solange, Nadie

intitulée :

« Evaluation d'une technique de castration du cheval par laparoscopie. »

**Le Professeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Docteur Louis-Marie DESMAIZIERES**

**Vu :
Le Directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeur Alain MILON**

**Vu :
Le Président de la thèse :
Professeur Jean-Pierre SARRAMON**

**Vu le : 29 JUIN 2006
Le Président
de l'Université Paul Sabatier
Professeur Jean-François SAUTEREAU**

BIBLIOGRAPHIE et ICONOGRAPHIE

ADAMS S.B., FESSLER J.F. (2000)

Male reproductive system surgery. Castration. In : ADAMS S.B., FESSLER J.F. Atlas of equine surgery. Philadelphia : W.B. Saunders company, 2000, 209-214.

AL-DUJAILI E.A.

Development and validation of a simple and direct ELISA method for the determination of conjugated (glucuronide) and non-conjugated testosterone excretion in urine. *Clin. Chim. Acta.* , 2006, **364**, 1-2, 172-179.

AMANN R.P (1993a)

Functional anatomy of the adult male. In : MCKINNON A.O., VOSS J.L. Equine Reproduction. Philadelphia : Lea and Febiger, 1993, 645-656.

AMANN R.P. (1993b)

Physiology and endocrinology. In : MCKINNON A.O., VOSS J.L. Equine Reproduction. Philadelphia : Lea and Febiger, 1993, 943-949.

ANIELSKI P., THIEME D., SCHLUPP A., GROSSE J., ELLENDORFF F., MUELLER R.K.

Detection of testosterone, nandrolone and precursors in horse hair. *Anal. Bioanal. Chem.* , 2005, **383**, 6, 903-908.

ARGO M.C.G., COX J.E., GRAY J.

The effect of oral melatonin treatment on the seasonality of pony stallions maintained under long days. 5^{ème} Congrès international de Reproduction Equine. Deauville, France, 1990, 54-55.

ASHDOWN R.R., DONE S.H.

The horse. Colour atlas of Veterinary Anatomy. Volume Two. London : Gower Medical Publishing Ltd., 1987, 327 pp.

BARONE R.

Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4. Splanchnologie II : Appareil Urogénital, fœtus et ses annexes. Péritoine et topographie. Paris : Vigot, 1990, 951 pp.

BARONE R.

Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 5. Angiologie. Paris : Vigot, 1996, 904 pp.

BERGERON J.A., HENDRICKSON D.A., MCCUE P.M.

Viability of an inguinal testis after laparoscopic cauterization and transection of its blood supply. *J. of Am. Vet Med. Assoc.*, 1998, **213**, 2, 1303-1304.

BLANCHARD T.L., VARNER D.D., SCHUMACHER

Manual of Equine Reproduction. St. Louis : Mosby-Year Book, 1998, 209 pp.

BOURE L., MARCOUX M., LAVERTY S.

Utilisation de la laparoscopie en médecine et chirurgie équine. *Prat. Vét. Equine.*, 1996, **28**, 3, 207-218.

BOURÉ L., MARCOUX M., LAVERTY S.

Laparoscopic abdominal anatomy of foals positioned in dorsal recumbency. *Vet. Surg.*, 1997, **26**, 1, 1-6.

CHAFFAUX S.

Le testicule de l'étalon, glande endocrine. *Rec. Méd. Vét.*, 1992, **168**, 11-12, 907-915.

CLAY C.M., SQUIRES E.L., AMANN R.P., PICKETT B.W.

Influences of season and artificial photoperiod on stallions: testicular size, seminal characteristics and sexual behavior. *J. Anim. Sci.*, 1987 Feb, **64**, 2, 517-525.

CLAYTON H.M., FLOOD P.F.

Large animal applied anatomy. London : Mosby-wolfe, 1996, 160 pp.

COLLIN B.

La vascularisation artérielle du testicule chez le cheval. *Anat. Histol. Embryol.* 1973 Mar, **2**, 1, 46-53.

COX J.E.

