SOLY ALEXANDRA

LE LAMA : CONTENTION, EXAMEN CLINIQUE, GENERALITES THERAPEUTIQUES ET ZOOTECHNIQUES.

Thèse Vétérinaire : Lyon , *16 novembre 2005*

RESUME :

Le lama est peu présent en France. Il suscite néanmoins un intérêt grandissant chez les particuliers. Cette thèse vise à donner les clés nécessaires au vétérinaire devant intervenir sur cette espèce.
Il faut tout d'abord savoir interpréter le comportement du lama avant de réaliser une contention, physique et/ou chimique, préalable nécessaire à tout examen clinique. Celui-ci se fait en tenant compte de l'anatomie et de la physiologie particulière du lama. La plupart des examens complémentaires pratiqués chez les bovins ou les équins peuvent alors être mis en œuvre.
Les particularités relatives aux voies d'administration des traitements, notamment les sites d'injections, sont détaillées et illustrées.
Enfin, le vétérinaire doit pouvoir conseiller le propriétaire de lama, c'est pourquoi ce travail aborde les thèmes du parasitisme, de la vaccination et de tout ce qui relève de l'entretien courant de l'animal, ainsi que de la réglementation existant à son sujet.
Ce travail est une synthèse de données issues de la bibliographie et de l'expérience de praticiens, présentée sous la forme d'un cédérom. Tous les lamas et alpagas ont été filmés et photographiés en juillet 2004 dans l'élevage de Christiane Giudicelli et c'est le Pôle Aventi (E.N.V.L.) qui a assuré la partie technique de la réalisation du cédérom.

MOTS CLES :

- **Lama glama**
- **Lama pacos**
- **Contention**
- **Examen clinique**
- **Thérapeutique**
- **Zootechnie**

JURY :

Président :	Monsieur le Professeur Berland M.
1er Assesseur :	Mademoiselle Le Grand D.
2ème Assesseur :	Madame le Professeur Rémy D.
Membre invité :	Monsieur le Docteur Vétérinaire Giudicelli B.

DATE DE SOUTENANCE :

16 novembre 2005

ADRESSE DE L'AUTEUR :

Les Terres
69170 Les Sauvages

Table des matières

I/ TAXONOMIE 7

II/ CONTENTION 11

A/ Bases du comportement du Lama 11

- Savoir interpréter les attitudes du Lama 11
- Savoir interpréter les sons du Lama 11
- L'agression chez le Lama 12

B/ Méthodes de contention 12

- Abord en liberté 12
- Abord individuel 13
- Attache 13
- Contention chimique 13

III/ TECHNIQUE D'EXAMEN CLINIQUE 25

A/ Examen clinique par appareil 25

Examen à distance et prise de température 25
Appareil respiratoire 26
Appareil cardio-vasculaire 28
Appareil digestif 29
Appareil urinaire 35
Appareil reproducteur 36
Nœuds lymphatiques 42
Organes des sens 42
Système nerveux et musculosquelettique 43
Nouveau-né 45

B/ Examens complémentaires 47

Radiographie 47
Aspiration transtrachéale 47
Examens complémentaires du système cardio-vasculaire 48
Palpation transrectale 48
Intubation orogastrique 49
Biopsie hépatique 49
Abdominocentèse 50
Collecte d'urine 51
Tractus génital mâle 52
Tractus génital femelle 52
Diagnostic de gestation 53
Biopsie des nœuds lymphatiques 54

Ponction de liquide céphalorachidien (LCR) 54
Arthrocentèse 56
Aspiration de moelle osseuse 57
Hématologie et biochimie 58

IV/ VOIES ET MODES D'ADMINISTRATION DES TRAITEMENTS 61

A/ Administration P.O. 61
B/ Injection sous-cutanée 61
C/ Injection intramusculaire 61
D/ Injection intraveineuse et prélèvements sanguins 61
E/ Pour-on et Spot-on 63

V/ PARTICULARITES DE L'ELEVAGE DU LAMA 65

A/ Recommandations zootechniques, sanitaires et médicales 65

- Posologies 65
- Vaccination 66
- Parasitisme 67
- Entretien des pieds 71
- Tonte 71
- Epointement des crocs 72
- Surveillance du poids 72
- Conditions de vie 73

B/ Réglementation de l'élevage du lama 75

- Législation 75
- Identification et enregistrement 75

Table des illustrations

Tableaux :

Tableau 1: Population approximative des petits camélidés sud américains dans les pays andins (20) 9
Tableau 2: Population approximative des petits camélidés domestiques en France (4) et aux Etats-Unis (7) 9
Tableau 3 : Comparaison des agents anesthésiques locaux injectables d'après Fowler (11) ... 14
Tableau 4 : Comparaison des agents injectables en épidurales caudale d'après Riebold (24). 14
Tableau 5 : Présentation des principaux agents anesthésiques utilisables pour la tranquillisation et l'anesthésie générale fixe chez le Lama (11)(15)(24)(27) 15
Tableau 6 : Valeurs normales pour un lama anesthésié d'après Riebold (24) 19
Tableau 7 : Présentation de principaux agents anesthésiques utilisables pour une induction d'anesthésie avec relais gazeux d'après Riebolt (24) 21
Tableau 8 : Présentation des deux principaux agents anesthésiques gazeux utilisés chez le Lama (11)(24) 22
Tableau 9 : Données physiologiques du système respiratoire fournies par l'expérience de Fowler (11) 27
Tableau 10 : Données physiologiques du système cardio-vasculaire fournies par l'expérience de Fowler(11) 28
Tableau 11 : Données physiologiques des compartiments gastriques du lama d'après Fowler (11) 33
Tableau 12 : Temps d'éruption des dents chez les lamoïdes d'après Fowler (11) 34
Tableau 13 : Caractéristiques physico-chimiques de l'urine des lamas d'après Fowler (11) .. 36
Tableau 14 : Avantages et inconvénients des modes de saillie d'après Giudicelli (14) 39
Tableau 15 : Principales caractéristiques du lait d'alpaga d'après Fowler (11) 41
Tableau 16 : Composition du lait de lama d'après Fowler (11) 41
Tableau 17 : Technique radiographique utilisée sur le lama adulte d'après Fowler (11) 47
Tableau 18 : Analyse du fluide abdominal d'après Fowler (11) 51
Tableau 19 : Analyse du LCR d'après Fowler (11) 56
Tableau 20 : Valeurs hématologiques moyennes du lama d'après l'E.N.V.L. [intervalle des valeurs d'après Fowler (11)] 58
Tableau 21 : Valeurs biochimiques moyennes du lama d'après l'E.N.V.L. [intervalle des valeurs d'après Fowler (11)] 58
Tableau 22 : Posologies utilisables chez les petits camélidés domestiques d'après B. Giudicelli (14)(16) 65
Tableau 23 : Poids des petits camélidés domestiques d'après Riebold (24) 66
Tableau 24 : Programme de vaccination du Lama (5)(16)(18)(22)(25) 66
Tableau 25 : Les principaux parasites externes rencontrés chez le Lama et leurs traitements (6)(9)(10)(16)(22) 67
Tableau 26 : Les principaux parasites internes rencontrés chez le Lama et leurs traitements (5)(6)(9)(10)(16)(17)(22) 69

Annexes :

Annexe 1 : Comparaison morphologique alpaga/lama 81
Annexe 2: Différentes couleurs du lama 81
Annexe 3: Comparaison lama k'ara et ch'aku 81
Annexe 4: Méthodes de contention physique du lama 83
Annexe 5: Modèle de couloir de contention 83
Annexe 6: Utilisation d'un cathéter 83
Annexe 7: Coupe sagittale de la tête du lama 85
Annexe 8: Dentition d'un lama mâle : Vue latérale droite du crâne 87
Annexe 9: Estomac et intestins du lama : Vue latérale droite après étalement 89
Annexe 10: Appareil génital d'un lama mâle : Disposition générale, vue latérale droite 91
Annexe 11: Appareil génital d'une femelle lama : Disposition générale, vue latérale gauche 93
Annexe 12: Conformation interne de la mamelle du lama 95
Annexe 13: Schémas des différentes postures possibles du petit à la mise bas 95
Annexe 14: Squelette du lama : Vue latérale droite 97
Annexe 15: Structure interne du pied du lama 99
Annexe 16: Abdominocentèse sur la ligne blanche 99
Annexe 17: Coupe transversale de l'espace lombosacré 99
Annexe 18: Région atlanto-occipitale : site de la ponction haute de LCR 101
Annexe 19: Schéma de la veine jugulaire externe du lama en région céphalique 101
Annexe 20: Schéma de la face dorsale auriculaire gauche 101
Annexe 21: Formulaires à remplir lors d'une demande d'enregistrement d'un lama ou d'un alpaga à la Bergerie Nationale 103
Annexe 22: Fiche individuelle délivrée par la Bergerie Nationale suite à un enregistrement 107
Annexe 23: Maladies virales et bactériennes des petits camélidés d'après Fowler (10) 109

Photos :

Photo 1 : Alpaga, A.Soly 9
Photo 2 : Lama, A.Soly 9
Photo 3 : Guanaco, Corbis.com 9
Photo 4 : Vigognes, landenweb.com 9
Photo 5 : Corral, A. Soly 12
Photo 6 : Vue caudale d'un lama assurant sa thermorégulation, A.Soly 25
Photo 7 : Vue de profil d'un lama assurant sa thermorégulation, A.Soly 26
Photo 8: Vue dorsale des poumons d'un lama, D. LeGrand et A. Soly 26
Photo 9 : Divisions glandulaires du 2ème compartiment gastrique, D. LeGrand et A. Soly 31
Photo 10 : Face diaphragmatique du foie d'un lama, D. LeGrand et A. Soly 32
Photo 11 : Coupe longitudinale du rein droit d'un lama, D. Legrand et A. Soly 35
Photo 12 : Oeil de lama vu de profil, A. Soly 42
Photo 13 : Glandes métatarsales, A.Soly 44
Photo 14 : Injection intraveineuse basse sur un lama, D. Legrand 62
Photo 15 : Pied nécessitant une coupe des ongles peu importante, A.Soly 71
Photo 16 : Lama tondu, A.Soly 72
Photo 17 : Lama en surpoids, A. Soly 73
Photo 18 : Troupeau de femelles lama et alpaga, A. Soly 74

Introduction

C'est probablement autour du lac Titicaca qu'a eu lieu la domestication du Lama 4000 ans avant JC. L'empire Inca était dépendant des petits camélidés domestiques pour la nourriture, le combustible (utilisation des féces), les vêtements, le bât et les cérémonies religieuses (sacrifices de lamas blancs) et tous étaient la propriété du gouvernement. Si leur nombre et leur distribution ont diminué suite à l'invasion espagnole de 1532, ils ont survécus de par leur importance dans la culture andine. Par ailleurs, au XIXème siècle, des lamoïdes étaient exportés vers les zoos des autres pays, puis, après que le Pérou ait supprimé l'exportation des alpagas en 1843, c'est l'ensemble des pays andins qui a interdit l'exploitation de tous les lamoïdes par les autres pays en 1930. Cette interdiction a été levée pour les alpagas et les lamas dans les années 80 et des exportations sporadiques depuis le Chili vers les Etats-Unis et l'Europe ont eu lieu à partir de 1983 (déclaration du pays comme étant indemne de fièvre aphteuse) (11). On peut donc dire que le pool génétique des populations de lamas d'Amérique du nord et d'Europe est réduit puisqu'il dérive d'un nombre restreint d'individus. (5)

L'utilisation actuelle du lama varie selon les zones géographiques.

En Amérique du sud, l'élevage de lama et d'alpaga est une importante activité économique, principalement au Pérou et en Bolivie, et dans une moindre mesure en Argentine, au Chili, en Colombie et en Equateur.

Le gouvernement péruvien (20) estime à environ 500.000 le nombre de familles de la région andine dépendant directement de l'activité des camélidés sud-américains, sans compter celles qui en bénéficient indirectement.

Les principales productions sont :

- La laine
- La viande (valeur nutritive équivalente aux autres viandes)
- Les féces (utilisés comme engrais et combustible)
- Les peaux et les cuirs (nombreux usages industriels et artisanaux)

A ces activités s'ajoute le bât en zone rurale.

Tous les lamas et 90% des alpagas sont élevés de manière traditionnelle, par des petits propriétaires, en troupeaux de 30 à 1000 têtes sur des prés communaux, et, même s'il existe de grandes coopératives pour les alpagas au Pérou (jusqu'à 40.000 têtes)(25), les petits camélidés restent surtout le seul moyen de subsistance dans les « zonas altas ».

En France, où l'on compte environ 4000 petits camélidés domestiques, on les rencontre pour (14):

- La compagnie : en effet, de plus en plus de particuliers possèdent 2 à 5 animaux pour leur plaisir ; animaux qui ont alors un fort potentiel affectif.
- La production agricole de laine comme complément de revenu (une vingtaine d'éleveurs d'alpaga sont regroupés dans l'association Alpalaine(2))
- La revente (élevages de 20 à quelques centaines de têtes)(l'AFPC, association française des petits camélidés, regroupe une centaine de membres, éleveurs adhérents à une charte de bonne pratiques d'élevage(1))
- Le bât (tourisme et randonnée)
- Le débroussaillement (qui se résume en de « l'entretien de propriété » sachant qu'un lama mange proportionnellement moins qu'un mouton)
- Le gardiennage de troupeau. En effet, d'après C. Giudicelli (19) le lama, de par son instinct de protection du territoire et des petits, peut jouer le rôle de gardien de

troupeau (moutons, oies, canards gras) de façon efficace et pousser un cri d'alarme lorsqu'un danger se présente.

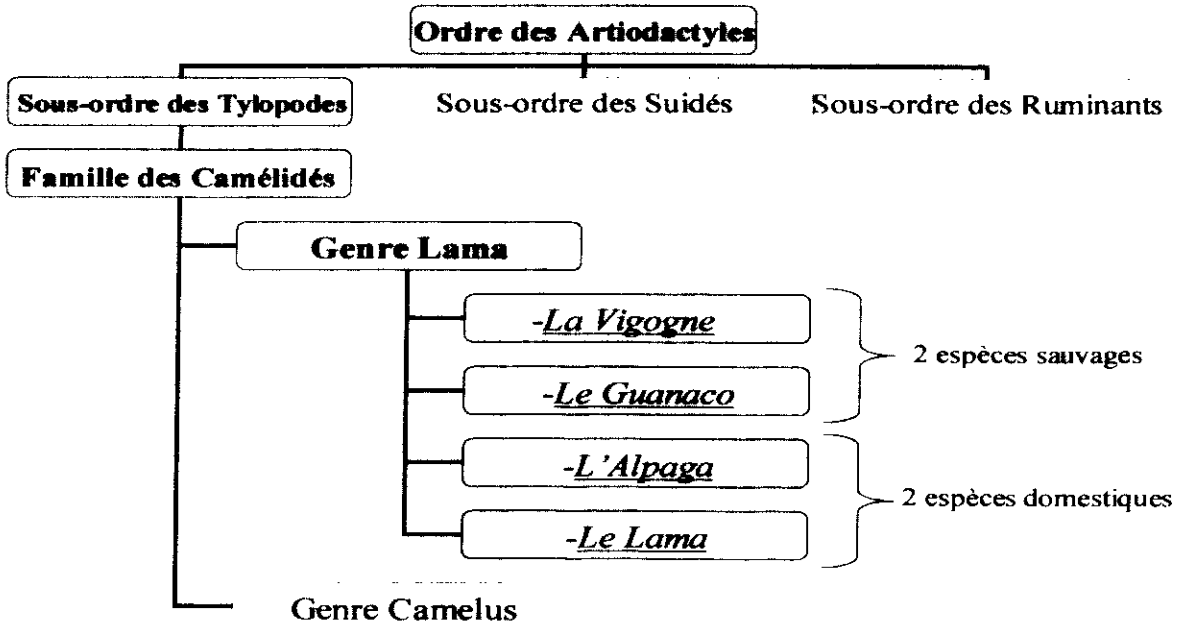
Il est à noter qu'en France on n'a pas le droit d'abattre un petit camélidé pour utiliser sa viande.

C'est un cas clinique rencontré lors d'un stage en clientèle mixte qui m'a permis de me rendre compte de l'absence quasi-totale de formation au sujet des lamas. En effet, s'il n'a pas accès aux données bibliographiques anglaises ou hispaniques et n'a pas eu la chance de lire ou d'écouter le Dr Giudicelli, le praticien se trouve assez démuni lorsqu'il est appelé par un propriétaire de lama. Et même si cette situation est encore peu fréquente, elle peut néanmoins être rencontrée en clientèle mixte, rurale ou équine. Tous les lamas et alpagas apparaissant dans ce cédérom sont issus de l'élevage de Christiane Giudicelli en Saône et Loire et ont été filmés et photographiés en juillet 2004.

Ce travail de thèse vise à donner aux vétérinaires praticiens les informations nécessaires à la réalisation d'un examen clinique chez le lama ainsi que les éléments qui vont lui permettre de jouer son rôle de conseiller auprès des propriétaires. C'est dans cet objectif que ce cédérom a été conçu. Il se veut attractif, pratique et illustré de différents types de médias.

Après un rappel taxonomique concernant le genre Lama, le cédérom aborde dans un premier temps la contention de l'animal puis les clefs nécessaires à la réalisation de son examen clinique, à savoir anatomie, physiologie et techniques d'examens particulières. La suite du travail est consacrée aux voies et modes d'administration des traitements chez le lama ainsi qu'aux particularités de son élevage sur les plans zootechniques, sanitaires, médicaux et réglementaires.

I/ TAXONOMIE



La Vigogne *(Vicugna vicugna)*

C'est le plus petit camélidé d'Amérique du Sud.
La femelle adulte pèse en moyenne 30 à 40 kg et le mâle adulte 40 à 65 kg (26) pour une hauteur au garrot qui varie selon le sexe de 86 à 96 cm (25).
La vigogne a une toison cannelle avec le dessous du corps blanc et une bavette de longs poils blancs sur le poitrail (11).
Les fibres de sa toison sont d'une qualité exceptionnelle. C'est cette qualité qui en a autrefois fait la propriété exclusive des rois incas, seuls autorisés à porter des vêtements tissés à partir de leur laine (11).
Aujourd'hui, la vigogne est un animal protégé dont la chasse et l'exportation de laine sont interdites (elle figure à l'annexe I de la convention de Washington et est interdite de détention).
Il s'agit d'un animal sauvage qui vit en troupeaux composés de 6 à 10 femelles sous la conduite d'un seul mâle (11). Sa distribution se limite aux zones les plus inaccessibles de la cordillère des Andes (4800 à 5000 m) au Pérou, au nord ouest de l'Argentine, en Bolivie et au Chili (1). Elle est le plus souvent cantonnée dans des réserves et est parfaitement adaptée à la vie à ces très hautes altitudes et à la raréfaction de l'oxygène (25).

Le Guanaco *(Lama guanicoe)*

C'est, après le lama, le plus lourd des camélidés d'Amérique du Sud.
La femelle adulte pèse en moyenne 100 à 120 kg et le mâle adulte 100 à 150 kg (26) pour une hauteur au garrot qui varie selon le sexe de 110 à 115 cm (25).

Le guanaco a une toison alezane avec le ventre blanc et la tête grise à noire qui porte des oreilles courtes et rondes par rapport à celles du lama (11).
Les poils sont longs, rudes et broussailleux (5).
Le guanaco peut être apprivoisé et manipulé comme le lama ; les Incas les utilisaient comme animaux de bât (11).
Aujourd'hui, c'est un animal protégé (il figure à l'annexe II de la convention de Washington et l'on doit posséder un certificat de capacité pour l'élever) qui présente le même mode de vie que la vigogne. On le trouve à des altitudes variant de 0 à 4600 m, de l'Equateur à la Terre de Feu. Cet animal est donc assez ubiquiste et peut même vivre en forêt (25).