Behaviour of the false rig : causes and treatments. *Vet. Rec.* 1986 Mar 29, **118**, 13, 353-356.

COX J.E., REDHEAD P.H. ET DAWSON F.E.

Comparison of the measurement of plasma testosterone and plasma oestrogens for the diagnosis of cryptorchidism in the horse. *Equine Vet. J.*, 1986 May, **18**, 3, 179-182.

COX J.E., WILLIAM J.H., ROWE P.H., SMITH J.A.

Testosterone in normal, cryptorchid and castrated male horses. *Equine Vet. J.*, 1973 Apr, **5**, 2, 85-90.

CRIST D.W., GADACZ T.R.

Complication of laparoscopic surgery. *Surg. Clin. North Am.* 1993 Apr, **73**, 2, 265-289.

CUSHING H.

The pituitary body and its disorders. Philadelphia : J.B. Lippincott, 1912.

DAVIS E.W.

Laparoscopic cryptorchidectomy in standing horses. *Vet. Surg.*, 1997 Jul-Aug, **26**, 4, 326-331.

DAY T.K., SKARDA R.T.

The pharmacology of local anesthetics. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.*, 1991 Dec, **7**, 3, 489-500.

DE LAHUNTA A., HABEL R.E.

Applied Veterinary Anatomy. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 1986, 330 pp

DESMAIZIÈRES L.M., MARTINOT S., LEPAGE O.M., BAREISS E., CADORÉ J.L.
Complications associated with cannula insertion techniques used for laparoscopy in standing horses. *Vet. Surg*, 2003 Nov-Dec, **32**, 6, 501-506.

DONALDSON L.L., TROSTLE S.S., WHITE N.A.
Cardiopulmonary changes associated with abdominal insufflation of carbone dioxide in mechanically ventilated dorsally recumbent halothane anesthetized horses. *Equine Vet. J.*, 1998 Mar, **30**, 2, 144-151.

DUKE T.
Anesthesia and restraint of the horse during laparoscopy and thoracoscopy. In : WILSON D.G. Recent advances in laparoscopy and thoracoscopy. Ithaca NY : International Veterinary Information Service, www.ivis.org, 6 avril 2001, A1110.0401.

FISCHER A.T. (1990)
Diagnostic laparoscopy. In : TRAUB-DARGATZ J.L., BROWN C.M. Equine endoscopy. St Louis : Mosby-Year Book, 1990, 173-184.

FISCHER A.T. Jr.
Standing laparoscopic surgery. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.*, 1991 Dec, **7**, 3, 641-647.

FISCHER A.T.
Laparoscopic management of the cryptochid horse. *Equine Vet. Ed.*, 1997, **9**, 5, 242-245.

FISCHER A.T. (1999)
Laparoscopic cryptorchidectmy. In : WOLFE D.F., MOLL H.D. Large animal Urogenital surgery. Second edition. Baltimore : Williams & Wilkins, 1999, 45-49.

FISCHER A.T. Jr. (2002)
Basic laparoscopic techniques and training. In : FISCHER A.T. Jr Equine Diagnostic and Surgical Laparoscopy. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 2002 Jan, 29-35.

FISCHER A.T. Jr., LLOYD K.C., CARLSON G.P., MADIGAN J.E.
Diagnostic laparoscopy in the horse. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1986 aug 1, **189**, 3, 289-292.

FISCHER A.T. Jr., VACHON A.M.
Laparoscopic cryptorchidectomy in horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1992 Dec 1, **201**, 11, 1705-1708.

FISCHER A.T., VACHON A.M.
Laparoscopic intra-abdominal ligation and removal of cryptorchid testes in horses. *Equine Vet. J.*, 1998 Mar, **30**, 2, 105-108.

FREEMAN D.E.
Surgery of the testes. 9° Congresso Nazionale Multisala SIVE. Pisa, Italie, 2003 Feb 1-2.

FREEMAN L., GALLAGHER L.A. (2002)
Disposable endoscopic instruments. In : FISCHER A.T. Jr Equine Diagnostic and Surgical Laparoscopy. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 2002 Jan, 51-78.

GAILLARD C.

La pampiniformectomie, une méthode de stérilisation de l'étalon. Th : Med.Vet. : Lyon : 2000, 4, 127 pp.

GAILLARD J.L. ET SILBERZAHN P. : Aromatization of 19-norandrogens by equine testicular microsomes. *J. Biol. Chem.* **262** : 5717-5722 ; 1987.

GALUPPO L.D.

Laparoscopic anatomy. *In* : FISCHER A.T. Jr Equine Diagnostic and Surgical Laparoscopy. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 2002 Jan, 7-28.

GALUPPO L.D., SNYDER J.R., PASCOE J.R.

Laparoscopic anatomy of the equine abdomen. *Am. J. Vet. Res.*, 1995 Apr, **56**, 4, 518-531.

GANJAM V.K.

An inexpensive, yet precise , laboratory diagnostic method to confirm cryptorchidism in the horse. *Proc. 23rd. Ann. Conv. Am. Ass. Equine Pract.*, 1977, 245-249.

GANJAM V.K.

Episodic nature of the $\Delta 4$ and $\Delta 5$ steroidogenic pathways and their relationship to the adreno-gonadal axis in stallions. *J. Reprod. Fert.*, 1979, **27**, 67-71.

GANJAM V.K., KENNEY R.M.

Androgens and oestrogens in normal and cryptorchid stallions. *J. Reprod. Fert. Suppl.*, 1975 Oct, 23, 67-73.

GLUNTZ X., BATTAIL G.A., JACOT S., MOREAU H. (1997a)

Cryptorchidectomie sous laparoscopie chez un cheval debout. *Point Vét.*, 1997, **28**, 183, 1299-1303.

GLUNTZ X., BATTAIL G.A., MOREAU H. (1997b)

La cryptorchidie chez le cheval : techniques chirurgicales classiques et laparoscopiques. *Prat. Vét. Equine.*, 1997, **29**, 2, 115-122.

HANRATH M., RODGERSON D.H.

Laparoscopic Cryptorchidectomy Using Electrosurgical Instrumentation in Standing Horses. *Vet. Surg.*, 2002 Mar-Apr, **31**, 2, 117-124.

HENDRICKSON D.A., WILSON D.G.

Instrumentation and techniques for laparoscopic and thoracoscopic surgery in the horse. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.*, 1996, **12**, 235-259.

HENDRICKSON D.A.

History and instrumentation of laparoscopic surgery. *Vet. Clin. North. Am. Equine Pract.*, 2000 Aug, **16**, 2, 233-250.

HENDRICKSON D.A.

Electrosurgery as an adjunct to minimally invasive procedures. *In* : WILSON D.G. Recent advances in laparoscopy and thoracoscopy. Ithaca NY : International Veterinary Information Service, www.ivis.org, 13 Janvier 2006, A1114.0106.

HENDRICKSON D.A., WILSON D.G.

Laparoscopic cryptorchid castration in standing horses. *Vet. Surg.*, 1997, **26**, 335-339

HENDRICKSON D.A., SOUTHWOOD L.L., LOPEZ M.J. et al.

Cranial migration of different volumes of new methylene blue after caudal epidural injection in the horse. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.*, 1998, **20**, 2-14.

HUNT R.J.

Management of complications associated with equine castration. *North Am. Ed.*, 1991 Dec, **13**,12, 1835-1841.

IRVINE C.H.G., ALEXANDER S.

Secretion rates and short term patterns of gonadotrophin-releasing hormone, FSH and LH in the normal stallion in the breeding season. *J. Endocr.*, 1988, **117**, 197-206.

JANTOSAVICOVA J., JANTOSAVIC J.

Topographisch-anatomische angaben über A.testicularis, A. ductus deferentis und A.cremasterica hengst. *Gegenbaurs morphol. Jahrb.* 1983, **129**, 4, 467-482.

JOHNSON G.F., TWEDT D.C.

Endoscopy and Laparoscopy in the management of neoplasia in small animals. *Vet. Clin. North. Am.*, 1977 Feb, **7**, 1, 77-92.