L'Alpaga *(Lama pacos)*

La femelle adulte pèse de 45 à 70 kg et le mâle adulte de 55 à 80 kg (24)(26).
Les oreilles sont courtes et droites par rapport à celles du lama. La croupe est ronde et la queue attachée basse.
Toutes les couleurs de toison sont admises. Il existe deux variétés d'alpaga définies par les caractéristiques des poils : la variété Suri, aux poils longs et droits, et la variété Huacaya, aux poils courts et frisés (11) qui représente 90% des alpagas élevés dans les Andes (25). La laine produite est d'excellente qualité dans les deux cas.
La domestication de l'alpaga est très ancienne (les Incas possédaient de larges troupeaux) et il est aujourd'hui le premier producteur de laine des camélidés sud américains.
L'alpaga vit dans des zones d'altitude élevée (4200 à 4800 m) dans les Andes péruviennes et boliviennes et, à un moindre degré, sur les hauts plateaux chiliens et argentins.
L'alpaga, tout comme le lama, peut vivre en moyenne 20 à 22 ans avec des records de longévité de 30 à 35 ans (25).

Le Lama *(Lama glama)*

C'est le plus lourd des camélidés d'Amérique du Sud.
La femelle adulte pèse en moyenne 100 à 150 kg et le mâle adulte 125 à 160 kg pour une hauteur au garrot d'environ 120 cm (24)(26) ce qui en fait le plus grand des camélidés sud américain bien qu'il y ait des variations individuelles marquées de taille au sein de cette population (11).
Les oreilles sont longues aux bouts plutôt arrondis, dites « en banane » (5). La croupe est plus anguleuse que celle de l'alpaga et la queue attachée haute.
La toison du lama est rarement uniforme : toutes les couleurs sont possibles et admises (11). La laine est grossière, peu homogène et d'une qualité inférieure à celle de l'alpaga, la fibre étant épaisse et de texture rêche (5). Cependant, il faut distinguer le lama « q'ara » ou « Lama de travail » qui présente peu ou pas de laine sur la face et les membres, et cette laine de qualité médiocre, du lama « ch'aku » ou « Lama lainé » possédant une plus forte quantité de laine de bien meilleure qualité. Par ailleurs, on peut distinguer 4 races à laines : la race Llauta, la race Tapada, la race Lanuda et la race Curacas.
Il faut noter qu'un lama laineux sera plus susceptible d'avoir des blessures oculaires et des problèmes de régulation thermique qu'un lama q'ara du fait de la présence excessive de laine sur sa face et ses membres (12)
Le lama, tout comme l'alpaga, peut vivre en moyenne 20 à 22 ans avec des records de longévité de 30 à 35 ans.
Il vit sur les plateaux andins du Pérou central, de l'ouest de la Bolivie, du nord ouest de l'Argentine et du Chili, en moyenne entre 2300 et 4000 m d'altitude (25).

Photo 1 : Alpaga, A.Soly

Photo 2 : Lama, A.Soly

Photo 3 : Guanaco, Corbis.com

Photo 4 : Vigognes, landenweb.com

Annexe 1 : Comparaison morphologique alpaga/lama
Annexe 2 : Différentes couleurs du lama
Annexe 3 : Comparaison lama q'ara et ch'aku

Tableau 1 : Population approximative des petits camélidés sud américains dans les pays andins (20)

	Vigogne	Guanaco	Alpaga	Lama
Pérou, Bolivie			99%	93%
Chili, Colombie, Equateur, Argentine			1%	7%
Total	**130.000**	**600.000**	**3.000.000**	**3.300.000**

Tableau 2 : Population approximative des petits camélidés domestiques en France (4) et aux Etats-Unis (7)

	Lamas et Alpagas
France	4.000
Etats-Unis	15.000

II/ CONTENTION

Les lamas sont domestiqués depuis des centaines d'années. Quand ils sont habitués à être manipulés, ils sont dociles et agréables. Il est rare de rencontrer des individus agressifs ou cracheurs et ce comportement est généralement induit par des erreurs humaines lors de son éducation (ex : lama trop imprégné) ou à de mauvaises conditions de vie (ex : solitude). Ce sont des animaux très observateurs, curieux mais prudents. Quant aux alpagas, si leur comportement ne diffère pas de celui des lamas, ils présentent néanmoins un tempérament plus craintif.
Il est nécessaire de connaître les bases du comportement des lamas pour réaliser une contention efficace et opportune.

A/ Bases du comportement du Lama (11)

- **Savoir interpréter les attitudes du Lama**

L'interprétation des attitudes corporelles du lama dépend fortement de l'observation des oreilles et de la queue.

- Lama détendu/satisfait

Oreilles : verticales et tournées vers l'avant. Au repos elles peuvent être basses et tournées vers l'arrière.
Queue : posée à plat sur le périnée.

- Lama attentif/alarmé

Oreilles : tendues vers le sujet d'inquiétude
Queue : portée horizontalement ou jusqu'à 45° au dessus de l'horizontal

- Lama agressif

Oreilles : plaquées contre la nuque, le museau relevé.
Queue : portée à la verticale.

- Lama soumis

Oreilles : verticales ou plaquées contre la nuque, la tête et le cou étant portés bas.
Queue : repliée sur le dos

- **Savoir interpréter les sons du Lama**

Les lamas ne sont pas très bruyants mais ont tout de même un répertoire vocal fait de différents sons :

- "humming" (blatèrement/bêlement)) : contact entre les animaux, notamment entre la mère et son petit.
- "snort" (brève sortie d'air à travers les lèvres relâchées) : agression modérée
- "clicking" (claquement fait avec la langue) : agression modérée
- "grumbling" (grondement) : avertissement lorsqu'un animal est trop proche d'un autre qui se nourrit.

- "screaming" (cri) : peur extrême
- "screeching" (son aigu fort) : bagarre entre mâles
- "cri d'alarme"
- "orgling" (son guttural) : son émis par le mâle lors de la copulation.

- **L'agression chez le Lama**

Les lamas sont généralement placides.
La réponse la plus commune à une source d'énervement est le crachat (bolus de contenu stomacal régurgité depuis le premier compartiment stomacal et projeté jusqu'à 1 ou 2 mètres) qui est précédé de l'émission d'un « gloussement ». Une odeur extrêmement désagréable

- **Abord individuel** (11)(15)

Dans un espace restreint, on aborde un lama lentement, on se place contre son épaule gauche et l'on passe alors le bras droit autour de son cou afin de pouvoir lui mettre un licol comme on le ferait avec un cheval. Si le lama n'a pas été habitué à cela, on peut essayer de le contenir par différentes méthodes mais, étant donné que c'est un animal très facile à stresser, il faut toujours recommander aux propriétaires de lui apprendre en douceur le port du licol plutôt que d'employer la force. Il est à noter que d'après B. Giudicelli (15), il faut éviter de poser la main sur le bassin d'un lama car cela provoque généralement une réaction très vive.
Par ailleurs, pour une procédure ne nécessitant qu'une immobilisation de courte durée, on peut contenir un lama en saisissant ses oreilles, voire, si l'on a deux manipulateurs, en tenant en même temps sa queue (D'après C. Giudicelli, ceci peut être valable pour un alpaga mais pas pour un lama).
Enfin, un jeune se porte sous le ventre en avant des postérieurs et devant les épaules. Il faut toujours éviter de le tenir par le cou car cela peut entraîner de graves accidents s'il se débat. Si une contention plus intense est nécessaire (ex : prise de sang, sondage gastrique...) il convient de placer le jeune en décubitus sternal.

Annexe 4 : Méthodes de contention physique du Lama

- **Attache** (11)(15)

A partir des modèles de Fowler, Ebel ou Christesen (11), on peut concevoir différents types de couloirs de contention pour le lama à condition d'en respecter les caractéristiques principales :

- passage de la tête et du cou à travers un espace étroit ne permettant pas aux épaules de s'engager
- licol relié à deux points d'attache : l'un plus haut, l'autre plus bas que la tête
- au moins un côté de l'animal doit être contre un mur ou une surface solide

B. Giudicelli propose un modèle facilement réalisable répondant à ces critères. (15)

Annexe 5 : Modèle de couloir de contention

- **Contention chimique** (11)(15)(24)(27)

Elle regroupe l'anesthésie locale, l'épidurale caudale, les blocs nerveux régionaux, la tranquillisation et l'anesthésie générale.
Lorsqu'un animal est trop craintif ou mal éduqué, il est indispensable de le tranquilliser afin de pouvoir le manipuler (certains animaux ont été victimes de fractures des cervicales en se lançant en l'air ou de rupture vésicale en se laissant tomber sur le sol) (15). Actuellement, la xylazine est le médicament le plus utilisé à cette fin.
Par ailleurs, différentes interventions peuvent nécessiter une anesthésie générale, et si l'association xylazine/kétamine est la plus couramment employée, de nombreuses autres molécules sont utilisables chez le Lama afin de réaliser une anesthésie fixe ou gazeuse.

- Anesthésie locale (11)

Elle pourra être utilisée seule (abcès, suture de lacérations, abdominocentèse, thoracocentèse) ou associée à une tranquillisation (castration, laparotomie).

Tous les agents anesthésiques locaux sont efficaces : leurs modalités d'utilisation sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Comparaison des agents anesthésiques locaux injectables d'après Fowler (11)

Agent anesthésique	Attente avant effet (min)	Durée d'action (heures)	Dose toxique
Procaïne HCl	2 à 5	0,25 à 0,5	
Lidocaïne HCl	0,5 à 1	0,5 à 1	> 4,5 mg/kg
Lidocaïne HCl + épinéphrine	0,5 à 1	2 à 6	> 7,0 mg/kg
Mépivacaïne	3 à 5	0,75 à 1,5	
Bupivacaïne	5	2 à 4	

- Blocs nerveux régionaux (11)

On les réalisera de la même façon que chez les chevaux et les ruminants en tenant toutefois compte de l'anatomie particulière du Lama.

- Epidurale caudale (11)(15)(24)

On l'utilisera pour les chirurgies périnéales, lors de prolapsus rectal ou vaginal, en prévention d'efforts expulsifs excessifs lors des palpations transrectales.
Il est nécessaire de réaliser une préparation chirurgicale du site d'injection (tonte ou coupe aux ciseaux d'un carré de laine de 1 à 2 cm de côté, nettoyage et désinfection) qui se trouve entre S5 et Cd1 et qu'on visualise facilement en bougeant la queue de haut en bas, toutes les vertèbres sacrées étant généralement soudées (il existe parfois un petit espace entre S4 et S5, plus difficile d'accès).
Une aiguille 18-20 G / 25 mm est insérée perpendiculairement au centre de l'espace sacrococcygien entre 1 et 2 cm de profondeur pour un animal de 130 kg.
Le tableau suivant présente les différentes molécules utilisables pour cette injection :

Tableau 4 : Comparaison des agents injectables en épidurales caudale d'après Riebold (24)

Agent anesthésique	**Dose**	**Attente avant effet (min)**	**Durée d'action (min)**	**Volume injectable maximal**
Lidocaïne 2% (ou autre agent anesthésique local injectable)	0,22 mg/kg (1 à 1,5 mL)	5	60 à 90 (plus long si l'on ajoute de l'épinéphrine)	1,5 mL
Xylazine 10%	0,17 mg/kg, à diluer dans du sérum physiologique	20	180 (certains lamas s'endorment pendant 20 à 30 minutes mais restent debout)	2 mL
Lidocaïne 2% + Xylazine 10%	Mêmes doses que précédemment	5	325	2 mL

On veillera à ne pas dépasser le volume maximal injectable sous peine de créer une parésie chez l'animal. Par ailleurs, Fowler indique que des solutions contenant des conservateurs ne devraient pas être utilisées pour des épidurales (11).

- Tranquillisation médicale et anesthésie générale :

Le tableau suivant présente les principaux agents anesthésiques utilisables pour la tranquillisation et l'anesthésie générale fixe chez le Lama :

Tableau 5 : Présentation des principaux agents anesthésiques utilisables pour la tranquillisation et l'anesthésie générale fixe chez le Lama (11)(15)(24)(27)

Agent anesthésique	**Tranquillisation**	**Anesthésie**	**Commentaire**
Xylazine	-0,1 mg/kg en IV -0,2 mg/kg en IM attendre 15 à 30 min avant toute manipulation sous peine de réaction paroxystique. ou, pour une sédation profonde de 60 à 120 min (un lama calme peut se coucher pendant environ 60 min), avec une analgésie durant de 15 à 30 min : -0,3 à 0,4 mg/kg en IM, agit en 10 à 15 min. -0,2 à 0,3 mg/kg en IV, agit en 3 à 5 min.	Pas sûre	-Agent anesthésique le plus communément utilisé pour la tranquillisation des lamas. -Utilisable à tous les stades de gestation. -Antidote : yohimbine à la dose de 0,125 à 0,25 mg/kg en IV ou IM. -Possibilité d'y associer de l'atropine (dose de 0,02 mg/kg en IV ou 0,04 mg/kg en IM) pour contrecarrer la bradycardie et l'excès de salivation. -Les alpagas y sont moins sensibles que les lamas. -L'effet dépend de la dose mais aussi du tempérament de l'animal.
Kétamine	-5 à 8 mg/kg en IV ou -5 mg/kg en IM (rarement utilisée seule)	Pas sûre	-Réflexes laryngés et pharyngés conservés, œil ouvert (attention aux ulcères). -Pas d'avortements rapportés. -Apnée si IV trop rapide. -IM douloureuse. -Il vaut mieux la combiner à un autre agent anesthésique. -Possibilité d'y associer de l'atropine.
Butorphanol	-0,07 à 0,1 mg/kg en IM, le lama reste debout et on a une analgésie.	-0,1 à 0,2 mg/kg en IV ou IM, dure 60 min.	-Moins efficace que les autres anesthésiques. -« Dysphorie ».

Xylazine/ Kétamine	-X : 0,2 mg/kg -K : 2,2 mg/kg en IM en même temps, agit en 10 min, dure 15 à 20 min, le lama se couche.	Le lama se couche en 15 min maximum pour 30 à 60 min avec : -**X** : 0,35 à 0,4 mg/kg -**K** : 5 à 8 mg/kg en IM ou -**X** : 0,25 à 0,3 mg/kg -**K** : 3 à 5 mg/kg en IV	-L'association xylazine/kétamine peut se faire dans la même seringue. -On peut commencer par injecter la xylazine en IM voire en SC, attendre 15 min puis compléter si nécessaire avec de la kétamine en IV ou IM.
Butorphanol/ Xylazine	-**B** : 0,05 à 0,1 mg/kg -**K** : 0.1 mg/kg en IV ou, pour une sédation profonde avec un lama qui se couche environ 20 min: -**B** : 0,02 mg/kg -**K** : 0,2 mg/kg en IV en même temps mais avec 2 seringues séparées.	Pas sûre	-Ne s'utilise pas pour une anesthésie générale.
Xylazine/ Kétamine/ Butorphanol	Pour les lamas, en IM, même seringue: -**X** : 0,3 mg/kg -**K** : 3 mg/kg -**B** : 0,03 mg/kg agit en 7 min, dure 45 à 65 min, le lama se couche. Pour les alpagas, en IM, même seringue: -**X**: 0,4 mg/kg -**K**: 4 mg/kg -**B**: 0,04 mg/kg agit en 7 min, dure 19 à 22 min. L'alpaga se couche.		

Diazépam/ Kétamine		**-D** : 0,2 à 0,3 mg/kg **-K** : 5 à 8 mg/kg, en IM, agit en 15 à 30 min, dure de 60 à 90 min. ou **-D** : 0,1 à 0,2 mg/kg **-K** : 3 à 5 mg/kg, en IV, agit en 1 à 2 min et dure de 60 à 90 min.	Concernant le diazépam : -Il est utilisé comme préanesthésique pour détendre un animal, il contre carre les effets contractants de la kétamine. -IM douloureuse. -Ne pas utiliser en cas de glaucome. -Ne pas le mélanger à un autre produit.
Médétomidine, Détomidine, Romifidine	-<u>10 µg/kg en IM</u>: agit en 10 à 15 min, dure environ 35 min, le lama reste debout. Pas d'analgésie. -<u>20 µg/kg en IM</u>: agit en 10 à 15 min, dure environ 60 min, le lama se couche ou se met en décubitus. Analgésie après 30 min, dure 30 min. -<u>30µg/kg en IM</u>: agit en 7 min, dure environ 120 min, le lama se couche. Analgésie en 15 min, dure environ 60 min.		
Médétomidine/ Kétamine		**-M** : 40 µg/kg **-K** : 4 mg/kg, en IM, agit en 5 min, dure environ 60 min.	-Risques d'hypoxie et d'hypercarbémie, peut-être faudrait-il moins doser la médétomidine (24)
Acépromazine	0,03 mg/kg		-Les propriétaires de lamas ayant essayé l'ACP en granulés à la dose recommandée pour les chevaux rapportent de bons résultats (15).

❖ Considérations pré anesthésiques

Avant toute anesthésie il conviendra de considérer les mêmes paramètres que pour les autres espèces (âge, poids, état physiologique...). On peut d'ailleurs noter qu'un nouveau-né sera moins stressé par une contention et une tranquillisation (ou anesthésie locale) que par une anesthésie générale (11).
Il est recommandé de mettre l'animal à la diète afin de diminuer le volume du compartiment gastrique C1. Ceci permet de prévenir le tympanisme et les régurgitations qui entraînent respectivement hypoventilation et fausses déglutitions.
-Pour un animal adulte il convient de retirer l'eau 8 à 12 heures avant l'anesthésie et d'imposer une diète de 12 à 48 heures.
-Un nouveau-né ne doit pas être mis à la diète car il risque de souffrir d'hypoglycémie.
-Un jeune de plus de 6 semaines est mis à la diète pendant 12 heures mais doit conserver la possibilité de téter.

❖ Positionnement pendant l'anesthésie

✓ *Décubitus sterno-abdominal*

-Lors d'une tranquillisation si le lama se couche (position la plus physiologique)(15).
-Ne pas excéder une durée de plus de 2 heures (risque d'ischémie des membres) (il est à noter que ce risque n'existe pas sur un lama conscient même s'il est dans l'impossibilité de se relever (11)).
-On étirera les postérieurs vers l'arrière que si l'on a intubé l'animal (11).

✓ *Décubitus dorsal*

-Il doit être prohibé sauf si l'animal est intubé (poids des viscères sur le diaphragme et les poumons, capacité d'inspiration réduite, pression sur les gros vaisseaux abdominaux).
-Du fait de son dos « pointu », le lama doit être positionné entre des calles (bottes de paille ou de foin, montage en planches...).
-Ne pas étirer ou plier trop fortement les membres avec des cordes.

✓ *Décubitus latéral*

-Il y a plus de risques de fausse déglutition en décubitus latéral gauche que droit.
-Il existe un risque de paralysie post-opératoire du nerf radial qui peut être définitive : ce nerf longe superficiellement la face latérale du tiers distal de l'humérus et ne doit pas être comprimé trop longtemps. Pour prévenir cette complication, on s'attachera à étendre le membre de dessous vers l'avant afin d'empêcher une pression directe de la cage thoracique sur la région médiohumérale.