JOHNSON G.F.

Laparoscopy in small animals. In: ANDERSON N.V. Veterinary Gastroenterology. Second edition. Philadelphia : Lea & Febiger, 1992 Feb, 78-85.

JOHNSTON G.M., TAYLOR P.M., HOLMES M.A., WOOD J.L.

Confidential enquiry of perioperative equine fatalities (CEPEF-1) preliminary results. *Equine Vet. J.* 1995 May, **27**, 3, 193-200.

LEVIN H.S.

Testicular biopsy in the study of male infertility. *Hum. Pathol.*, 1979, **10**, 569-584.

LINE S.W., HART B.L., SANDERS L.

Effect of prepubertal versus postpubertal castration on sexual and aggressive behaviour in male horses. *J. Am. Vet. Assoc.*, 1985 Feb 1, **186**, 3, 249-251.

MAGNE M.L., TAMS T.R. (1999)

Laparoscopy : instrumentation and technique. In : TAMS T.R. Small animal endoscopy. Second edition. Saint Louis : Mosby, Inc., 1999, 397-408.

MASON B.J., NEWTON J.R., PAYNE R.J., PILSWORTH R.C.

Costs and complications of equine castration : a UK practice based study comparing « standing nonsutured » and « recumbent sutured » techniques. *Equine Vet. J.*, 2005 Sep, **37**, 5, 468-472.

MEE A.M., CRIPPS P.J., JONES R.S.

A retrospective study of mortality associated with general anaesthesia in horses: elective procedures. *Vet. Rec.*, 1998 Mar 14, **142**, 11, 275-276.

- MELLEMA S.C., DOHERR M.G., WECHSLER B., THUER S., STEINER A.
Influence of local anaesthesia on pain and distress induced by two bloodless castration methods in young lambs. *Vet J.* 2005 Jul 25.
- MOLL H.D., PELZER K.D., PLEASANT R.S., et al
A survey of equine castration complication. *J. Equine Vet. Sci.*, 1995, **15**, 12, 522-526
- MUYAN M., ROSER J.F., DYBDAL N., BALDWIN D.M.
Modulation of gonadotropin-releasing hormone-stimulated Luteinizing hormone release in cultured male equine anterior pituitary cells by gonadal steroids. *Biol. of Reprod.*, 1993 Aug, **49**, 2, 340-345.
- NETT T.M.
Reproductive endocrine function testing in stallions. In : MCKINNON A.O., VOSS J.L. Equine Reproduction. Philadelphia : Lea and Febiger, 1993, 821-824.
- NICKEL R., SCHUMMER A., SEIFERLE E.
The anatomy of the domestic animals. Volume 3. The circulatory system, the skin, and the cutaneous organs of the domestic mammals. Berlin : Verlag Paul Parey, 1981, 610 pp.
- ODELL W.D. (1989)
The leydig cell. In : DeGROOT L.J. Endocrinology. Volume 3. Philadelphia: W.B. Saunders company, 1989, 2137-2145.
- PALMER S.E.
Ovariectomy : Laparoscopic technique. In : WHITE N.A., MOORE J.N. Current techniques in Equine Surgery and Lameness. Second edition. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 1998 Jul, 217-223.
- PALMER S.E. (2002)
Selected laparoscopic suturing and knot-tying techniques. In : FISCHER A.T. Jr Equine Diagnostic and Surgical Laparoscopy. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 2002 Jan, 91-101.
- PEARSON H., WEAVER B.M.
Priapism after sedation, neuroleptanalgesia and anesthesia in the horse. *Equine Vet. J.*, 1978 Apr, **10**, 2, 85-90.
- PEERS A., MELLOR D.J., WINTOUR E.M., DODIC M.
Blood pressure, heart rate, hormonal and other acute responses to rubber-ring castration and tail docking of lambs. *N. Z. Vet. J.* 2002 Apr, **50**, 2, 56-62.
- PEPE M., GIALETTI R., MORICONI F., PUCETTI M., NANNARONE S. AND SINGER E.R.
Laparoscopic sterilisation of sardinia donkeys using endoscopic stapler. *Vet. Surg.*, 2005, **34**, 260-264.