❖ Evaluation de la profondeur de l'anesthésie (24)

Une anesthésie générale peut être obtenue en augmentant les doses de la tranquillisation mais il est difficile de stabiliser la profondeur d'anesthésie chez les lamas.
Ainsi, la fréquence cardiaque, la force du pouls, la relaxation des muscles, la fréquence respiratoire, le temps de remplissage capillaire, la pression sanguine, la couleur des muqueuses et le réflexe palpébral sont utilisés pour évaluer cette profondeur. Le tableau 6 présente les normes de ces paramètres lors d'une anesthésie.

Tableau 6 : Valeurs normales pour un lama anesthésié d'après Riebold (24)

Variable	Valeur	Commentaire
Fréquence respiratoire	-Adultes : 10 à 30 mpm -Jeunes : 20 à 40 mpm	
Fréquence cardiaque	-Adulte (après atropine) : 60 à 90 bpm -Adulte (après xylazine) : 28 à 40 bpm -Jeune (après atropine) : 100 à 125 bpm	-La fréquence cardiaque augmente généralement après l'administration d'atropine pour ensuite diminuer et rester autour de la valeur de 60 bpm. -Les alpha-2-agonistes sont bradycardisants. -Le pouls peut être facilement pris à l'artère saphène. On peut aussi utiliser l'artère auriculaire caudale.
Temps de remplissage capillaire	12 secondes	
Réflexe palpébral	-Paupière dorsale : maintenu -Paupière ventrale : supprimé	-Le nystagmus est rare.
Rotation oculaire	N'existe pas	-Attention aux ulcères de l'œil, utiliser un liquide ou gel de protection.
Pression artérielle moyenne	75 à 100 mmHg	En cas d'hypotension on pourra utiliser les molécules suivantes: -Borogluconate de calcium : solution à 23% 0,5 à 1 ml/kg/h -Ephédrine : 0,02 à 0,06 mg/kg en IV -Dobutamine : 1 à 2 µg/kg/min en IV (résultats décevants)
Pression veineuse centrale	5 à 10 cm H2O	

❖ Intubation/Extubation

-L'intubation est recommandée lors de toute anesthésie générale et ne peut se faire que si le réflexe laryngé est aboli.
-Elle est difficile à réaliser car on ne peut pas visualiser la glotte qui se trouve dans un espace oropharyngé réduit.
-Matériel nécessaire à une intubation orotrachéale :

- Sondes endotrachéales d'un diamètre de 6 à 16 mm et d'une longueur de 30 à 50 cm.
- Laryngoscope de 25 à 30 cm de long.
- Cathéter (cathéter urinaire canin, sonde alimentaire) plus long de 6 à 10 cm par rapport à la sonde.

-Il existe trois méthodes d'intubation orotrachéale :

- *Insertion en aveugle* : souvent employée pour les chevaux, elle est difficilement réalisable chez les lamas.
- *Utilisation d'un laryngoscope* : la visualisation du larynx reste incomplète.
- *Utilisation d'un cathéter* : On commence par abaisser l'épiglotte à l'aide d'un laryngoscope. Puis le cathéter est mis en place dans la trachée et on retire le laryngoscope. Enfin, on fait glisser la sonde autour du cathéter pour la guider puis on le retire. Cette technique est la plus utilisée.

-L'intubation peut provoquer un choc vagal que l'on préviendra par l'administration d'atropine (0, 02 mg/kg en IV ou 0 ,04 mg/kg en IM) ou de glycopyrrolate (2 à 5 µg/kg en IV ou 5 à 10 µg/kg en IM)
-Il est possible de réaliser une intubation nasotrachéale.
-Les lamas respirent obligatoirement par le nez. Lors de l'extubation on fera attention à ne pas obstruer les voies nasales par un déplacement dorsal du palais mou.

Annexe 6 : Utilisation d'un cathéter

❖ Anesthésie gazeuse

Un agent gazeux peut être utilisé pour maintenir une anesthésie générale.
-Matériel nécessaire :

- Appareil d'anesthésie gazeuse pour petits carnivores pour un animal de moins de 45 kg, sinon, appareil pour humain ou grands animaux.
- Le circuit fermé est le plus utilisé.
- Une capacité de 1,4 à 2,2 L sera suffisante pour ventiler un lama.
- La ventilation assistée n'est pas nécessaire mais on peut utiliser un respirateur (réglé pour provoquer 6 à 10 mpm avec un volume tidal de 15 ml/kg) si la durée d'intervention excède 90 minutes.

-Le volume tidal d'un lama adulte est de 10 ml/kg/min.
-Le taux d'oxygène à l'induction doit être de 20 ml/kg/min. Il est ensuite maintenu de 10 à 12 ml/kg/min en respiration assistée ou à 30 ml/kg/min en respiration spontanée.
Les tableaux 7 et 8 présentent les agents anesthésiques inducteurs utilisés avec un relais gazeux ainsi que les caractéristiques des deux principaux agents anesthésiques gazeux utilisés chez le Lama : halothane et isoflurane.

Tableau 7 : Présentation de principaux agents anesthésiques utilisables pour une induction d'anesthésie avec relais gazeux d'après Riebolt (24)

Agent anesthésique	Administration	Commentaire
Thiopental	-6 à 10 mg/kg en IV dure 10 à 15 min (24). ou -8,8 à 11 mg/kg en bolus IV, dure 10 à 15 min (27).	-Bonne myorelaxation, intubation possible. -Attention à ne pas injecter dans la carotide quand on fait une IV par voie basse. -L'ataxie et la somnolence sont deux effets couramment observés lors du réveil (27). -Utilisation d'un cathéter veineux recommandée car nécrose tissulaire si passe en péri vasculaire. A traiter par des infiltrations au NaCl 0,9% associé à de la lidocaïne 0,5% (27).
Guaïfenesine (24)	-2,2 ml/kg de solution à 50 mg/ml de guaïfenesine + 2 mg/ml de thiopental, administré « à effet »	-Injection de gros volumes (moins gênant que chez le cheval). -Les camélidés ont tendance à se coucher au fur et à mesure de l'administration du produit.
Kétamine	-seule sur un animal préalablement tranquillisé ou -associée à la xylazine : **X** : 0,25 mg/kg **K** : 2,5 à 3 mg/kg en IV, à 5 minutes d'intervalle. ou **X** : 0,5 mg/kg en IM **K** : 2,2 mg/kg en IV dure 15 à 20 min.	-Plus sûre que les thiobarbituriques sur un animal débilité. -Stimulation cardiovasculaire moyenne. -Risque d'apnée. -Intubation possible. -Sur un animal débilité on remplacera la xylazine par le diazépam (0,1 mg/kg en IV) suivi immédiatement par l'injection de la kétamine (2,2 à 4,4 mg/kg en IV) (intubation plus difficile).
Tiletamine-Zolazepam	-2 mg/kg en IV, dure 15 à 20 min.	-Intubation nasotrachéale possible mais orotrachéale difficile.
Propofol	-2 mg/kg en IV -On peut utiliser une perfusion à 0,4 mg/kg/min afin de maintenir l'anesthésie.	-On peut préalablement tranquilliser le lama pour diminuer la dose de propofol à utiliser. -Apnée si administration trop rapide.

-Thiopental, kétamine, tiletamine-zolazepam, propofol et guaïfenesine peuvent être utilisées pour maintenir l'anesthésie lors de chirurgies rapides ou de procédures diagnostiques. On réalisera des injections supplémentaires au besoin, jusqu'à 25/50% de la dose initiale. - Un mélange de 0,2% de kétamine (2 mg/ml), 0,02% de xylazine (0,2 mg/ml), 5 % de guaïfenesine (50 mg/ml) peut être perfusée de 1,2 à ml/kg/h. L'animal se relève dans les 30 minutes suivant la fin de la perfusion.		
Agents inducteurs gazeux (Halothane et Isoflurane)	-3 à 6 L d'oxygène par min. -3 à 5 % d'halothane ou 3 à 5 % d'isoflurane se couche en 5 min, puis intubation et diminution du taux d'agent anesthésique gazeux.	-Seulement pour les animaux de moins de 45 kg.

Tableau 8 : Présentation des deux principaux agents anesthésiques gazeux utilisés chez le Lama (11)(24)

Agent anesthésique gazeux	**Dosage**	**Commentaire**
Halothane	-5 premières minutes : 3 à 4% pour un adulte 3 % pour un nouveau-né -Ensuite : 1,5 à 2,5%	-Bradycardie et hypotension en fonction de la dose. -Risque d'hypoxie en fin d'anesthésie : supplémenter en oxygène pendant 10 à 15 minutes. -On rapporte la mort d'un alpaga suite à un dysfonctionnement hépatique en post opératoire.
Isoflurane	-5 premières minutes : 3 à 4 % -Ensuite : 1 à 1,5%	-Bradycardie et hypotension en fonction de la dose. -Induction et réveil plus rapide. -Moins arythmogène que l'halothane.

III/ TECHNIQUE D'EXAMEN CLINIQUE

En dehors des activités de prévention ou de conseil, les appels au vétérinaire pour un lama sont toujours une urgence. En effet, le lama étant un animal très résistant les propriétaires ne s'aperçoivent souvent que très tardivement du mauvais état général de leur animal qui est alors à bout de forces (17).
La présentation de la technique d'examen clinique qui suit donne, au vétérinaire souhaitant intervenir sur un lama, des directives de base, sachant qu'il lui faudra ensuite, pour établir son diagnostic, faire appel à ses connaissances en pathologies bovine et équine (16).
Il existe de nombreuses similitudes entre les lamas et les alpagas, c'est pourquoi, en l'absence de précision, les informations données seront valables pour les deux.

A/ Examen clinique par appareil

Examen à distance et prise de température (11)(21)

- **Examen à distance**

A moins d'être très malades, la plupart des lamas sont alertes et curieux.
Le port de la tête doit être haut avec un cou presque à la verticale. Sur un animal faible et déprimé la tête est tenue plus basse et sur un animal malade en décubitus latéral, la tête et le cou sont retournés comme lors d'opisthotonos chez les autres espèces.
Chez le lama l'appréhension peut faire apparaître un ectropion de la paupière inférieure accompagné d'un pincement des lèvres.

- **Température**

La température normale d'un lama (ou d'un alpaga) au repos est comprise entre 37,5 et 38,9 °C. Elle peut augmenter à la faveur d'un exercice, d'un stress ou d'une température extérieure élevée. Les petits camélidés sud américains supportent très bien le froid, en revanche, par temps très chaud, leur température corporelle peut atteindre 40°C sans que cela ne semble les affecter mais ils seront alors plus sensibles au stress de chaleur s'ils sont amenés à se déplacer. Il arrive d'observer un lama lainé rester couché l'été en plein soleil car sa laine l'isole du chaud comme du froid. Il peut alors adopter une posture singulière visant à laisser passer l'air au contact de sa zone ventrale non lainée pour permettre la thermorégulation, comme illustré par les photos 6 et 7.

Photo 6 : Vue caudale d'un lama assurant sa thermorégulation, A.Soly

Photo 7 : Vue de profil d'un lama assurant sa thermorégulation, A.Soly

Si un lama doit rester couché (maladie, traumatisme), ni la chaleur corporelle normale, ni celle induite par une éventuelle fièvre ne peut se dissiper.

Appareil respiratoire (11)(21)

- **Anatomie**

Annexe 7 : Coupe sagittale de la tête du lama

Narines et cavité nasale : Contrairement à celles des grands camélidés, les narines ne peuvent pas complètement se fermer.
La cavité nasale présente un méat ventral, moyen et dorsal.
Les cornets naseaux sont disposés de façon similaire à ceux des vaches et moutons. Ils sont fragiles, c'est pourquoi le passage d'une sonde nasogastrique est délicat (d'autant plus que les lamas respirent obligatoirement par le nez). On insèrera prudemment un petit endoscope pour visualiser le nasopharynx.
Palais dur : Se termine environ 6 cm après les 1ères molaires.
Palais mou : Allongé, il peut être posé dorsalement ou ventralement à l'épiglotte. Les lamas respirent obligatoirement par le nez.

Vue dorsale des poumons d'un lama

Photo 8: Vue dorsale des poumons d'un lama, D. LeGrand et A. Soly

Trachée et bronches : Pas de particularités. A noter, la « cellule Clara », cellule épithéliale sécrétrice non ciliée des bronchioles dont la fonction exacte est inconnue. Il y en a beaucoup plus chez les animaux vivant en altitude (fonction possible : protection contre l'air sec et froid).

Poumons : Assez similaires à ceux du cheval. Une incisure cardiaque sépare la portion apicale mais il n'y a pas de lobes à l'exception du petit lobe accessoire du poumon droit.

- **Physiologie**

D'après Fowler (11), une étude sur 5 lamas anesthésiés a pu fournir les données suivantes :

Tableau 9 : Données physiologiques du système respiratoire fournies par l'expérience de Fowler (11)

Paramètres physiologiques du système respiratoire	Valeurs
PaO2	127 ± 8,9 mm Hg
PaCO2	34,1 ± 1,1 mm Hg
Excès de base	-2,3 ± 1,1 mEq/L
Bicarbonate	21,3 ± 1,1 mEq/L
Volume tidal (lama de 105 kg)	0,6L
Espace mort (lama de 105 kg)	0,33L
Ratio espace mort/volume tidal (lama de 105 kg)	0,55 (homme : 0,30 girafe : 0,36 chameau : 0,25)
Volume minute (lama de 105 kg)	8,5 L/min

Par ailleurs, M.E. Fowler résume l'adaptation des lamas à l'altitude en 8 points :

- Forte concentration sanguine d'hémoglobine.
- Grand nombre d'érythrocytes.
- Erythrocytes petits et ellipsoïdes (surface augmentée).
- Haute concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine, 45%.
- Hypertension pulmonaire moyenne à modérée en altitude, qui n'entraîne pas d'hypertrophie cardiaque droite, ni d'épaississement des artères pulmonaires.
- Haute affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène.
- Utilisation efficace de l'hémoglobine par les tissus (myoglobine plus efficace).
- Courbes de dissociation de l'oxygène du sang des lamoïdes sont décalées vers la gauche par rapport aux espèces adaptées à des altitudes basses.

- **Examen clinique**

• Inspection

On commence par une inspection visuelle des narines externes, caractérisées par une humidité naturelle due au drainage normal du conduit naso-lacrymal (toute modification de cette humidité est anormale), le contrôle de l'uniformité de la sortie d'air des deux naseaux (inégalité lors de problèmes affectant les voies aériennes supérieures) et l'absence de corps étranger dans les narines externes (accumulation de fourrage lors de fente palatine).

De même que pour les autres espèces, on observe la courbe respiratoire en se plaçant de ¾ arrière.

La fréquence respiratoire d'un lama adulte au repos varie de 10 à 30 mouvements/min. Il est plus facile de l'établir en posant le stéthoscope à l'entrée du thorax ce qui permet aussi d'écouter les sons respiratoires de la trachée cervicale caudale

Les mouvements du thorax sont synchrones de ceux du flanc et d'amplitude égale.

- Zone d'examen pulmonaire

Elle est délimitée par le bord caudal du triceps, la ligne de 20 à 25 cm s'étendant caudalement au dessous des processus transverses et la ligne retournant à l'olécrane.
Il est à noter que la ligne de réflexion du diaphragme est plus caudale que cette aire d'auscultation mais qu'on ne peut pas entendre de bruits pulmonaires dans le thorax caudal.

- Auscultation pulmonaire

Bien que la zone d'examen soit petite, seul son tiers cranioventral n'est pas recouvert de laine. On prend donc soin d'écarter la laine avant de poser le stéthoscope que l'on doit tenir fermement afin d'avoir une chance d'entendre les sons pulmonaires sourds normaux.
L'excitation et l'exercice permettent de mieux détecter ces sons broncho vésiculaires (comme chez les ruminants).

Appareil cardio-vasculaire (2)(24)

- **Anatomie**

Le cœur et le système artériel ne présentent pas de particularités notables. Excepté la distribution artérielle des membres qui varie un peu, sans que cela ne pose de problème pour la clinique. A la différence des chevaux et ruminants, les vaisseaux majeurs passent sur la face médiale du métacarpe et du métatarse puis sont dirigés vers les surfaces palmaires et plantaires des tendons et distribués aux doigts depuis l'espace interdigité.
On doit aussi se rappeler que la veine jugulaire est protégée par une sorte de « gouttière osseuse » formée par les processus transverses des vertèbres cervicales.

- **Physiologie**

D'après Fowler (11), une étude sur 5 lamas anesthésiés a pu fournir les données suivantes :

Tableau 10 : Données physiologiques du système cardio-vasculaire fournies par l'expérience de Fowler(11)

Paramètres physiologiques du système cardio-vasculaire	**Valeurs**
Débit cardiaque	8,2 ± 0,8 L/min
Débit cardiaque par kilo	73 ± 9 mL/min/kg
Volume d'éjection systolique	146 ± 20 mL/battement
Pression artérielle systémique moyenne	137 ± 8 mmHg
Pression artérielle pulmonaire moyenne	14 ± 0,8 mmHg
Pression atriale droite moyenne	2,6 ± 0,7 mmHg
Résistance périphérique totale	1470 ± 183 dyne.sec/cm^3
Travail ventriculaire gauche	15,7 ± 0,9 kg m/min
Volume sanguin	6,35 % du poids corporel (7 à 10 % chez les autres mammifères)

- **Examen clinique**

• Zone d'examen du coeur

Elle s'étend de la 3eme à la 6ème côte, sous le coude, sur l'aire sans laine caudale au triceps.

• Auscultation cardiaque

On prend soin d'écarter la laine de l'espace axillaire gauche avant de poser le stéthoscope (puis on fait un examen symétrique à droite). La fréquence cardiaque d'un lama adulte au repos varie de 60 à 90 battements/min. Souvent, elle diminue après une phase de tachycardie liée à l'excitation.

Cet examen est important du fait de l'existence d'un certain nombre d'anomalies congénitales pouvant persister à l'âge adulte. Les murmures holosystoliques (caractérisant une défectuosité du septum interventriculaire) sont les anomalies les plus souvent détectées lors de cette auscultation (entendus à gauche et à droite). En revanche, une arythmie sinusale et un 3eme bruit sont occasionnellement entendus mais disparaissent à l'exercice.

• Prise du pouls

On prend le pouls à l'artère saphène médiale (intérieur du membre postérieur, au milieu du fémur).

Appareil digestif (11)(15)(21)

- **Anatomie (11)**

Annexe 7 : Coupe sagittale de la tête du lama

Lèvre supérieure : La lèvre supérieure est séparée en 2 parties indépendantes très mobiles par un sillon sous-nasal. Elle possède une grande sensibilité tactile qui fait que l'on trouve rarement des cas de corps étranger chez les lamas.

Lèvre inférieure : Moins mobile que celle d'un mouton ou d'une chèvre, elle ne présente pas de caractéristique particulière.

Langue : Elle occupe l'espace ventral de la bouche. Peu mobile, elle sort rarement en dehors de la bouche et ne sert pas à la préhension des aliments. Chez un lama mâle elle peut mesurer 20 cm de long, 3 cm de large, 2 cm d'épaisseur dans ses 2/3 antérieurs et 5 cm d'épaisseur dans son 1/3 caudale (dôme dont la surface dorsale est recouvertes de nombreuses papilles dont certaines apparaissent abrasées sans que cela soit anormal).

Oropharynx : Espace étroit, dôme de la langue prononcé et long palais mou font que le lama doit obligatoirement respirer par le nez. Ainsi, une obstruction nasale va le forcer à respirer par la bouche ce qui l'empêchera de se nourrir et ne sera que peu efficace.

Œsophage : Il est identique à celui des Ruminants mais, sans que l'on sache pourquoi, un lama régurgitera plus facilement au passage d'une sonde gastrique.

Annexe 8 : Dentition d'un lama mâle : Vue latérale droite du crâne

Incisives : Elles sont spatulées, avec la plus grande largeur mesurant 1/5ème à ¼ de la plus grande longueur. Les incisives du lama ne poussent plus à l'âge adulte tandis que celles de l'alpaga le font tout au long de leur vie (plus de problèmes dentaires, incidence du prognathisme beaucoup plus grande chez lui). Les incisives de lait persistantes doivent être retirées si elles sont encore présentes à l'âge de 3 ans

Incisive supérieure : Cette incisive supérieure unique a migré caudalement et évolué en canine dans sa forme et sa fonction.

Canines : 2 paires de canines sont toujours présentes chez le lama adulte mâle. En revanche on ne les retrouve pas toujours chez les femelles et les hongres. Les canines sont pointues et leurs racines sont courbes.
Prémolaires et molaires: Les PM1 sont petites et triangulaires et sont parfois absentes. Les PM2 supérieures sont rectangulaires, les inférieures sont triangulaires. Les prémolaires inférieures ont 2 racines tandis que les supérieures en ont 3.
Les molaires supérieures ont 4 racines dans le sinus maxillaire et sont rectangulaires. Les molaires inférieures sont elles aussi rectangulaires mais les M1 et M2 ont 2 racines, tandis que les M3 en ont 3.
Prémolaires et molaires appartiennent au groupe des dents sélénodontes (lobes en forme de croissant). Les dents inférieures sont un peu plus étroites que les supérieures (ce qui ne favorise pas l'apparition de surdents comme chez les chevaux, la rumination « en huit » semblant maintenir une usure égale). Les racines sont fermées et il n'y a pas croissance continue de ces dents.

Annexe 9 : Estomac et intestins du lama : Vue latérale droite après étalement

Œsophage : Il entre dans C-1 sur sa ligne crânio-dorsale.
1er compartiment (C-1): C-1 occupe la majeure partie de l'abdomen gauche. Le sac crânial et le sac caudal sont faiblement séparés par un pilier horizontal.
La surface muqueuse non glandulaire de C-1 ne possède pas de papilles, son épithélium est squameux, stratifié et non kératinisé.
2ème compartiment (C-2) : C-2 se situe à la droite de la surface crânio-dorsale de C-1. Une muqueuse glandulaire recouvre tout sauf la surface de la petite courbure (pas de papilles, épithélium squameux, stratifié et non kératinisé). La zone glandulaire, couverte de papilles, est subdivisée en une série de crêtes qui créent, en se croisant, un motif réticulaire ressemblant superficiellement à celui du réseau des Ruminants mais n'étant pas analogue.
3ème compartiment (C-3) : C-3 est un compartiment tubulaire qui débute sur la surface crâniale médiale de C-2, tourne vers la droite, ventralement et caudalement au foie puis longe la surface droite de C-1.
Sa muqueuse est entièrement glandulaire.
C-3 présente :
- 3 motifs :
Un motif réticulaire avec de petites crêtes et des dépressions peu profondes sur la petite courbure du 1/5 proximal, des plis non permanents sur sa grande courbure et de longs plis permanents (≈50) sur la muqueuse des 3/5 médiaux de C-3.
-2 zones de muqueuse :
L'épithélium des 4/5 proximaux est un tissu glandulaire muqueux identique à celui de C-1 et C-2. Le 5éme distal de C-3 (« estomac vrai ») contient les vraies glandes gastriques (secrétant des enzymes et de l'acide).
Sacs glandulaires : Les sacs glandulaires des pré-estomacs sont recouverts d'un épithélium glandulaire muqueux. Dans C-1, ils déversent leur contenu dans la lumière stomacale lors des contractions. Dans C-2 les cellules ne sont pas aussi profondes que celles de C-1 et ne déversent pas leur contenu lors des contractions.

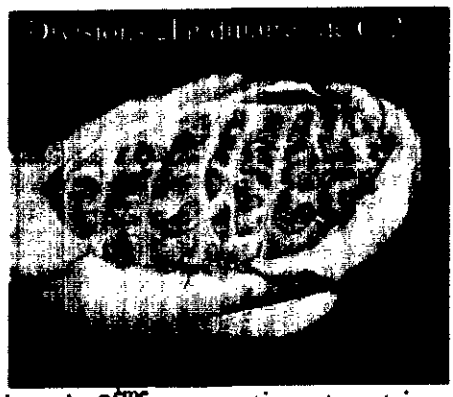


Photo 9 : Divisions glandulaires du 2ème compartiment gastrique, D. LeGrand et A. Soly

Duodénum : Le duodénum passe dorsalement sur la face droite de C-1 jusqu'au plafond de la cavité abdominale juste caudalement au foie. Il mesure moins d'un mètre de long sur un lama adulte.
Jéjunum : Dans l'abdomen caudal droit, il entoure la racine du mésentère. Il mesure 9,5/10 mètres de long sur un lama adulte.
Iléon : Il débute ventralement puis part en direction médiale et dorsale pour entrer dans le gros intestin au niveau de l'orifice caecocolique. Il mesure 1 mètre de long chez un lama adulte.
Caecum : Approximativement situé sur la ligne médiane de l'abdomen, il mesure 10 cm de long et 5 cm de diamètre chez un lama adulte.
Anse proximale du côlon ascendant : Le côlon ascendant débute par une anse proximale qui passe crânio-ventralement pour entrer dans le côlon spiral et est fixée par un mésentère lâche à ce côlon spiral.
Anse spirale du côlon ascendant : 5,5 tours centripètes et 4,5 tours centrifuges forment l'anse spirale du côlon ascendant. Ce côlon spiral est posé sur la paroi ventrale de l'abdomen et est le 1er organe rencontré lors d'une ouverture sur la ligne blanche.
Côlon descendant : L'anse distale du côlon ascendant est juxtaposée à l'anse proximale.
Le côlon transverse passe de droite à gauche crânialement à l'artère mésentérique et se poursuit en tant que côlon descendant jusqu'au rectum.

Le foie est entièrement du côté droit et son bord dorso-caudal s'étend caudalement au cartilage de la dernière côte. Il recouvre C-2 et C-3 (qui est cependant visible à travers une incisure du bord crânio-ventral). Son bord caudal est frangé.
Les Camélidés n'ont pas de vésicule biliaire.
Le système de collection de la bile se termine dans le canal biliaire majeur (4 mm de diamètre/3 à 4 cm de long) qui s'ouvre dans le duodénum à 16/20 cm du pylore.

Photo 10 : Face diaphragmatique du foie d'un lama, D. LeGrand et A. Soly

Quant au pancréas, il est placé caudalement au foie, dans le mésentère duodénal. C'est une glande aplatie, peu encapsulée de 15 à 20 cm de long et 3 à 6 cm de large. Le conduit pancréatique sort de la partie crâniale de l'organe et rejoint le canal biliaire environ 3 cm avant son entrée dans l'intestin.

- **Physiologie (11)**

- Sacs glandulaires

Des études, qui n'ont pas été confirmées par la suite, rapportaient que l'épithélium glandulaire était la source du bicarbonate de sodium. Des études plus récentes indiquent qu'ils jouent aussi un rôle dans l'absorption rapide de l'eau et des solutés.

- Estomac

Les modalités de contraction de l'estomac, les temps de rumination et d'éructations durant un cycle diffèrent de ceux de l'estomac des Ruminants.

D'après Fowler, des études ont montré que les lamoïdes sont capables de mieux digérer les fibres et les protéines que les bovins, ovins ou caprins. Cette capacité provient d'un ensemble de facteurs parmi lesquels des contractions plus rapides des pré-estomacs qui entraînent de meilleurs macérations, mélanges et absorptions.

Un cycle de contraction est initié par une brève contraction dans C-2, rapidement suivie par une contraction du sac caudal de C-1. Les contractions de C-1 débutent donc caudalement pour finir crânialement puis, le sac crânial de C-1 se contracte pour qu'une contraction revienne en sens inverse. Sur un lama détendu, il y aura 6 à 8 contractions de C-1 avant qu'une nouvelle contraction de C-2 se produise. On considère qu'un cycle est délimité par 2 contractions de C-2 et dure en moyenne 1,8 ± 2 min.

Le contenu du sac caudal et de la zone dorsale du sac crânial de C-1 est assez sec. La matière la plus fluide et aux plus fines particules est trouvée dans la zone ventrale du sac crânial. Le contenu de C-3 est sec, résultat de l'absorption d'eau qui a lieu dans ses 4/5 proximaux.

Le sillon réticulaire n'est pas aussi bien défini que chez les bovins, ovins et caprins, néanmoins, chez les nouveaux-nés le lait passe directement dans C-2 puis C-3.

Tableau 11 : Données physiologiques des compartiments gastriques du lama d'après Fowler (11)
(AGV=acides gras volatils)

Compartiment	pH	Poids corporel du contenu (%)	Temps de rétention (hr)			Volume stomacal (%)	Fonction
			Liquides	Particules			
				<0,2 cm	>0,2 cm		
1er compartiment (C-1)	6,4-7,5			20,3	>40	83	Fermentation, absorption d'eau, d'AGV et d'autres solutés,
2ème compartiment (C-2)	6,4-7	10-15	9,6	20,3		6	Fermentation, absorption d'eau, d' AGV et d'autres solutés,
3ème compartiment (C-3)	Crânial = 6,5 / Caudal = 2-3	1-2	5,7	9		11	Absorption d'eau et de solutés dans les 4/5 proximaux. Productions d'enzymes et d'acide dans le 1/5 distal.

On doit aussi noter que les lamas ruminent « en huit » (17).

- Intestins

La digestion et l'absorption intestinale se font selon les mêmes procédés que chez les Ruminants. L'absence de vésicule biliaire fait que la bile s'écoule continuellement.
Le caecum et le côlon ne fonctionnent pas comme des chambres de fermentation primaires.
C'est dans ce côlon spiral que débute l'impaction fécale chez le lama. Un lama en bonne santé produira des « pelotes » fécales (de la même façon que les ovins et caprins, en plus allongé) de couleur brun verdâtre devenant plus foncées en séchant. Les lamas utilisent généralement des lieux communs de défécation.

- **Examen clinique (11)(21)**

- Examen clinique de la cavité buccale

On peut partiellement estimer l'état des prémolaires et molaires par palpation externe des arcades à travers le tissu buccal latéral, mais on réalisera un examen détaillé de cette

cavité lors de mastication anormale, de perte de poids, d'un mauvais alignement des mâchoires ou d'une visite gériatrique.
Une tranquillisation est alors nécessaire (espace très étroit entre les deux mandibules, faible angle d'ouverture de la mâchoire, molaires et prémolaires très coupantes, voire crocs s'ils n'ont pas été coupés), et L. Johnson recommande l'utilisation de 4,4 mg/kg de kétamine associée à 0,44 mg/kg de xylazine. La visualisation d'une usure irrégulière des dents, de dents cassées ou manquantes peut alors se faire en déplaçant délicatement la langue latéralement.
L'alignement normal de la mâchoire consiste au contact entre le coussinet dentaire supérieur et les 3 paires d'incisives inférieures dans un plan vertical. Avec l'âge, les incisives tendent à être plus horizontales et font ainsi légèrement saillie en avant. Les défauts génétiques sont assez fréquents (prognathisme, « face ironique »). Retirer les prémolaires et molaires est une intervention assez délicate qui ne se justifie que s'il existe une accumulation entre elles et les joues (le lama « fait magasin » comme cela existe chez les chevaux).
Par ailleurs, déterminer l'âge de l'animal par ses dents est possible jusqu'à l'âge de 5 ans, après cela devient très difficile (les temps d'éruptions dépendent de la génétique mais l'usure est fonction du régime alimentaire). Les données concernant cette estimation sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Temps d'éruption des dents chez les lamoïdes d'après Fowler (11)

Dents déciduales	**Dents permanentes**	
Les incisives sont généralement toutes présentes chez le nouveau-né à terme. Chez les prématurés I2 peut apparaître jusqu'à 90 jours et I3 jusqu'à 107 jours. Les canines de lait ne s'observent que chez 5% des mâles. Les prémolaires de lait sont présentes à la naissance.	**I1**	2 à 2,5 ans
	I2	3 à 3,25 ans
	I3	3,1 à 6 ans
	C	2 à 7 ans mais moyenne entre 2,5 et 3,5
	PM1	3,5 à 5 ans
	PM2	3,5 à 5 ans
	M1	6 à 9 mois
	M2	1,5 à 2 ans
	M3	2,75 à 3,75 ans

- Zone de l'examen abdominal

La zone d'examen de l'estomac correspond à la zone abdominale dépourvue de laine localisée juste crânialement au genou gauche. Celle des intestins est symétrique à droite.

- Examen clinique de l'abdomen

Afin d'évaluer la mobilité gastrique, il faut relever la laine couvrant la zone d'examen de l'estomac (correspond au flanc chez les autres espèces) et utiliser un stéthoscope. En effet, la sentir par une palpation comme sur une vache est impossible. On entend alors 3 à 4 contractions par minutes sur un animal calme (3 à 5 si l'animal mange ou vient de manger), avec la nouvelle contraction suivant rapidement la précédente. Les bruits sont faibles. Comme C-1 contient peu de gaz, sa percussion et son auscultation apportent peu d'éléments.
A droite, on peut distinguer des borborygmes intestinaux discrets.
Si l'on réalise une auscultation poussée de l'abdomen ventral droit, on peut réussir à entendre le flot du contenu gastrique de C-3 lorsqu'il traverse l'ampoule duodénale.

Appareil urinaire (2)(24)

- **Anatomie**

Annexe 10 : Appareil génital d'un lama mâle : Disposition générale, vue latérale droite
Annexe 11 : Appareil génital de la femelle lama : Disposition générale, vue latérale gauche

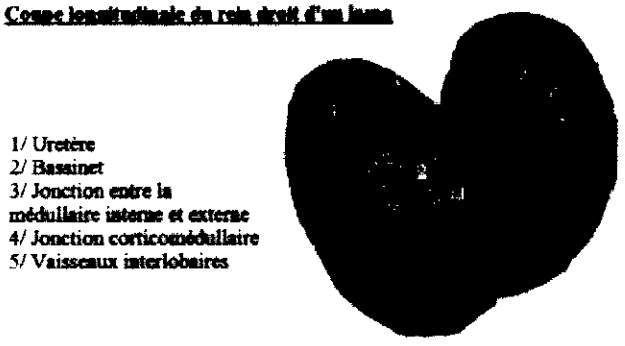


Photo 11 : Coupe longitudinale du rein droit d'un lama, D. Legrand et A. Soly

Les reins ne sont pas lobés. Leur forme est identique à celle des caprins. Les deux reins, de taille identique (environ 5 cm × 9 cm), sont fixés dans l'aire abdominale dorsale. Le rein gauche se situe sous les processus transverses de la 5ème à la 7ème vertèbre lombaire. Tandis que le rein droit est un peu plus crânial (4ème à 6ème vertèbres lombaires).
Pour un lama pesant de 74 à 120 kg, le poids d'un rein varie de 120 à170 g.
Les uretères et la vessie ne présentent pas de particularité par rapport aux autres espèces.

- **Physiologie**

Les lamas, mâles ou femelles, urinent en position légèrement accroupie, vers l'arrière. Le lama urine quasiment systématiquement lorsqu'il se lève et le plus souvent se rend pour cela dans la zone dédiée aux excréments (miction+défécation).
Le temps complet de miction varie de 30 à 60 secondes.

- **Examen clinique**

L'examen complet de l'appareil urinaire comprend l'observation de la miction, la collecte d'urine, l'analyse d'urine, l'inspection rapprochée de l'anatomie visible, la palpation transrectale et l'échographie (transrectale et transabdominale).

- Examen de l'anatomie visible

L'urètre de la femelle peut être visualisée à l'aide d'un vaginoscope ou palpé avec les doigts.
En revanche, l'examen et la cathétérisation de l'urètre du mâle sont des actes plus délicats qui nécessitent la tranquillisation de l'animal (lutte contre les spasmes des muscles rétracteurs du pénis). L'extériorisation du pénis implique l'extension manuelle de l'inflexion sigmoïde simultanée à l'application d'une force caudale sur le prépuce externe. On peut alors saisir délicatement le pénis à l'aide d'une compresse et observer le court processus urétral caudalement à l'extrémité cartilagineuse. Par ailleurs, cette

extériorisation est souvent difficile chez les hongres castrés précocement dont le fourreau conserve une mobilité réduite.

- Examen de l'urètre du mâle

Il sera indiqué en cas de strangurie. Le diamètre de l'urètre terminal étant réduit, on ne peut y insérer qu'un cathéter de 1/67 mm. Des calculs urinaires ont déjà été retrouvés à environ 6/10 cm de l'extrémité du gland. La cathétérisation facilite la localisation de ces urolithiases obstructives qui font que l'on peut alors sentir des pulsations le long du pénis.

- Examen des reins

L'échographie transrectale permet de visualiser au moins le rein gauche (plus caudal). Des biopsies rénales ont été réalisées sous guidage échographique.

- Examen de la vessie

Si elle est réalisable, la palpation transrectale permettra d'apprécier le tonus vésical et l'épaisseur de la paroi. Cet examen sera avantageusement complété par une échographie transrectale qui permettra aussi d'observer la partie pelvienne de l'urètre chez les mâles.
Le sondage vésical est rendu impossible chez le mâle par la présence du diverticule de l'urètre. Des cystocentèses ont été réalisées sous guidage échographique.

- Caractéristiques physico-chimiques de l'urine des lamas

Tableau 13 : Caractéristiques physico-chimiques de l'urine des lamas d'après Fowler (11)

Couleur	Jaune clair à ambre
Transparence	Claire
Densité	1.013 à 1.048
pH	7 à 8,5
Sédiments	Oxalates de calcium communs dans l'urine alcaline, acide urique rare
Protéines	Absentes
Glucose	Absent
Sang	Absent
Corps cétoniques	Absents à traces
Pigments biliaires	Absents

Appareil reproducteur (11)(14)(21)

- **Anatomie** (11)(14)(21)

Annexe 10 : Appareil génital d'un lama mâle : Disposition générale, vue latérale droite

Scrotum : Il est petit et non pendulaire, situé sous l'anus comme chez le chat. A son niveau la peau est épaissie.
Testicules : Les testicules des lamas sont ovoïdes et de taille assez variable. Ceux d'un adulte pèsent environ 25 g et mesurent 5 à 7 cm de long pour 3 à 4 cm de large (4 à 5 cm × 2,5 à 3 cm chez l'alpaga).
Les testicules sont inapparents à la naissance, commencent à descendre vers l'âge de 4 à 5 mois et doivent être visibles à 7 mois. Chez l'adulte, ils doivent être turgescents et mobilisables à travers le scrotum.
Corps de l'épididyme : L'épididyme est étroitement attaché au testicule. Il ne doit pas y avoir de nodules.