PERONI J.F., RONDENAY Y.

Analgesia and anesthesia for equine laparoscopy and thoracoscopy. In : FISCHER A.T. Equine Diagnostic and Surgical Laparoscopy. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 2002 Jan, 119-128.

PHILLIPS J.M.

Complications in laparoscopy. *Int. J. Gynaecol. Obstet. J.*, 1977, **15**, 2, 157-162.

PHIPPS J.H.

Thermometry studies with bipolar diathermy during hysterectomy. *Gynaecol. Endosc.*, 1994, **3**, 5-7.

PICKETT B.W. (1993)

Factors affecting sperm production and output. In : MCKINNON A.O., VOSS J.L. Equine Reproduction. Philadelphia : Lea and Febiger, 1993, 689-699.

PINEDA M.H. (2003)

Male reproductive system. In : PINEDA M.H., DOOLEY M.P. Veterinary endocrinology and reproduction. Fifth edition. Iowa : Blackwell Publishing Company, 2003, 239-282.

POPESKO P.

Atlas d'anatomie topographique des animaux domestiques. Volume III. Priroda : Vander Louvain, 1972, 207 pp.

RAESIDE J.I.

Seasonal changes in the concentration of oestrogens and testosterone in the plasma of the stallion. *Anim. Reprod. Sci.*, 1978, **1**, 205-212.

RAGLE C.A. (2002)

Ventral abdominal approach for bilateral laparoscopic ovariectomy. In : FISCHER A.T. Equine Diagnostic and Surgical Laparoscopy. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 2002 Jan, 181-188.

RAGLE C.A., SCHNEIDER R.K., SOUTHWOOD L.L.

Abdominal laparoscopy in horses. *Compend Contin. Educ. Pract. Vet.*, 1996, **18**, 1231-1239.

RAGLE C.A., SOUTHWOOD L.L., HOWLETT M.R. (1998a)

Ventral abdominal approach for laparoscopic cryptorchidectomy in horses. *Vet. Surg.*, 1998, **27**, 138-142.

RAGLE C.A., SOUTHWOOD L.L., SCHNEIDER R.K. (1998b)

Injury to abdominal wall vessels during laparoscopy in three horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1998 Jan 1, **212**, 1, 87-89.

RAILTON D.

Complications associated with castration in the horse. *In Pract.*, 1999 Jun, 298-307.

RIJKENHUIZEN A.B.M., GRINWIS G.C.M.

Castration of the stallion : Preferably in the standing horse by laparoscopic techniques ?. *Pferdeheilkunde.*, 1999, **16**, 5, 425-429.

RIJKENHUIZEN A.B.M., VAN DIJK P

Diagnostic and therapeutic laparoscopy in the horse: experience in 236 cases. *Pferdeheilkunde.*, 2002, **18**, 1, 12-20.

ROBERTSON I.S., KENT J.E., MOLONY V.

Effect of different methods of castration on behaviour and plasma cortisol in calves of three ages. *Res Vet Sci.* 1994 Jan, **56**, 1, 8-17.

ROSER J.F. (2000)

Reproductive Endocrinology of the Stallion. *In* : SAMPER J. Equine Breeding Management and artificial Insemination. Philadelphia : W.B. Saunders company, 2000, 41-52.

ROTHUIZEN J.

Laparoscopy in small animal medicine. *V. Et Q.* 1985 Jul, **7**, 3, 225-228.

SAMPER J. (2004)

The Stallion. *In* : REED S.M., BAYLY W.M., SELTON D.C. Equine Internal Medicine. Elsevier : W.B. Saunders company, 2004, 1135-1168.

SCHUMACHER J.

Complications of castration. *Equine Vet. Ed.*, 1996, **8**, 5, 254-259.

SCHUMACHER J. (1999)

The testis and associated structures. *In* : AUER J.A., STICK J.A. Equine Surgery. Second edition.. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 1999, 515-540.

SCHUMACHER J., SPANO J.S., McGUIRE M., SCRUTCHFIELD W.L., FELDMAN R.G.

Effects of castration on perinoeal fluid constituents in the horse. *J. Vet. Int. Med.*, 1988, **2**, 22-25.

SEDRISH S.A., LEONARD J.M.

How to perform a primary closure castration using an inguinal incision. Proceedings of the 47th American Association of Equine practitioners. San diego, Etats-Unis, AAEP, 2001 Nov 24-28, 423-425.

SETCHELL B.P., COX J.E.

Secretion of free and conjugated steroids by the horse testis into lymph and venous blood. *J. Reprod. Fert.*, 1982, suppl. **32**, 123-127.

SHETTKO D.L.

Complications in laparoscopic surgery. *Vet.Clin. North Am. Equine Pract.*, 2000 Aug, **16**, 2, 377-383.

SHOEMAKER R., BAILEY J., JANZEN E., WILSON D.G.

Routine castration in 568 draught colts : incidence of evisceration and omental herniation. *Equine V. et J.* 2004 May, **36**, 4, 336-340.

SILBERZAHN P., POURET J.M., ZWAIN I.

Androgen and oestrogen response to a single injection of hCG in cryptorchid horses. *Equine Vet. J.*, 1989, **21**, 2, 126-129.

SISSON S., GROSSMAN G.P.

The anatomy of the domestic animals. 4th edition. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 1953, 678-682.

SKARDA R.T.

Local anesthesia and local anesthetic techniques in horses. In : MUIR W.W., HUBBELL J.A.E. Equine anesthesia : Monitoring and Emergency Therapy. St Louis : Mosby -Year Book, 1991, 199-246.

SKARDA R.T., MUIR W.W.

Caudal analgesia induced by epidural or subarachnoid administration of detomidine hydrochloride solution in mares. *Am. J. Vet. Res.*, 1994, **55**, 670-680.

SMITH J.A.

Proceedings : masculine behaviour in geldings. *Vet. Rec.*, 1974 Feb 23, **94**, 8, 160.

STAFFORD K.J., MELLOR D.J., McMEEKAN C.M.

A survey of the methods used by farmers to castrate calves in New Zealand. *N.Z. Vet. J.*, 2000 Feb, **48**, 1, 16-19.

TAYA K., NAGATA S., TSUNODA N., NAGAMINE N., TANAKA Y., NAGAOKA K., TANIYAMA H., NAMBO Y. AND WATANABE G.

Testicular secretion of inhibin in stallions. *J. Reprod. Fert. Suppl.* , 2000, **56**, 43-50.

THERY A.

Les conférences de consensus, première mise en oeuvre en médecine vétérinaire à propos de la castration du cheval. Th. : Med.vet. : Nantes : 2003 ; 115 ; 150 pp.

THRELFALL W.R., LOPATE C. (1993)

Testicular biopsy. In : MCKINNON A.O., VOSS J.L. Equine Reproduction. Philadelphia : Lea and Febiger, 1993, 943-949.

THUER S., MELLEMA S., DOHERR M.G., WECHSLER B., NUSS K., STEINER A.

Effect of local anaesthesia on short- and long-term pain induced by two bloodless castration methods in calves. *Vet J.* 2005 Oct 10.

TROTTER G.W.

Castration. In : MCKINNON A.O., VOSS J.L. Equine Reproduction. Philadelphia : Lea & Febiger, 1993, 907-924.

TRUMBLE T.N., HENDRICKSON D.A.

Standing male equine urogenital endoscopic surgery. *Vet. Clin. North Am.*, 2000 Aug, **16**, 2, 269-284.

TUCKER R.D.

Laparoscopic electrosurgical injuries : Survey and results and their implications. *Surg. Laparosc. Endosc.*, 1995 Aug, **5**, 4, 311-317.

VIREVIALLE H.

Laparoscopie : principes généraux et applications thérapeutiques chez le cheval adulte. Th : Med.Vet : Alfort, 2005, CD ROM n° 347.