Prostate : Petite (3 × 3 × 2 cm) et en forme de « h », elle est localisée dorsalement à l'urètre, près du trigone vésical.
Glandes bulbo-urétrales : Ovoïdes, les glandes bulbo-urétrales sont localisées de part et d'autre de l'urètre, et mesurent environ 2 cm de diamètre. C'est une des 2 glandes annexes, il n'y a pas de vésicule séminale chez le lama.
Muscles rétracteurs du pénis : Pairs, ils émergent du muscle sphincter anal et passent autour de l'arcade ischiatique, en étroite association avec le corps du pénis. Leur insertion distale sur la tunique du pénis se fait à 6/10 cm de l'extrémité du gland.
Urètre : Un diverticule de l'urètre situé dorsalement à l'urètre au niveau de l'arcade ischiatique rend le sondage vésical impossible : la sonde se bloque dans ce diverticule. L'urètre terminal mesure 3 à 5 mm de diamètre et est adjacent au processus cartilagineux du gland.
Pénis : Le pénis du lama est de nature fibro-élastique. Son diamètre est plutôt étroit (moins de 2 cm de diamètre en érection) et sa longueur au repos varie de 36 à 45 cm depuis son extrémité jusqu'à l'arc ischiatique.
Inflexion sigmoïde : Similaire à celle des autres artiodactyles.
Gland du pénis : Il est long de 9 à 12 cm et s'affine progressivement jusqu'à son extrémité, se prolongeant par un processus cartilagineux en tire-bouchon qui permet au pénis de franchir le col de l'utérus pendant la saillie.
Prépuce : Il est de forme triangulaire et s'ouvre en direction caudale : les mâles urinent vers l'arrière. L'orifice du prépuce est sous le contrôle des muscles préputiaux crâniaux et caudaux qui le tirent respectivement vers l'avant et l'arrière. Chez le jeune, un phimosis empêche toute saillie et l'extériorisation du pénis n'est pas possible avant l'âge de 2 à 3 ans.

Annexe 11 : Appareil génital de la femelle lama : Disposition générale, vue latérale gauche

Vulve : Elle doit être verticale. Chez les femelles âgées ou lors de malformation congénitale (à vérifier à l'achat), la vulve a une position quasi horizontale entraînant souvent la stérilité (impossibilité du mâle à saillir/souillures fécales). Positionnée 4 à 6 cm en dessous de l'orifice anal, son orifice mesure 3 à 5 cm de long. Sa profondeur jusqu'à l'hymen varie entre 6 et 8,5 cm.
Vagin : Il mesure 15 à 25 cm de long pour 5 cm de diamètre chez le lama (13,5 cm × 3,5 cm chez l'alpaga).
Col de l'utérus : Il possède 2 à 3 anneaux en spirale et mesure 2 à 5 cm de long pour 2 à 4 cm de large (1 cm × 1 cm chez l'alpaga).
Utérus : Le corps de l'utérus mesure 3 à 5,8 cm x 3 à 5 cm (2 à 3 cm × 1 à 3 cm chez l'alpaga). Extérieurement les cornes paraissent courtes car fusionnées sur une certaine longueur mais, en réalité, elles sont bien différenciées à l'intérieur, séparées par un long septum. Elles mesurent 20 à 22 cm de long pour 2 à 5 cm de large (6 à 8 cm × 2 à 3 cm chez l'alpaga). Les cornes d'une nullipare non gestante seront de taille identique. L'utérus d'une multipare conserve une asymétrie résiduelle due à une gestation précédente avec généralement la corne gauche plus large que la droite.
La muqueuse utérine est similaire à celle des autres espèces. Le tissu fibreux de la sous muqueuse est plus dense que chez la jument et contient moins de glandes utérines qui sont par ailleurs plus petites. Il n'y a pas de glandes dans la sous muqueuse cervicale.
Oviducte : Les oviductes sont longs, tortueux et inclus dans le mésosalpinx. Ils mesurent 10,5 cm de long pour 3 mm de diamètre (environ 20 cm de long chez l'alpaga). L'oviducte s'abouche sur la pointe de la corne utérine au niveau d'une papille contenant

un sphincter : aucun fluide ne peut passer de l'utérus à l'oviducte, en revanche, l'inverse est possible.
Ovaires : Les ovaires sont complètement enveloppés dans une grande bourse ovarique (2,5 x 2,5 x 5 cm). De forme ovale à globulaire, ils mesurent 1,3 à 2,5 cm de long pour 1 à 2 cm de hauteur et 0,5 à 1 cm de large (les ovaires des alpagas sont plus globuleux). Ils présentent différentes proéminences à leur surface.
Diverticule sous-urétral : L'urètre de la femelle est large. Son orifice externe est localisé sur le bord ventral entre le vagin et la vulve, dorsalement au diverticule qui rend la cathétérisation urétrale femelle difficile mais pas impossible.
Mamelle : La femelle lama présente 4 petites tétines (3 cm de long pour 1 cm de large) uniformément réparties sur 4 quartiers (les tétines surnuméraires existent). Les 2 quartiers avant sont généralement un peu plus volumineux. Il y a 8 glandes mammaires.

Annexe 12 : Conformation interne de la mamelle du lama

Le conduit papillaire est court (2 mm) et plus étroit que celui des vaches ou chèvres (taille maximum de sonde : 1 mm de diamètre). L'ensemble du sinus lactifère mesure 2,5 cm de long pour 1,5 cm de diamètre. On trouve parfois une autre morphologie du trayon où les 2 conduits papillaires se rejoignent dans un sinus, ne laissant ainsi voir qu'un seul orifice sur l'extrémité de la tétine.
Le parenchyme glandulaire est constitué de glandes tubuloalvéolaires identiques à celles des bovins. Les quartiers gauches et droits sont séparés par un ligament suspenseur de la mamelle incomplet. Même si on ne peut les distinguer visuellement, les quartiers antérieurs et postérieurs ne présentent aucune relation.
Le poids total de la mamelle d'une femelle non gravide est d'environ 250 g. Chez la femelle en lactation il est de 450 g, avec une mamelle qui doit toujours sembler vide.

- **Physiologie**

- Reproduction (14)

❖ Puberté
Les femelles sont pubères dès l'âge de 6 mois, ce qui est beaucoup trop tôt pour les mettre à la reproduction. On considère qu'une femelle ayant atteint les 2/3 du poids adulte ou 18 mois peut être mise à la reproduction.
Quant aux mâles ils ne pourront saillir efficacement que vers 2 à 3 ans (phimosis).
❖ Cycle ovarien
Les lamas ont une ovulation induite et ne présentent pas de chaleurs. Une femelle est en permanence sous imprégnation oestrogénique car il existe une alternance de vagues folliculaires sur les ovaires (croissance de plusieurs follicules de 3 à 7 mm sur un ovaire pendant 11 à 12 jours, maturation d'un follicule dominant de 7 à 15 mm puis régression avec phase de dominance sur l'autre ovaire 2 à 3 jours après). D'après Fowler (11), les anoestrus saisonniers ou périodiques existent.
❖ Ovulation
La saillie déclenche la décharge de LH et l'ovulation à lieu environ 26 heures après indifféremment sur l'ovaire droit ou gauche, à condition d'être en phase de maturation d'un follicule dominant. Les ovulations spontanées sont rares (par exemple à la vue d'une saille).

❖ Corps jaune

Il sécrète la progestérone qui bloque les nouvelles vagues folliculaires, soit jusqu'à la fin de la gestation, soit jusqu'à sa régression complète (10 à 12 jours) en l'absence de fécondation.

❖ Saillie

Elle a lieu en position sterno-abdominale et dure 10 à 50 minutes. Si la femelle est réceptive, elle se couche en 1 à 5 minutes lorsque le mâle lui monte dessus (sinon, la représenter au mâle 1 à 2 jours plus tard). La femelle se couche parfois sur le côté, on doit alors veiller à ce quelle puisse respirer correctement.

Le mâle émet une sorte de ronronnement (« orling ») durant toute la saillie. Le pénis n'augmente pas vraiment son diamètre lors de l'érection mais il s'allonge. L'éjaculation a lieu directement dans les cornes utérines, le pénis franchissant le col de l'utérus grâce à son extrémité cartilagineuse.

L'éleveur peut réaliser des saillies au pré ou des saillies contrôlées, le tout étant de s'assurer de la propreté et de l'absence de poils gênants ou de matières végétales (ronces, etc.) au niveau du périnée. Ces 2 méthodes présentent avantages et inconvénients qui sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 14 : Avantages et inconvénients des modes de saillie d'après Giudicelli (14)

	Avantages	**Inconvénients**
Saillie au pré	-Le mâle saillit la femelle dès qu'elle est vide et à nouveau en cas de saillie non fécondante, de mortalité embryonnaire ou d'avortement -Pas besoin de contention	-On ne connaît pas la date de la saillie -S'il y a plusieurs mâles on ne connaît pas forcément l'identité du père et l'un risque de perturber la saillie de l'autre -Un mâle très dominant peut empêcher l'accès à son parc -Diagnostic de gestation par observation du comportement et dosage de progestérone impossible à gérer
Saillie contrôlée	-Connaissance de la date de la saillie et du père ; approximation de la date de la mise bas -Surveillance du bon déroulement de la saillie -Mise en œuvre possible de diagnostic de gestation par observation du comportement et dosage de progestérone	-On doit surveiller les femelles pour savoir quand elles sont vides -Contention en longe préférable pour les présentations au cas où une femelle non réceptive se fasse « harceler » par le mâle

❖ Gestation

Elle dure en moyenne 345 jours (328 à 386 jours dans l'élevage de B. Giudicelli) et se fait toujours dans la corne gauche. Seuls les embryons allant dans cette corne pourront s'y

implanter (entre le 30ème et le 60ème jour). En effet, il semble que la corne droite produise plus de PGF2α.
La mortalité embryonnaire est fréquente.
La croissance du fœtus est faible durant les 7 premiers mois de gestation (atteint alors seulement 15 % de son poids final).
Le taux de progestérone pendant la gestation est très variable d'une femelle à l'autre (de <1,5 ng/mL à >6 ng/mL) et peut varier sur un même animal de 4 ng/mL en 2 semaines.
La chute du taux de progestérone pendant les dernières 48 heures de gestation est probablement responsable du processus de mise bas.

❖ Annexes fœtales

Amnios, allantoïde et chorion ne présentent pas de particularités spécifiques si ce n'est la faible quantité de liquide amniotique.
Le placenta est de type epithélio-chorial diffus comme chez la jument et ne présente donc pas de cotylédons.
La spécificité des camélidés repose sur la présence d'une membrane épidermique recouvrant complètement le fœtus et servant à la lubrification lors de la mise bas. Cette membrane se fixe sur les jonctions cutanéomuqueuses, le nombril et la limite des onglons. Elle ne bouche donc ni les narines, ni la bouche du nouveau-né. Elle sèche et s'élimine seule.

❖ Mise bas

Elle a quasiment toujours lieu le jour entre 5h et 17h (une mise bas le soir ou dans la nuit signe souvent un problème obstétrical).
Les parts dystociques et les rétentions placentaires sont rares chez le lama.
L'obstétrique diffère peu de celle des bovins. On pensera néanmoins à plus lubrifier pour palier au manque de liquide amniotique, à tenir la femelle au licol (voire à la tranquilliser) et à réaliser des césariennes couchées (rares car quasiment jamais de jumeaux et excès de volume peut fréquent ; technique classique, incision sur le flanc gauche).
Le placenta doit être expulsé dans les 6 heures suivant le part. En cas de rétention on administrera de façon répété de l'ocytocine (20 à 30 UI toutes les 2 à 3 heures) en associant des lavages utérins et une couverture antibiotique (attention : risque de choc avec les prostaglandines, délivrance manuelle peu recommandée).
Les femelles lamas et alpagas ne lèchent pas leurs petits.

Annexe 13 : Schémas des différentes présentations possibles du petit à la mise bas d'après Fowler (11)

❖ Involution utérine et remise à la reproduction

L'involution utérine se fait en 15 jours. La femelle doit être remise à la reproduction dans les 15 jours à 3 semaines suivant la mise bas (sous réserve d'un examen gynécologique satisfaisant à 15 jours) car un repos sexuel trop long nuit à la mise en place d'une nouvelle gestation.

- Mamelle (2)

La traite du lama est un challenge du fait de la taille très réduite des tétines, ce qui peut même parfois empêcher le petit de téter (notamment en cas d'oedème mammaire post-partum). L'augmentation de taille de la mamelle débute 2 mois avant la parturition (spécialement chez les primipares).
Le lait du lama est similaire à celui de l'alpaga dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau 15.

Tableau 15 : Principales caractéristiques du lait d'alpaga d'après Fowler (11)

Couleur	Blanc porcelaine
Odeur	Idem vache
Goût	Plus doux que le lait de vache
Consistance	Plus visqueux que le lait de vache
pH	6,4 à 6,8
Taux de graisse	De 0,7 à 5,7 %
Production	40 à 1200 mL/j avec une production généralement inférieure à 320 mL/j

La composition du lait est variable et différentes valeurs sont données dans la littérature. Fowler donne les valeurs suivantes en temps qu'ordre d'idée :

Tableau 16 : Composition du lait de lama d'après Fowler (11)

Type de lait	Eau (%)	Graisse (%)	Protéines (%)	Lactose (%)	Cendres (%)	Densité calorique (Kcal/mL)
Colostrum	74	0,95	16,50	7,75	0,8	0,659 EN
Lait de transition (3 jours après la mise bas)	87,4	2,87	5,23	3,7	0,8	0,668 EC
Lait mature	86,2	5,66	4,25	3,34	0,8	0,813 EC

EN : énergie nette EC : énergie de croissance

- **Examen clinique (11)(21)**

Il est important de regarder l'appareil génital externe.

- Appareil génital mâle

La laine peut gêner cet examen.

Une fois le pénis extériorisé, on examine le gland et le prépuce pour identifier d'éventuelles lésions (lacérations, ulcères, cicatrices, strictions ...) qui pourraient affecter la capacité reproductive (libido, pénétration) (même si le prépuce est un peu pendulaire, les blessures et posthites sont rares). Le diamètre du pénis doit être uniforme sur toute sa longueur sauf au point d'insertion des muscles rétracteurs. Quant aux testicules, leur palpation et mesure est plus facile à réaliser sous tranquillisation. On peut cependant y arriver en relevant la queue et en s'approchant progressivement du scrotum en massant le périnée. On doit alors palper 2 testicules de taille et texture uniformes (un mâle stressé par la chaleur tendra à avoir un scrotum pendulaire et oedématié).

L'échographie sera la meilleure méthode d'appréciation lors d'œdème scrotal, d'hydrocoele, de cicatrisation ou de kystes.

- Appareil génital femelle

La mamelle restant petite même en lactation, il faut soulever la laine pour en avoir une vue latérale et la queue pour en avoir une vue caudale. Une palpation délicate doit révéler

une mamelle souple et douce. On rencontrera occasionnellement des mammites (quartier dur et de taille diminuée avec baisse ou arrêt de la production lactée lors de mammite chronique ; œdème de l'abdomen ventral en cas de mammite aigue).
Il n'y a pas d'écoulements, ni de gonflement de la vulve corrélés aux vagues d'oestrogènes. Certaines femelles en fin de gestation montrent une tuméfaction de la vulve mais ce phénomène n'est pas prévisible.
Par ailleurs, le tractus génital femelle nécessite une inspection interne qui se réalise à l'aide d'un examen vaginoscopique et d'une palpation transrectale.
Il existe en outre différents moyens de diagnostiquer une gestation.

Nœuds lymphatiques (21)

Il n'y a pas de nœuds lymphatiques périphériques palpables chez les petits camélidés excepté sur les animaux très jeunes.
Sauf lors de :

- Vaccination : lymphadénomégalie régionale
- Lymphome : lymphadénomégalie généralisée
- Abcès dentaire ou lésion orale à *Actinobacillus* : lymphadénomégalie mandibulaire

Organes des sens (11)(21)

- **Yeux**

Les lamas ont des grands yeux expressifs. Du fait de leur proéminence, ils sont souvent sujets aux blessures. L'examen proche des yeux nécessite une bonne contention.
Les caractéristiques normales de l'œil sont :

- Cils longs
- Corpus migrum très large
- Pigmentation variable de l'iris (non pigmentation uni ou bilatérale possible)
- Dessin vasculaire rétinien prononcé
- Pas de fovéa sur la rétine
- Pas de tapetum

Il ne faudra pas confondre un léger ectropion de la paupière inférieure dû à l'excitation, l'agitation ou la peur avec un ectropion anatomique congénital ou acquis.

Photo 12 : Oeil de lama vu de profil, A. Soly

- **Oreilles**

De même que pour les yeux, la plupart des lamas sont un peu réticents à l'examen des oreilles, on réalisera donc une bonne contention.
Il est difficile de réaliser un véritable examen à l'otoscope car le conduit auditif externe est étroit (3 à 5 mm) et se caractérise par une courbure prononcée qui empêche la visualisation de la membrane tympanique sur la plupart des adultes (on pourra éventuellement utiliser un très petit endoscope).
Les principaux problèmes rencontrés sont, pour l'oreille externe, les gelures et les lacérations, et pour l'oreille interne, les troubles neurologiques (le plus souvent paralysies faciales) dus aux corps étrangers (*Otobius megnini* + autres tiques et *Hordeum sp*: va jusqu'à l'oreille moyenne une fois la membrane tympanique traversée).

Système nerveux et musculosquelettique (11)

- **Anatomie**

Annexe 14 : Squelette du lama : Vue latérale droite

Vertèbres cervicales : 7 vertèbres cervicales. A partir de C 3 une projection ventrale des processus transverses forme une sorte de gouttière osseuse protégeant les structures vitales du cou.
Vertèbres thoraciques : 12 vertèbres thoraciques.
Vertèbres lombaires : 7 vertèbres lombaires.
Sacrum : 5 vertèbres sacrées. Processus épineux de S1 très petit.
Côtes : 12 paires de côtes. Pas de spécificité par rapport aux autres Artiodactyles. Peau du sternum très calleuse donnant une fausse impression de pathologie des tissus mous à la radiographie.
Crâne : se reporter aux commentaires de l'appareil digestif
Membre pelvien : L'anatomie du genou est unique chez le lama : les tendons du muscle vaste latéral et du muscle vaste médial forment une feuille qui s'insère partiellement sur la face dorsale de la patelle et dont une part libre s'étend autour de d'elle pour se fixer sur la tubérosité tibiale. Une feuille de tendons résultant de la combinaison du groupe quadriceps et des tendons du muscle biceps fémoral, remplace les 1, 2 ou 3 ligaments tibiopatellaires qu'ont les autres espèces.
Membre thoracique : 2 os sésamoïdes sont associés à chaque 1ère phalange.
Pied : Le pied du lama présente 2 doigts, chacun recouverts par un ongle similaire à l'ongle humain. Les 2ème et 3ème phalanges (P-2 et P-3) reposent horizontalement à l'intérieur du pied tandis que P-1 se dresse avec un angle d'environ 45° (les lamas sont des digitigrades modifiés).
Le lama appartient au sous-ordre des Tylopodes ce qui signifie « pied matelassé ». La surface portante de chaque doigt est composée d'une sole souple cornée et d'un coussinet digital (mélange peu vascularisé de collagène et de fibres élastiques avec des infiltrations de graisse et parfois du tissu cartilagineux, le tout contenu par une gaine fibreuse).
Entre la sole et le coussinet digital se trouve une couche de tissu connectif dense contenant des vaisseaux sanguins et des nerfs : le corium, fin à la pointe du pied et épais en son talon.

Annexe 15 : Structure interne du pied du lama

- **Examen locomoteur**

S'il est indiqué (fonctionnement neuromusculaire ou squelettique affecté) on le réalise de la même façon que pour l'évaluation d'une boiterie en équine :
Si après observation au pas et à une allure supérieure il apparaît qu'une zone précise est concernée, on tentera de faire un examen orthopédique plus poussé (palpation et mobilisation des articulations).
Les difficultés à mener cet examen viennent du manque d'entraînement à être mené en longe pour certains animaux et d'une grande sensibilité à la manipulation des membres pour la plupart.