VOERMANS M., RIJKENHUIZEN A.B.M., VAN DER VELDEN M.A.

The complex blood supply to the equine testis as a cause of failure in Laparoscopic Casatration. *Equine Vet. J.*, 2006, **38**, 1, 35-39.

WILSON D.G.

Laparoscopy as an aid in the surgical management of the equine hemicastrate. *Proc. Am. Assoc. Equine Pract.*, 1989, **35**, 347-353.

WILSON D.G.

Dorsally recumbent male equine urogenital endoscopic surgery. *Vet. Clin. North Am.* , 2000 Aug, **16**, 2, 287-300.

WILSON D.G.

Current applications of hernia repair. In : WILSON D.G. Recent advances in laparoscopy and thoracoscopy. Ithaca NY : International Veterinary Information Service, www.ivis.org, 6 avril 2001, A1112.0401.

WILSON D.G. (2002)

Laparoscopic castration techniques. In : FISCHER A.T. Equine Diagnostic and Surgical Laparoscopy. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 2002 Jan, 163-170.

WILSON D.G., HENDRICKSON D.A., COOLEY A.J., DEGRAVE-MADIGAN E. (1996a)
Laparoscopic methods for castration of equids. *J. Am.Vet. Med. Assoc.*, 1996 Jul 1, **209**, 1, 112-114.

WILSON D.G., HENDRICKSON D.A., COOLEY A.J., DEGRAVE-MADIGAN E. (1996b)
Laparoscopic alternatives to scrotal castration. Abstract from the E.C.V.S. Scientific Meeting. *Vet. Surg* , 1996, **25**, 3, 266.

WILSON J.F., QUIST C.F.

Professional liability in equine surgery. In : AUER J.A., STICK J.A. Equine surgery. First edition. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 1992, 13-35.

WITTERN C., HENDRICKSON D.A., TRUMBLE T., et al

Complications associated with administration of detomidine into the caudal epidural space in a horse. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1998 Aug 15, **213**, 4, 516-518.

TOULOUSE, 2006

AUTEUR :

NOM : PADER

Prénom : Karine

EVALUATION D'UNE TECHNIQUE DE CASTRATION DU CHEVAL PAR LAPAROSCOPIE

RESUME :

Ce travail vise à comparer les ratios bénéfiques / risques des techniques actuelles de castration des équidés, classiques et laparoscopiques. La première partie rappelle les bases anatomo-fonctionnelles de la reproduction de l'étalon. Les techniques de castration et de cryptorchidectomie, classiques et laparoscopiques, leurs avantages, leurs inconvénients et leurs complications respectives sont ensuite décrits de façon approfondie. La troisième partie présente les moyens d'évaluation de l'efficacité de la castration. Une dernière partie est consacrée à l'évaluation d'une technique laparoscopique de castration du cheval debout, visant à laisser les testicules en place et réalisée chez 10 chevaux entre Août 2005 et Mars 2006. Les avantages et les inconvénients, les données légales concernant la castration sans orchidectomie, la faisabilité et l'efficacité de cette méthode chirurgicale sont discutés en détail au cours de ce travail.

MOTS CLES :

Cheval, laparoscopie, castration, cryptorchidectomie.

EVALUATION OF A METHOD FOR CASTRATION OF EQUIDS USING
LAPAROSCOPY

SUMMARY :

The purpose of this report is to compare risk-benefit ratio between classic and laparoscopic methods for castration in equids. The first section describes the functional anatomy of the reproductive tract in the stallion. The second section reports classic and laparoscopic methods for castration and cryptorchidectomy, their advantages, drawbacks and complications for each surgical procedure. The third section presents different techniques to evaluate castration efficiency. The concluding segment is dedicated to evaluate a laparoscopic technique to castrate a stallion in the standing horse, which consists in leaving the testes in situ and realised in 10 horses between August 2005 and March 2006. Advantages and disadvantages, faisability and liability concerning castration without orchidectomy, and efficiency of this surgical method are discussed in detail in this report.

KEY WORDS :

Horse, laparoscopy, castration, cryptorchidectomy.