Remarque (11): on peut noter l'existence chez les lamoïdes d'une zone ovale sans laine sur les faces latérales et médiales des métatarses. Ces structures ne sont pas comparables aux châtaignes des chevaux. Elles sont en réalité associées à des glandes holocrines multilobulées dont les canaux se terminent à leur niveau. La fonction de ces glandes semble être l'émission de phéromones d'alarme (odeur de « pop-corn brûlé »). En se solidifiant, les substances excrétées peuvent former une pellicule détachable.

Photo 13 : Glandes métatarsales, A.Soly

- **Examen neurologique**

Il ne présente aucune spécificité par rapport aux autres espèces.

Nouveau-né (14)(21)

- **Examen clinique**

- Température rectale : 37,5 à 38,5°C une fois qu'il est sec et actif.
- Fréquence cardiaque : 80 à 120 battements/min juste après la mise bas, puis 60 à 100 battements/min quelques heures après. On contrôle le temps de remplissage capillaire par une pression sur les gencives qui doivent se recolorer en rose clair.
- Fréquence respiratoire : 15 à 30 mouvements/min. En cas de difficultés respiratoires à la naissance, on utilisera les mêmes méthodes de traitement que chez les veaux ou les agneaux.
- Poids : 10 à 15,5 kg (5,5 à 9,5 kg pour l'alpaga)

- **Soins particuliers**

- Tares congénitales

Du fait de leur incidence relativement importante, il faudra rechercher chez tout nouveau-né les tares congénitales les plus communes, à savoir : l'atrésie des choanes, l'atrésie de l'anus, la polydactylie, la syndactylie, la fente palatine, la distorsion maxillaire et les anomalies cardiaques.
Par ailleurs, divers degrés de hernie ombilicale sont rencontrés et les laxités ou contractures des tendons sont les problèmes les plus fréquents des membres.

- Nouveau-né à haut risque

D'après Johnson (21), des problèmes en fin de gestation, lors de la mise bas ou à l'examen clinique doivent inciter à considérer le nouveau-né comme ayant plus de risques de présenter une immaturité pulmonaire, un mauvais transfert d'immunité passive et une septicémie in utero ou post-partum. Il recommande alors de réaliser une numération formule sanguine, une analyse des gaz du sang artériel, une hémoculture et une vérification du statut immunitaire 24 à 36 h après la mise bas.

- Colostrum

Lors d'une consultation sur un nouveau-né on devra s'assurer de la bonne prise du colostrum qui doit être faite dans les 12 heures suivant la naissance. En effet, le nouveau-né ne possède pas d'anticorps et n'en fabriquera par lui-même qu'à l'âge de 40 à 60 jours. Si cela n'a pas été fait, il faut le nourrir artificiellement avec le colostrum de sa mère, d'une autre femelle, ou, à défaut, d'une chèvre ou d'une vache (biberon à éviter car risques de problèmes comportementaux par la suite, seringue reliée à une sonde posée sur la langue, intubation endo-oesophagienne). En l'absence de colostrum, on peut aussi injecter au nouveau-né du plasma issu du sang de sa mère ou d'un autre lama.

- Sélénium

B. Giudicelli (14) recommande l'injection systématique de sélénium à la naissance, et en cas de baisse de forme dans les 6 premiers mois de vie (1 mg pour le lama et 0,5 mg pour l'alpaga, à renouveler si nécessaire)

- Vitamine D

Un apport en vitamine D est bénéfique à la croissance du petit notamment dans les régions peu ensoleillée, en hiver.
La concentration normale en phosphore sanguin est comprise entre 6,5 et 9 mg/dL (hypovitaminose D si inférieure à 3 mg/dL) et celle de la vitamine D doit être supérieure à 50 nmol/L (< 15 nmol/L si hypovitaminose D).

- Baisse de lactation

Le premier signe de dénutrition du petit suite à une baisse de lactation de la mère est un enroulement des oreilles sur elles mêmes. On doit alors mettre en place une supplémentation lactée (lait de chèvre en poudre, frais ou UHT).

- **Prématurité**

En cas de mise bas prématurée, on observera sur le nouveau né les anomalies suivantes :

- Oreilles restant tombantes au lieu de se redresser.
- Persistance, parfois jusqu'à 24 heures, d'une gomme autour des onglons (sorte de pantoufle devant normalement tomber en 12 heures).
- Incisives inapparentes alors qu'elles sont visibles à travers la gencive chez les animaux nés à terme.
- Les yeux doivent être ouverts à la naissance sauf chez les grands prématurés (plus de 1 mois) qui ont encore les paupières soudées.
- Laxité des tendons.
- Laine fine.
- Crâne bombé.
- Manque relatif de vigueur.

B/ Examens complémentaires

Radiographie (11)

M. E. Fowler indique les constantes radiographiques à utiliser sur le lama adulte. Elles sont répertoriées dans le tableau suivant :

Tableau 17 : Technique radiographique utilisée sur le lama adulte d'après Fowler (11)

Région		**mAs**	**kV**	**Epaisseur (cm)** (approximation pour animaux de 115/127 kg)
Vertèbres				
Cervicales	L DV	200 100	80 66	10 15
Thoraciques	L	100	80	29
Lombaires	L DV	200	84 96	23
Articulations				
Scapulohumérale		100	68	34 23
Humérale-radioulnaire	L DP	100	66	9 13
Carpe	L DPL	100	52	8 9
Métacarpe		100	50	
Coxo-fémorale		200	96	30
Fémorotibiale	L DPL	100	64	13 20
Tarse	L DPL	100	50 68	7 9
Tête	L-rostral L-caudal DV-rostral DV-caudal	100	62 70 70 72	9 15 13 18
Thorax/tissus mous		100	76	38
Pelvis	L DV	200	96	30

(Distance cassette/film=100 cm, exposition=1/10ème de secondes, film radiographique courant sur cassettes Kodak Lamex regular screen)
(L=latéral, DV=dorsoventral, DP=dorsopalmaire, DPL=dorsoplantaire)

Aspiration transtrachéale (21)

Cet examen complémentaire se réalise dans les mêmes conditions que chez les autres espèces. Cependant, la trachée étant bien vascularisée, cela augmente le risque de provoquer des hémorragies qui se traduisent alors par de la toux, de l'hémoptysie et une altération probable de l'interprétation cytologique.

Examens complémentaires du système cardio-vasculaire (11)

L'électrocardiographie, l'angiographie, la cathétérisation cardiaque, la cinéradioscopie, et l'échographie sont des procédures applicables au lama comme aux autres espèces. Elles nécessitent une aide technique, un équipement adapté et une interprétation par un spécialiste.

Palpation transrectale (14)(21)

Il est indiqué de pratiquer une palpation transrectale lorsque les éléments cliniques évoquent une lésion de l'appareil digestif, de l'appareil urinaire, de l'appareil reproducteur ou lors d'incoordination des postérieurs.
Pour réaliser cet examen, le vétérinaire doit avoir une main suffisamment petite pour pénétrer à l'intérieur du rectum (taille 7/7,5). Une bonne contention est nécessaire et il est recommandé de faire une anesthésie épidurale caudale. En outre, il est impératif de lubrifier à la fois le rectum et la main gantée avant d'amorcer une entrée progressive.
On peut alors retirer les crottes présentes sur la longueur de l'avant-bras et explorer la filière pelvienne incluant : l'appareil génital de la femelle, la vessie, les artères fémorales et les nœuds lymphatiques iliaques.
Plusieurs mâles ont un rectum et une filière pelvienne relativement resserrés ce qui rend la réalisation de la palpation transrectale moins aisée. Cependant quand elle sera possible on trouvera :

- Les glandes bulbo-urétrales à l'entrée du rectum à 5 et 7 heures
- L'urètre pelvien sur la ligne médiane
- La prostate se situe sur cette même ligne un peu plus crânialement (apparaît comme une dilatation de l'urètre)
- La surface dorso-médiale du premier compartiment gastrique est palpable si l'on réussit à aller plus profondément, au dessus de laquelle se trouve le rein gauche
- La palpation du cadran inférieur droit permet de sentir les intestins (dont le colon spiral, site fréquent des impactions)

Pour faciliter l'interprétation de la palpation des organes, ou donner des renseignements sur ceux que l'on ne peut atteindre, l'échographie se révèle être un outil très utile.

Intubation orogastrique (11)(21)

On pourra la pratiquer sur un animal en acidose gastrique ou présentant une baisse d'appétit afin d'obtenir un échantillon du contenu gastrique du premier compartiment gastrique (C-1) (rappel : intubation nasogastrique impossible car cavité nasale trop étroite et respiration obligatoire par le nez).
La procédure diffère peu de celle employée chez les bovins et petits ruminants cependant les molaires très coupantes imposent l'utilisation d'un spéculum pour guider la sonde à travers la cavité orale et l'oropharynx.
Après avoir posé un licol immobilisant la tête en position légèrement fléchie, on place le spéculum (tuyau d'arrosage ou tube en PVC entouré de bande adhésive ; 20 à 25 cm de long pour environ 2,5 cm de diamètre) dans la cavité orale. Une fois que le bout de la sonde est dans l'oropharynx, on lui applique une pression modérée afin qu'elle soit déglutie (plutôt que de la pousser au hasard, on essaiera de la tourner délicatement et d'ajuster la flexion de la tête). La palpation de la région cervicale ventrale gauche permet de s'assurer de la présence de la sonde dans l'œsophage. Une fois le compartiment C-1 atteint, on peut en aspirer le contenu et réaliser les mêmes examens que chez les bovins.
D'après Johnson (21) sur un animal dont le contenu de C-1 présente un pH anormalement bas ainsi qu'une diminution de la variété des micro-organismes, on peut réensemencer le rumen avec du contenu ruminal de vache.
Par ailleurs, Fowler (11) recommande de laisser la sonde dans l'œsophage lorsque l'on veut faire passer un liquide ou un médicament. Cela est d'autant plus important lorsqu'il s'agit de lait pour un nouveau-né orphelin car s'il est déposé dans C-1, il y restera et y fermentera plutôt que d'atteindre le 3ème compartiment gastrique (l'intubation endo-oesophagienne du nouveau-né se fait en décubitus sternal, avec une sonde de 6 mm de diamètre pour un lama et de 4 mm de diamètre pour un alpaga).
Enfin, on peut noter que l'intubation orogastrique stimule plus fréquemment la régurgitation chez les lamas que chez les bovins (pas très grave mais peut rendre l'opération désagréable et amener à la recommencer).

Biopsie hépatique (11)(21)

Elle est indiquée quand l'anamnèse, l'examen clinique et biochimique suggèrent un dysfonctionnement hépatique. La technique consiste à pénétrer le thorax caudal droit, à travers l'espace pleural et le diaphragme, afin d'atteindre le foie.
On peut réaliser la biopsie hépatique sur un animal debout ou en décubitus sternal. Le site recommandé est le 9ème espace intercostal, 20 à 22 cm en dessous du plat du dos.
Après une préparation adéquate du site (écartement de la laine et préparation chirurgicale d'une zone de 1 cm²) et une anesthésie locale, l'aiguille à biopsie est insérée à travers une incision médiane de la peau et dirigée légèrement caudoventralement. La paroi thoracique étant mince, il y aura initialement contact avec le diaphragme adjacent. En lâchant l'aiguille on se rend alors compte qu'elle produit des mouvements synchrones de la respiration. On doit alors l'enfoncer un peu plus profondément (2 à 3 cm) pour atteindre le foie et réaliser la biopsie.
D'après Fowler (11), les prélèvements histologiques peuvent se faire avec des aiguilles de 15,2 cm de long et de calibre 14G. En revanche, si l'on souhaite obtenir des échantillons plus importants, l'utilisation de canules ou trocarts est nécessaire.

Abdominocentèse (11)(21)

Il est indiqué de pratiquer une abdominocentèse lorsque l'on veut évaluer le liquide péritonéal lors de désordres digestifs et abdominaux (diarrhée incoercible, méléna, suspicion d'obstruction intestinale, ulcères gastriques et duodénaux, perte de poids chronique ou fièvre d'origine inconnue).
Cet examen complémentaire se réalise dans les mêmes conditions que chez les autres espèces (le lama doit être tondu, préparé chirurgicalement et anesthésié localement). Mais le site de prélèvement est plus spécifique du fait de l'existence chez le lama d'une couche de graisse rétro péritonéale de 6 cm d'épaisseur qui peut dépasser jusqu'à 14 cm de part et d'autre de la ligne blanche.
Sur un animal debout, on ponctionne sur la ligne blanche (ligne de séparation entre les 2 pans de graisse) juste en arrière de l'ombilic (pour réduire le risque de blocage du flux par l'omentum). Sur un animal couché, la ponction doit se faire à au moins 20 cm de la ligne blanche, latéralement.
On réalise alors une incision cutanée au scalpel (lame n°12) et on insère d'un coup rapide une sonde trayeuse de 6 cm de long et de calibre 20 G.

Annexe 16 : Abdominocentèse sur la ligne blanche

Le liquide ne s'écoulera librement que s'il y en a au moins 150 ml dans la cavité abdominale (sur un animal normal le prélèvement peut-être empêché par une insuffisance de liquide). En l'absence d'écoulement, on peut exercer une pression négative modérée à l'aide d'une seringue, tout en repositionnant la sonde. Si l'accumulation de liquide est localisée, le succès du prélèvement sera aléatoire.
Les principales données caractérisant le liquide abdominal dans différentes situations sont regroupées dans le tableau 18.

Tableau 18 : Analyse du fluide abdominal d'après Fowler (11)

(Avec : **Q** = quantité, **O** = Odeur, **AM** = Aspect macroscopique, **T** = Transparence du surnageant, **D** = Densité, **Ct** = Contamination, **I** = Indice de réfraction, **PT** = Protéines totales, **E** = Erythrocytes, **CNT** = Cellules nucléées totales, **TC** = Type cellulaire, **B** = Bactéries, **K** = Potassium, **C** = Coagulation, M = mononucléaires, N = neutrophiles)

	Normal	Péritonite infectieuse	Ascite, insuffisance cardiaque	Rupture de la vessie	Perforation intestinale	Incarcération intestinale	Hémorragie intra abdominale
Q	±	±	+++ +	++++	+ à +++	+ à +++	++
O	Aucune	Aucune à infecte	Aucune	Ammoniacale	D'ingesta	Aucune à fétide	Aucune
AM	Clair à légèrement jaune	Gris jaunâtre, trouble	Clair	Transparent à trouble, jaune clair	Trouble	Hémorragique	± Hémorragique
T	Clair, transparent à légèrement jaune	Clair	Jaune, clair à légèrement trouble	Clair	Clair	Clair à rougeâtre	Clair, ± rougeâtre
D	< 1.0110	...	...	1 .024	1.0185	1.0178	...
Ct	Aucune	Exsudat	Aucune	Aucune	Matière fécale	Sang	Sang
I	< 1,3390	↑	↑±	↑±	↑	↑	↑±
PT (g/ dL)	< 3	3 à 18	< 3	< 3	4 à 8	Faible à augmentées	Normales à faiblement augmentées
E	Aucun	±	-	-	±	++	++++
CNT	2000 à 5000	...	...	...	...	...	...
TC (Nb/ µL)	M : 1000	N : 5000 à 10000	M : 100 à 5000	Erythrocytes peu	N : 5000 à 100000	M : 5000 à 100000	M : 0 à 100
B	Aucune	++	Aucune	Aucune	+++	Aucune	Aucune
K (mmol/L)	4,9 ± 0,7	4,9	4,9	185 à 400	4,9	4,9	4,9
C	-	±	-	-	++	±	...

Collecte d'urine (11)(21)

Chez le mâle comme chez la femelle, la récolte naturelle, lorsque le lama se lève, est le moyen le plus simple d'obtenir un échantillon d'urine. Néanmoins, ce comportement naturel pourra être inhibé par la présence de l'homme (l'utilisation, pour une collecte à distance, d'un récipient muni d'un manche est recommandée) ou l'hospitalisation.

Il est possible de cathétériser l'urètre des femelles : après avoir réalisé un nettoyage périnéal, on place un doigt ganté stérile dans la vulve pour palper l'orifice urétral externe puis l'on le recule un peu afin d'insérer le cathéter dorsalement au doigt (qui empêche de pénétrer le diverticule sous-urétral). Johnson recommande pour sa part de placer un objet émoussé dans le diverticule sous-urétral (21). On utilise un cathéter de 1/67 mm en polyéthylène ou polypropylène que l'on pousse sur une longueur de 15 à 25 cm pour atteindre la vessie. L'utilisation d'un vaginoscope muni d'une fente ventrale facilite la réalisation de cette procédure.
La cathétérisation vésicale du mâle est rendue impossible par la présence du diverticule de l'urètre : le cathéter s'engage dans ce diverticule même si l'on réalise une pression digitale à travers le rectum pour le guider. Johnson propose alors, lorsqu'il est impossible de mettre à profit une miction naturelle, de fixer un sac plastique (17 × 26 × 17 cm) sur le prépuce à l'aide d'une bande entourant l'abdomen afin de récolter un peu d'urine (l'animal tolère mal ce dispositif mais finit par uriner)(21).

Tractus génital mâle (21)

La palpation transrectale chez le mâle permet de localiser les glandes bulbo-urétrales ainsi que la prostate.
Par ailleurs, dans le cadre d'un examen de fertilité, il est nécessaire d'évaluer la semence du lama avec l'inconvénient majeur qu'il est parfois difficile d'obtenir un échantillon de semence. Les techniques employées à cette fin sont :

- le vagin artificiel sur mannequin de monte
- le préservatif féminin intra vaginal
- l'électro-éjaculation sous anesthésie
- le retour de semence sur une femelle « bout en train » : cette dernière méthode présente l'avantage d'être pratique, sûre, et de permettre d'évaluer en même temps la qualité de la libido, de la monte, de la capacité de pénétration et de l'éjaculation naturelle. En revanche, il faudra savoir réaliser l'interprétation microscopique des composants vaginaux (érythrocytes elliptiques, cellules épithéliales et microbes).

La semence du lama est très visqueuse il est donc difficile d'évaluer sa mobilité et la morphologie des spermatozoïdes : il peut être nécessaire de diluer l'échantillon pour la microscopie morphologique ou le contraste de phase. L'interprétation morphologique est identique à celle des autres espèces (on peut cependant confondre un érythrocyte elliptique avec une tête séparée de son flagelle). Si des doutes sur la fertilité du mâle persistent après ces examens, on peut envisager la biopsie testiculaire (chirurgicale ou aspiration à l'aiguille) suivie d'un contrôle microscopique de la maturation des spermatozoïdes.

Tractus génital femelle (21)

Il consiste en un examen vaginoscopique et une palpation transrectale.
Après avoir attaché la queue et réalisé un nettoyage de la zone périnéale, on peut faire une exploration digitale du vagin avec un gant et du lubrifiant. On pourra généralement y passer 3 doigts (légère striction au niveau de l'ancien hymen chez les nullipares).
Ensuite, on évalue le diamètre du vagin afin de passer à travers les lèvres vulvaires un vaginoscope lubrifié le plus large possible en le tournant doucement dans un mouvement ascendant. Après une progression d'environ 10 cm, le vaginoscope est dirigé plus ventralement et l'on approche une source de lumière : on visualise alors la muqueuse vaginale et l'entrée du col. Excepté sous l'influence de niveaux élevés d'oestrogènes, il apparaîtra assez petit et fermé (lors d'imprégnation oestrogénique, le col se relâche mais ne s'ouvrira

jamais comme chez la jument). Par ailleurs, les écoulements sont anormaux sauf durant les 7 à 10 jours suivant le part ou les quelques jours post saillie.
Cet examen vaginal permet de suspecter ou de confirmer les anomalies suivantes :

- Vaginite
- Cervicite
- Double col
- Aplasie segmentaire du vagin
- Non perforation de l'hymen
- Néoplasie
- Abcédation de la paroi vaginale

Pour compléter l'examen au vaginoscope, il est nécessaire de réaliser une palpation transrectale. Après avoir localisé le col sur le plancher du bassin, un droitier doit suivre le tractus génital vers l'avant, détecter un petit corps utérin avec une bifurcation nette (le ligament intercornual est peu palpable). La main droite suit facilement la corne gauche sur 10 à 12 cm quant celle-ci se termine brutalement. Une palpation précautionneuse entre le pouce et les 4 doigts autorise alors de suivre l'oviducte jusqu'à l'ovaire gauche sur lequel on pourra sentir :

- Des follicules en maturation : 2 à 5 mm de diamètre
- Des follicules mûrs : 7 à 8 mm de diamètre, jusqu'à 12 mm à l'ovulation
- Des follicules de plus de 12 mm de diamètre : pathologiques (d'après Giudicelli (14) un follicule mûr peut atteindre 15 mm de diamètre)
- Des corps jaunes : petite dépression initiale (corps hémorragique) à structure protubérante ferme de 10 à 15 mm de diamètre

L'utilisation de l'échographie est idéale pour examiner ces structures (sonde linéaire de 5 MHz).
En suivant à nouveau la corne gauche jusqu'à la bifurcation, on palpe alors la corne droite et l'on peut réaliser l'examen symétrique.
La tonicité utérine ne change pas beaucoup sous imprégnation oestrogénique (un peu plus ferme). Un utérus en gestation précoce sera fluctuant et on aura, avec le temps, une plus grande asymétrie cornuale, un col plus promptement palpable et qui tend à pencher en avant. Selon leur degré de sévérité, on pourra détecter des pathologies utérines en tenant compte de la fermeté et de l'involution utérine.
L'évaluation échographique du tractus génital se montre particulièrement précieuse. Même sur des animaux dont le gabarit ne permet pas de réaliser une palpation transrectale, cette évaluation est possible en utilisant un porte sonde (extenseur rigide).

Diagnostic de gestation (14)

Cinq méthodes sont disponibles pour diagnostiquer une gestation. Leur précision et leur coût sont différents. On doit par ailleurs noter qu'une fois le diagnostic de gestation posé, il faut vérifier périodiquement que la femelle est toujours pleine (à 30/60 jours, à 90 jours et en cas de stress important).

❖ <u>La modification du comportement sexuel</u>

C'est un paramètre d'une fiabilité relative surtout si l'on ne connaît pas bien le comportement de ses animaux. En effet, une femelle gravide refuse normalement d'être saillie par le mâle mais on rencontre aussi ce comportement chez les femelles ayant un corps jaune persistant, ayant ovulé récemment ou étant très dominantes. A l'inverse, il arrive qu'une femelle gravide se laisse saillir si le mâle est très dominant ou qu'elle est très soumise.

❖ <u>La palpation trans-rectale</u>

Le fœtus est perceptible à 90 jours.

❖ Le ballottement

Cette technique nécessite peu d'expérience mais n'est applicable qu'à partir du huitième mois de gestation.

❖ Le dosage de progestérone

Ce dosage ne peut être utilisé que si l'on connaît au moins approximativement la date de la dernière saillie. Il permet de mettre en évidence la présence d'un corps jaune sécrétant de la progestérone.

Un taux élevé de progestérone dans les 15 à 20 jours suivant la saillie signifie qu'il y a eu ovulation mais pas forcément fécondation. En revanche, si ce taux reste élevé plus de 21 jours après la saillie, on est sûr qu'il y a maintien du corps jaune et l'on peut supposer que la femelle est gravide (il y a toujours une possibilité de corps jaune persistant). Cependant, il est prudent de faire un second contrôle à partir du 36ème jour post saillie pour vérifier qu'il n'y a pas eu de mortalité embryonnaire.

Une concentration en progestérone inférieure à 1 nmol/L indique que la femelle est vide, si elle est supérieure à 4 nmol/L on est en présence d'une activité normale du corps jaune et l'on présume alors que la femelle est pleine. Un doute subsiste lorsque la valeur obtenue est intermédiaire.

❖ L'échographie

C'est la méthode la plus fiable. On peut la réaliser par voie trans-rectale ou trans-abdominale.

- L'échographie trans-rectale (sonde de 5 MHz pouvant être fixée sur un tuyau de PVC)

17 jours : visualisation de la vésicule embryonnaire
21 jours : visualisation de l'embryon
28 jours : battements cardiaques perceptibles
70 jours : basculement en avant du bassin du fœtus qui n'est plus visualisable

- L'échographie trans-abdominale (sonde de 7,5 MHz placée en avant de la mamelle)

Elle permet de diagnostiquer une gestation dès 35 jours.
Avant 90 jours : sonde placée du côté gauche
Après 90 jours : sonde placée sur la ligne médiane ou à droite

Biopsie des nœuds lymphatiques (21)

Il existe peu d'indications à cette procédure excepté la suspicion d'un lymphome ou d'un syndrome d'immunodéficience du lama juvénile (JLIDS).

Le lymphome provoque une adénomégalie, une aspiration à l'aiguille est alors possible et suffisante (il n'est pas nécessaire de réaliser une biopsie ou de retirer un nœud lymphatique).

Le JLIDS se caractérise en revanche par une diminution de la taille des nœuds lymphatiques ce qui rend leur biopsie difficile. Cependant, on pourra localiser le nœud lymphatique inguinal sous anesthésie.

Ponction de liquide céphalorachidien (LCR) (11)

Il est indiqué de pénétrer l'espace sous-arachnoïdien lorsque l'on veut faire un myélogramme, établir la pression du LCR ou le collecter pour réaliser des analyses. Le site de pénétration peut être l'espace lombosacré (ponction basse) ou atlanto-occipital (ponction haute).

On retrouve chez les Camélidés les mêmes rapports anatomiques de l'espace sous-arachnoïdien que chez les Bovins et Equins. Chez le lama la mœlle épinière s'arrête au 2ème segment vertébral sacral.

Le niveau d'anesthésie mis en œuvre dépend du site et de la procédure choisis :

- Myélographie : anesthésie générale
- Ponction basse : anesthésie locale
- Ponction haute : anesthésie générale

Le site doit être préparé pour une chirurgie aseptique et des champs disposés de façon appropriée.

❖ Ponction haute

La tête de l'animal étant fléchie, on palpe les ailes de l'atlas afin de localiser l'espace le plus étroit les séparant (bord crânial). L'aiguille est insérée directement en son milieu, perpendiculairement aux vertèbres cervicales. On doit entendre ou sentir un dégagement d'air suite à cette pénétration de l'espace sous-arachnoïdien (« pop »).
Le stylet doit être retiré pour contrôler la présence de liquide. S'il n'y en a pas, il est réinséré et l'aiguille est tournée de 90°C avant de recontrôler la présence de liquide. S'il n'y a toujours pas de liquide, on réinsère à nouveau le stylet et on enfonce l'aiguille 1 ou 2 mm plus profondément. On continue de cette façon jusqu'à trouver du liquide. En aucun cas on ne manipulera l'aiguille sans que le stylet soit en place (risque de lacération de la moelle épinière).
La profondeur de l'espace sous-arachnoïdien d'un lama adulte est d'environ 4 cm en ce site. On utilisera alors une aiguille spinale de 6,35 cm de long et de calibre 20G.

Annexe 17 : Coupe transversale de l'espace lombosacré
Annexe 18 : Région atlanto-occipitale : site de la ponction haute de LCR

❖ Ponction basse

Les limites de ce site sont formées par la tubérosité sacrale du pelvis et le processus épineux de la dernière vertèbre lombaire (L7) (facile à palper du fait de la taille réduite des processus épineux du sacrum).
Sur la ligne médiane de cet espace, l'aiguille est insérée 2 cm caudalement au processus épineux dorsal de L7, perpendiculairement à la colonne vertébrale. L'espace interarcal entre L7 et la première vertèbre sacrée (S1) est large (2 cm dans le sens crânio-caudal pour 4 cm de large). On n'entend pas de « pop » comme lors de la ponction haute mais on doit sentir une diminution de résistance.
Un contrôle de liquide est à réaliser à chaque changement de résistance (pas de manipulation de l'aiguille sans que le stylet soit en place). En l'absence de liquide on peut essayer d'augmenter la pression intraspinale par une compression des jugulaires. S'il n'y en a toujours pas, on enfonce alors l'aiguille jusqu'au plancher du canal vertébral. On la retire ensuite millimètre par millimètre jusqu'à obtenir un écoulement de liquide.
On utilisera, chez l'adulte, une aiguille spinale de 9 cm de long et de calibre 18-20 G. La profondeur de l'espace sous-arachnoïdien d'un lama adulte varie de 6 à 6,5 cm en ce site (2 à 2,5 cm chez un nouveau-né). Le plancher du canal vertébral est à 8 cm de profondeur chez l'adulte (3,5 cm chez le nouveau-né).

Les principales caractéristiques du LCR dans différentes situations sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 19 : Analyse du LCR d'après Fowler (11)

Type de LCR / Donnée	Normal	Encéphalomyélite non purulente	Encéphalite purulente
Pression (mm d'H2O)	< 250	Normale à élevée	> 250
Turbidité	Clair	Clair à trouble	Trouble avec des cordons et des coagulas
Couleur	Transparent	Transparent, blanchâtre	Blanc à rougeâtre
Densité	1.005-1.010	↑	↑
Indice de réfraction	< 1,3350	↑	↑
Erythrocytes	< 35	?	?
Cellules nucléées (Nbr/µL) ?	< 20	30 à 400	200 à 600
Neutrophiles	Aucun à beaucoup	±	+++
Lymphocytes	95% de +++	++	±
Protéines (mg/dL)	< 80	< 200	> 200 à 1000
Glucose (mg/dL)	< 70	?	?

Arthrocentèse (11)

Cet examen complémentaire doit être réalisé sous asepsie. L'anesthésie consistera soit en une tranquillisation à la xylazine (0,1 à 0,4 mg/kg en IM), soit en une anesthésie locale.
On doit utiliser une aiguille avec un biseau court.
Il est difficile d'obtenir du liquide synovial sur une articulation saine.

❖ Epaule

On palpe le processus de l'acromion de la scapula et le tendon du muscle sous-épineux en son point d'attache sur le grand tubercule de l'humérus pour identifier une encoche juste crâniale à ce tendon. L'aiguille doit être insérée horizontalement à travers l'encoche légèrement en arrière de l'axe vertical du corps.

❖ Coude

L'aiguille doit être insérée sur le côté latéral de l'olécrane et dirigée ventralement en restant proche de l'olécrane.

❖ Carpe

En fléchissant le carpe, on peut palper les articulations carpo-métacarpienne ou radio-carpienne. On identifie aussi les tendons extenseurs sur la face dorsale du carpe à travers lesquels on évite d'insérer l'aiguille (3 à 4 cm de long, 20 G).

❖ Tarse

L'aiguille doit être insérée ventralement à la malléole latérale du tibia puis dirigée ventro-médialement pour pénétrer la capsule articulaire tibio-tarsale.
Les articulations métatarsiennes, tarsiennes, phalangiennes et interphalangiennes doivent être pénétrées avec une orientation dorso-latérale ou médiale dans des zones sans tendons, ni vaisseaux ou nerfs majeurs (facilement palpables à travers la peau).

❖ Genoux

L'aspiration de liquide synovial du genou peut être réalisée à partir de 3 points :

- Le compartiment distal : on insère une aiguille d'au moins 8 cm de long juste proximalement et légèrement latéralement à la tubérosité tibiale. Le tissu adipeux inter-fémoral tibial peut se déplacer librement et empêcher la pénétration de la capsule articulaire à moins que l'articulation ne soit distendue.
- Le long du tendon du muscle extenseur digital latéral : comme chez les chevaux, lorsqu'il passe au dessus du sillon tibial, sur le bord crânio-latéral de l'extrémité proximale du tibia.
- La face dorso-latérale de la patelle : on insère l'aiguille sous la patelle. Le compartiment fémoro-patellaire est élargi lors d'accumulation de liquide synovial, ce qui en fait alors le site le plus facilement accessible.

On ne sait pas comment ces compartiments de capsule articulaire communiquent entre eux mais le liquide synovial peut être retiré d'un compartiment très distant.

Aspiration de moelle osseuse (11)(21)

Il est indiqué de pratiquer une aspiration de moelle osseuse sur un patient anémique ou lorsque l'on désire obtenir des informations plus poussées en complément d'un leucogramme.
Cet examen étant douloureux, on le réalisera sous tranquillisation poussée ou anesthésie générale si l'état du patient le permet. On utilisera une aiguille à biopsie de moelle osseuse de 5 cm de long et 16 G.
Même s'il est possible de réaliser cette procédure en différents sites (aile de l'ilium : trop fine, côtes : présence inconstante de moelle) on préférera un espace intersternèbral, 3 à 4 cm dorsalement à la callosité cutanée du sternum. L'aiguille, dirigée médialement et un peu dorsalement, est rentrée dans l'os par application d'une pression importante, sans la tordre. Sur un adulte, on atteint la moelle à environ 5 cm de profondeur. Puis on retire le stylet et on insère une seringue de 10 mL pour aspirer la moelle osseuse.
La moelle du lama est diluée dans du sang et est plus fluide que celle des bovins et des chevaux. Etalée, elle présente des gouttelettes de graisse. Les étalements sont faits directement ou l'échantillon est placé dans un tube anti-coagulant (mélanger complètement avec l'anticoagulant avant le retrait de l'aiguille afin de s'assurer du recueil d'un échantillon correct).
Si aucun échantillon n'est obtenu, le stylet doit être remis en place et on doit continuer l'insertion. Après 2 ou 3 tentatives infructueuses, l'aiguille est retirée et réinsérée 2 à 3 cm plus crânialement ou caudalement, en supposant que l'insertion initiale ait bien été faite dans un espace intersternèbral.

Hématologie et biochimie (21)

Bien qu'il y ait beaucoup de sites de prélèvements sanguins veineux possibles, chaque praticien a sa préférence.
Lorsque l'on a besoin de prélever du sang artériel on peut le faire au niveau de l'artère auriculaire en utilisant une aiguille de 2,5 cm de long/22 G et une seringue héparinée de 3 mL (sous contention adéquate). Sur les nouveaux-nés, les animaux anesthésiés ou coopératifs, l'artère saphène médiale est large et très accessible.

Des prises de sang réalisées par l'E.N.V.L. sur 6 lamas du zoo de Saint Martin la Plaine en 1997 ont permis d'obtenir les valeurs hématologiques et biochimiques suivantes (pour obtenir des données sur plus de paramètres, se référer à l'ouvrage de Fowler (11)):

Tableau 20 : Valeurs hématologiques moyennes du lama d'après l'E.N.V.L. [intervalle des valeurs d'après Fowler (11)]

Hématocrite	39,8 %	[22 à 46%]
Hémoglobine	19,4 %	[10,8 à 18 g/dL]
Globules rouges	10,4 × 10.6/mm³	[9,9-17,7 × 10.6/µL]
Globules blancs	13,33 × 10^3 /mm³	[7,2-22,2 × 10^3/µL]
Neutrophiles	71,8 %	[2,96-15 × 10^3 /µL]
Eosinophiles	11 %	[0-4,72 × 10^3/µL]
Lymphocytes	22,7 %	[0,963-7,64 × 10^3/µL]
Monocytes	Pas de données	[0-1,09 × 10^3/µL]
Protéines	Pas de données	[64 g/L]

Tableau 21 : Valeurs biochimiques moyennes du lama d'après l'E.N.V.L. [intervalle des valeurs d'après Fowler (11)]

Glucose	1,495 g/L	[86 à 163 mg/dL]
Urée	524,5 mg/L	[9 à 36 mg/dL]
Créatinine	21,1 mg/L	[0,9 à 2,8 mg/dL]
GGT	16,8 UI/L	[3 à 28 UI/L]
GOT	154 UI/L	[128 à 450 UI/L]
GPT	5,2 UI/L	[0 à 14 UI/L]
CPK	107,5 UI/L	[0 à 137 UI/L]
Potassium	5,3 mmol/L	[3,6 à 6,2 meq/L]

On peut noter que les globules rouges du lama sont elliptiques et de petite taille (6,5 µm) (10).

IV/ VOIES ET MODES D'ADMINISTRATION DES TRAITEMENTS

Pour tous les actes nécessitant leur utilisation, le Dr. Giudicelli recommande sur le lama l'utilisation d'aiguilles jaunes de type 20 G × 1'' / 0,9 mm × 25 mm.

A/ Administration P.O. (16)

Il n'existe pas de technique particulière au Lama.
Il est parfois impossible de réaliser cette administration lorsque le lama n'est pas coopératif (il peut cracher).
On préfèrera utiliser des pâtes plutôt que des liquides trop faciles à recracher.

B/ Injection sous-cutanée (15)(16)

On réalise les injections en avant de l'épaule, dans la dépression, soit en se tenant de profil au lama, soit en se tenant par-dessus.
Cette voie d'administration est à privilégier car son accès est pratique et sans risque pour le praticien qui reste près de l'animal.

C/ Injection intramusculaire (15)(16)

Il faut éviter les injections dans l'encolure.
On les réalise dans le triceps brachial (en arrière de l'épaule, au dessus du coude) ou les muscles fessiers (à la hauteur des testicules) soit en se tenant de profil au lama, soit en se tenant par-dessus.
Ces administrations sont à éviter si elles ne sont pas indispensables, par ailleurs le lama n'apprécie pas du tout les injections dans les fessiers.

D/ Injection intraveineuse et prélèvements sanguins (3)(11)(15)(16)

On les fait principalement dans la veine jugulaire.
Les lamas et alpagas n'ont pas de sillon jugulaire (inutile d'essayer de faire gonfler la veine par pression sur l'encolure). La veine jugulaire chemine parallèlement à l'artère carotide tout le long du cou, sous les processus transverses des vertèbres cervicales qui sont très allongés et forment presque une gouttière osseuse de protection (défense contre les morsures des congénères).
On pourra réaliser les injections intraveineuses dans la partie haute de l'encolure.

- **Injection intraveineuse**

On réalise l'injection en arrière de l'angle de la mandibule, entre la branche et le corps. La tête étant légèrement fléchie, le site d'injection se trouve à l'intersection de la ligne imaginaire longeant le bord ventral de la mandibule et la ligne figurée par le tendon du muscle sterno-mandibulaire.

Annexe 19 : Schéma de la veine jugulaire externe du lama en région céphalique

- **Prélèvement à la veine jugulaire haute**

Même principe que pour l'injection.

Avantages/Inconvénients :

- Position superficielle de la veine jugulaire : difficile de ponctionner l'artère carotide qui est plus éloignée.
- Contention nécessaire: intérêt d'avoir un couloir de contention à sa disposition
- Epaisseur de la peau (parfois plus de 1 cm).
- Abondance de la laine (parfois 20 cm) : beaucoup d'alcool permet de mieux visualiser le site d'injection.
- Possibilité de traverser la glande parotide.

- **Prélèvement à la veine jugulaire basse**

On peut prélever du sang au niveau de la cinquième vertèbre cervicale dont le processus ventral peut être palpé. La veine doit être comprimée entre ce processus ventral et le muscle sternocéphalique. L'aiguille est insérée juste au dessus du site de compression, dirigée crânialement avec un angle 45° par rapport à la peau.

Photo 14 : Injection intraveineuse basse sur un lama, D. Legrand

Avantages/Inconvénients :

- Finesse de la peau (3 à 4 mm).
- Proximité de l'artère carotide commune : on peut donc ponctionner l'artère par erreur.
- Abondance de la laine (souvent plus abondants qu'en position crâniale).
- Contention nécessaire : intérêt d'avoir un couloir de contention à sa disposition, site plus bas pouvant être inconfortable pour le manipulateur.

Après avoir réalisé de multiples prélèvements sur ces deux sites, Amsel, Kainer et Johnson concluent que la véniponction « basse » est plus souvent réussie (3). En revanche, Giudicelli préfère le prélèvement « haut » indiquant que le risque de ponction de l'artère carotide est non négligeable lorsque l'on pratique le véniponction « basse ».

- **Oreilles**

De même que pour les yeux, la plupart des lamas sont un peu réticents à l'examen des oreilles, on réalisera donc une bonne contention.
Il est difficile de réaliser un véritable examen à l'otoscope car le conduit auditif externe est étroit (3 à 5 mm) et se caractérise par une courbure prononcée qui empêche la visualisation de la membrane tympanique sur la plupart des adultes (on pourra éventuellement utiliser un très petit endoscope).

- **Prélèvement à la veine saphène médiane**

Facile à réaliser lorsque l'animal est couché.

- **Prélèvement à la veine caudale**

Même technique que chez les Bovins (veine plus superficielle), attention toutefois à ne pas tordre trop fortement la queue (compression excessive de la veine).

- **Prélèvement à la veine auriculaire caudale**

D'après M.E. Fowler, on le réalisera après avoir posé un garrot à la base de l'oreille. En revanche, selon l'expérience de B. Giudicelli (17), cette technique de prélèvement semble douteuse.

Annexe 20 : Schéma de la face dorsale auriculaire gauche

E/ Pour-on et Spot-on

A réaliser de la même façon que chez les autres animaux. D'après B. Giudicelli, ces modes d'administration sont peu efficaces (16).

V/ PARTICULARITES DE L'ELEVAGE DU LAMA

A/ Recommandations zootechniques, sanitaires et médicales

Il existe différents types de propriétaires de lama mais on rencontrera souvent des particuliers les considérant comme des animaux de compagnie et ayant un lien affectif fort avec eux. Le vétérinaire peut alors jouer un rôle de conseiller dans la prévention des maladies et des blessures chez le lama qui passe par la vaccination, le déparasitage, la tonte, la taille des pieds, l'épointement des crocs, la surveillance du poids et les conditions de vie de l'animal (logement, alimentation et vie sociale).

- **Posologies**

Il n'existe aucun médicament spécifique des Camélidés. Leur utilisation se fait donc hors AMM et relève de la responsabilité du vétérinaire.
Les deux tableaux suivant donnent une indication sur les posologies à employer d'après l'expérience du Dr Giudicelli, ainsi que la fourchette de poids dans laquelle les petits camélidés domestiques se situent.

Tableau 22 : Posologies utilisables chez les petits camélidés domestiques d'après B. Giudicelli (14)(16)

Antibiotiques et Anti-inflammatoires		Doses identiques à celles des Bovins ou Equidés
Vaccins *(vaccination)*		-Vaccins Ruminants : dose Petits Ruminants -Vaccins Equidés : dose Equidés
Vermifuges *(parasites internes)*		Doubler ou tripler la dose usuelle / kg
Sélénium *(alimentation)*		0,5 mg/alpaga - 1 mg/lama
Suppression de corps jaune	Dinoprost	10 mg 2 fois à 48 heures d'intervalle
	Cloprostenol	100 à 150 µg en IM
Induction de l'ovulation ou Kyste folliculaire	hCG	500 à 1000 UI en IM
	GNRH	50 µg 3 fois à 8 heures d'intervalle
Superovulation	PMSG	1000 UI/j pendant 5 jours ou 5000 UI/j pendant 2 jours
	FSH	4 mg 2 fois/j pendant 2 jours
Maintien de la gestation	Progestérone	Pas de dose définie
	Norgestomet	Un implant toutes les 3 semaines

Tableau 23 : Poids des petits camélidés domestiques d'après Riebold (24)

Lama adulte	Mâles : 125 à 160 kg Femelles : 100 à 150 kg
Alpaga adulte	Mâles : 55 à 80 kg Femelles : 45 à 70 kg
Jeune lama de 6 mois	Environ 50 kg

- **Vaccination**

On utilisera les vaccins fabriqués pour d'autres espèces en espérant obtenir une protection suffisante sur les lamas sans utiliser de vaccins vivants tant que leur innocuité n'aura pas été officiellement démontrée (d'après B. Giudicelli).

Voici les vaccinations recommandées dans la littérature :

Tableau 24 : Programme de vaccination du Lama (5)(16)(18)(22)(25)

Maladie/Agent pathogène	**Animaux concernés**	**Type de vaccin**	**Modalités spécifiques**
Entérotoxémie de type C et D *(Clostridium perfringens de type C et D)*	Tous	Vaccin ovin (même voie d'administration)	Primovaccination à l'âge de 3 ou 4 mois (1,5 mois pour C. Giudicelli): 2 injections à 4 semaines d'intervalle. Rappel annuel. Rappel sur les mères 1 mois avant la parturition. Dans un élevage où il y a eu des cas d'entérotoxémie, administrer 20 mL d'antitoxine C/D aux nouveaux-nés et recommencer à l'âge de 4 et 8 semaines.
Tétanos *(Clostridum tetani)*	Tous	Vaccin équin	Rappel sur les mères 1 à 2 mois avant la parturition.
Rhinopneumonie equine *(Herpes virus equin I)*	Animaux en contact avec des équidés ou exposés dans des foires	Vaccin tué équin	Primovaccination à partir de 6 mois : 2 injections à 4 semaines d'intervalle. Rappels annuels. Une prise de sang devrait précéder la vaccination afin de détecter une éventuelle exposition antérieure.

Rage *(Lyssavirus)*	Animaux vivant dans des zones d'endémie	Vaccin tué bovin	
Leptospirose *(Leptospira sp)*	Animaux vivant dans des zones d'endémie ou dans un troupeau touché.	Vaccins tués bovins contenant plusieurs sérovars	

La vaccination contre la tuberculose est interdite.
La vaccination contre l'ecthyma ne pouvant se faire qu'avec un vaccin vivant est donc déconseillée.
Des réserves sont émises envers la vaccination contre la fièvre charbonneuse en zone endémique car des conséquences indésirables ont été observées sur de jeunes lamas.
Si, suite à un avortement on isole un agent pathogène identique à celui rencontré chez le mouton et la chèvre, on pourra vacciner les mères avant chaque parturition avec le vaccin ovin correspondant.

- **Parasitisme**

- Parasites externes (6)(9)(10)(16)(22)

Les lamas y sont très sensibles et leur peau réagit souvent violemment. Il conviendra de bien identifier les différents parasites afin de réaliser le meilleur traitement.
Voici la liste des parasites externes les plus fréquents chez le lama associée aux traitements les plus adaptés :

Tableau 25 : Les principaux parasites externes rencontrés chez le Lama et leurs traitements (6)(9)(10)(16)(22)

Parasites		**Traitements**
Poux (spécifique, ne traiter que les lamas atteints)	Suceur *(Microthorcis cameli)*	• Ivermectine bovin en sous-cutanée à 0.2 mg/kg (=dose bovin) à renouveler 12 à 14 jours plus tard. (6)(9) • Ivermectine bovin à 2 ou 3 fois la dose bovin. (16) • Doramectine à 0,2 mg/kg en sous-cutanée. (9)

	Broyeur *(Damalinia breviceps)*	• Résultats mitigés avec l'ivermectine, préférer l'utilisation d'une poudre (à passer sur tout le corps de l'animal, au contact de la peau) de carbaryl 5 % ou éventuellement d'un pour-on de fenthion 3 %. (6) • Si l'on utilise des carbamates ou des organophosphorés on le fait à demi-dose, en évitant de traiter les femelles gestantes. (22)
Gale (non spécifique, traiter tous les animaux en contact)	Sarcoptique (*Sarcoptes* scabiei)	• Ivermectine bovin en sous-cutanée à 0.2 mg/kg avec parfois la nécessité de renouveler 12 à 14 jours plus tard. (6)(9) • Ivermectine bovin à 2 ou 3 fois la dose bovin. (16)
	Chorioptique *(Chorioptes spp.)*	• Ivermectine bovin à 2 ou 3 fois la dose bovin. (16) • Résultats mitigés avec l'ivermectine, préférer l'utilisation de « lime-sulfur » à 3 % en bain une fois par semaine pendant 3 à 4 semaines (shampoing disponible aux Etats-Unis). (6)
Tique (non spécifiques)		• Ivermectine bovin en sous-cutanée à 0,2 mg/kg (les tue tous mais en plusieurs jours) (6).

- Parasites internes (5)(6)(10)(16)(22)

Les nématodes sont les parasites les plus nombreux et posant le plus de problèmes aux camélidés, ils sont le plus souvent gastro-intestinaux et on admet généralement que ce sont les mêmes que ceux des ruminants (les camélidés sud-américains n'ont pas de nématodes en commun avec les chevaux). Il est à noter que les lamas sont très sensibles aux trichures et à la petite douve qui ont tendance à résister aux traitements usuels. On ne peut pas donner un programme-type de vermifugation car il devra être raisonné en fonction des animaux (conduite d'élevage, climat, pâture, âge des animaux...) et des coprologies (réalisées sur différentes classes d'âge du troupeau). La littérature recommande une à deux vermifugations par an sur pâtures sèches, mais, sous nos climats tempérés, on vermifugera plutôt 4 fois par an.

Dans tous les cas, il conviendra d'utiliser, en alternance (pour éviter de créer des résistances), des antiparasitaires ayant un large spectre (adultes et immatures des nématodes) et d'utilisation sûre pour les lamas : le fenbendazole et l'ivermectine répondent parfaitement à ces exigences.

Chez la femelle, on évitera de vermifuger dans les 2 premiers mois de gestation.

Les principaux parasites internes pouvant toucher les lamas (d'après les données nord-américaines) et les traitements à appliquer sont présentés dans le tableau 26.

Tableau 26 : Les principaux parasites internes rencontrés chez le Lama et leurs traitements (5)(6)(9)(10)(16)(17)(22)

Parasites	Traitements
Nématodes gastro-intestinaux *(Trichostrongylus spp., Haemonchus spp., Ostertagia spp., Cooperia spp., Bunostomum spp., Oesophagostomum spp., Nematodirus spp., Trichuris spp., Capillaria spp.)*	• Fenbendazole, per-os, de 12 à 15 mg/kg sur 1 à 3 jours (5) ou de 5 à 10 mg/kg sur 1 à 3 jours (6) ou 5 à 10 mg/kg/j pendant 3 jours (9). • Ivermectine à 0,2 mg/kg, ou, à 0,6 mg/kg si présence de trichures, en sous-cutanée ou per-os (5). • D'après (6), le fenbendazole serait plus efficace que l'ivermectine sur les Trichures. Ce que confirme B. Giudicelli (17) qui l'utilise à 2 ou 3 fois la dose bovin. • On peut aussi utiliser : ♦ Le mébendazole à 22 mg/kg per os pendant 3 jours. ♦ Le pamoate de pyrantel à 18 mg/kg per os en une fois (6) ou durant 1 à 3 jours (9). ♦ La doramectine à 0,2 mg/kg en sous-cutanée ou intramusculaire (9). ♦ L'albendazole à 10 mg/kg per os (9). • On observe des résistances avec le thiabendazole (50 à 100 mg/kg, per os pendant 1 à 3 jours) et le lévamisole (5 à 8 mg/kg, per os ou en sous-cutanée, en une fois) peut être toxique quand il est utilisé simultanément en pour-on pour les parasites externes (6).
Douve *(Fasciola hepatica, Fascioloïdes magna)*	• Affection sporadique des lamas, faire une coprologie spécifique pour mettre en évidence les œufs si on la suspecte (bovins ou ovins alentours touchés). • Clorsulon à 7 mg/kg per-os (6)(9)(22), à renouveler 8 semaines plus tard (5).
Petite Douve *(Dicrocoelium lanceolatum)*	• Très pathogène chez les lamas et résistant aux traitements usuels. • D'après B. Giudicelli, le praziquantel serait la seule molécule efficace à 50 mg/kg (17). • Albendazole à 10 mg/kg per os (9).

Coccidiose *(Eimeria lamae, E. alpacae, E. punoensis, E. macusaniensis)* (spécifiques)	• Prévention généralement suffisante par de bonnes pratiques d'élevage (aliments et eau hors d'atteinte des féces), donne rarement des signes cliniques sauf chez les jeunes en élevage intensif. • En phase clinique : sulfamérazine, sulfaméthiazine, sulfaquinoxaline (6), ou, amprolium pendant 5 jours (22). • En préventif (sur troupeaux excrétant beaucoup d'oocystes, au retour du pré...): amprolium en cure de 21 jours à 5 mg/kg, ou, décoquinate en cure de 28 jours à 0,5 mg/kg.
Toxoplasmose *(Toxoplasma gondii)*	• Cause d'avortements à tous les stades, difficile à contrôler, éviter le contact avec de jeunes chats.
Nématodes pulmonaires *(Dictyocaulus spp)*	• Fenbendazole, ivermectine, lévamisole, albendazole et doramectine : mêmes posologies que pour les nématodes gastro-intestinaux (6)(9).
Nématodes méningés *(Parelaphostrongylus tenuis)*	• Quand le contact est possible avec des rennes, hôte erratique. • Traitement possible au lévamisole, à la diéthycarbamazine et à l'ivermectine (6).
Cestodes *(Monezia spp., Echinococcus granulosus)*	• Monezia spp. est un parasite commun des lamas qui n'entraîne pas de problèmes sérieux. • On traite ces parasites par la dose la plus forte de fenbendazole.

En 1988, dans une étude préliminaire menée sur un échantillon de 7 lamas français par prélèvements coprologiques étalés sur 5 mois, Gérard B. (13) a constaté la nette prédominance, dans la faune parasitaire, des Trichostrongles (*Ostertagia, Trichostrongylus, Cooperia et Haemonchus*) ainsi qu'une infestation par *Dicrocoelium lanceolatum*.
Une enquête plus approfondie sur la faune parasitaire du lama en France reste à réaliser.

- **Entretien des pieds (22)**

L'entretien des ongles du lama vise à les garder droits, au niveau du sol, en respectant les aplombs. On utilise pour cela une pince à onglons de petit ruminant.
Il faut y habituer les animaux au plus tôt.
La fréquence de cet entretien varie selon les sols et les conditions climatiques et s'évalue « à l'œil ». Il est important d'encourager les propriétaires à observer régulièrement les pieds de leurs animaux et de les tailler lorsque cela est nécessaire. En effet, corriger une distorsion des ongles une fois qu'elle est présente est très difficile, même lorsque l'on effectue des parages fréquents par la suite.
Beaucoup d'animaux présentent des ulcères ou des abrasions de l'épithélium couvrant la sole, sans que cela ait une signification clinique. En revanche, les ulcères de la sole et infections du coussinet digital sont occasionnels. On les traitera par drainage, irrigation et pansement, accompagnés d'une antibiothérapie systémique ciblée (culture et antibiogramme).

Photo 15 : Pied nécessitant une coupe des ongles peu importante, A.Soly

- **Tonte (18)**

La tonte est nécessaire au bon entretien du lama car une toison sale et emmêlée favorisera l'installation des parasites externes.
Elle s'effectue une fois par an, voire une fois tous les deux ans, au printemps, par un tondeur professionnel ou le propriétaire lui-même.
On utilise une tondeuse électrique pour mouton (tonte au ras de la peau) ou des ciseaux (on peut laisser 2 à 3 cm de laine sur le dos de l'animal).
Après un brossage préalable, le tondeur s'appuie contre un flanc du lama, et passe par dessus lui pour tondre l'autre flanc. Cette manipulation est aisée sur un lama habitué à être manipulé. Mais dans le cas contraire, il faudra l'entraver afin de le coucher en décubitus latéral ce qui nécessitera la présence de plusieurs personnes et traumatisera certainement l'animal.
Une fois tondu, le lama est beaucoup plus sensible au froid, il faut alors vérifier que sa ration alimentaire correspond bien à ses besoins énergétiques. Il peut aussi souffrir de coups de soleil.

Photo 16 : Lama tondu, A.Soly

- **Epointement des crocs (15)(16)**

C'est une intervention à conseiller systématiquement aux propriétaires de lamas mâles chez qui les canines sont spécialement développées. Elles servent à l'occasion des combats entre mâles, voire à mordre un humain s'il existe un problème comportemental chez l'animal.
Le but de cette opération est de supprimer le crochet que forme la dent en s'incurvant vers l'arrière. On utilise pour cela une scie fil placée dans l'incurvation du croc. Le lama est préalablement installé dans un couloir de contention légèrement tranquillisé ou non. Un aide tient fermement sa tête et lui relève les lèvres. D'après B. Giudicelli, la section du croc ne prend que quelques secondes et n'occasionne que très rarement une infection secondaire.
On préfèrera cette technique à l'extraction qui est une opération rendue difficile par la longueur des racines.

- **Surveillance du poids (22)**

D'après P. Long, beaucoup de lamas sont en surpoids. Un animal trop gras aura des performances reproductives diminuées et tolèrera mal la chaleur.
En revanche, d'après B. Giudicelli il arrive aussi très fréquemment que les propriétaires surestiment le poids de leur animal. Il faut leur conseiller de palper régulièrement leurs lamas pour ne pas se laisser tromper par l'épaisseur de la laine.
Les proéminences osseuses du bassin sont toujours palpables quelque soit l'état d'embonpoint de l'animal. On préférera donc évaluer sa condition corporelle par la palpation des masses musculaires dorsales de T8 à L2 (elles doivent être fermes), de la zone sans laine derrière les coudes et de la zone périnéale (dépôts graisseux fréquents).
D'après Giudicelli (15), le Dr Kiesling (Munich) propose une formule simple d'estimation du poids des lamas (erreur inférieure à 5%) :

$$W = 2,8 + (41,5 \times PT^3) + (3,72 \times PH^3)$$

avec W = poids en kg, PT = périmètre thoracique derrière le coude en mètres et PH = périmètre horizontal du corps à partir de la base du cou en mètres

Photo 17 : Lama en surpoids, A. Soly

- **Conditions de vie**

  - Alimentation (1)(11)(18)

Peu d'études ont été réalisées sur les besoins nutritifs du lama. Les données suivantes résultent principalement de l'observation des habitudes d'alimentation en zoo ou chez les particuliers.
Les besoins nutritifs des petits camélidés, même s'ils varient en fonction de l'âge, de la taille, du travail, des conditions extérieures et du stade physiologique de l'animal, sont le plus souvent couverts par le pâturage sans que le recours à une alimentation concentrée ne soit nécessaire. On peut se baser sur une consommation de 1,8 à 2,5 % du poids de l'animal en fourrage qui doit constituer 50 à 100 % de la ration (17). Selon Fowler (11) un lama de 100 kg dans une pâture de ray-grass devra consommer 5,5 kg par jour.
La superficie à leur consacrer dépend de la qualité du pré. Là où on compte 7 moutons à l'hectare, on peut envisager de mettre 5 lamas.
Le lama mange aussi les buissons, ce que l'alpaga ne fait pas.
En revanche, tous deux ont besoin d'eau propre tous les jours malgré leur relative sobriété (environ 6L/j pour un lama adulte).
Si l'ajout d'un concentré est nécessaire on peut choisir d'utiliser des céréales, des granulés pour chevaux (500g une à deux fois/j) ou brebis laitières (18).
Des carences en sélénium, vitamine E, zinc et cuivre peuvent être rencontrées. La supplémentation minérale se fait alors avec des granulés car ces animaux lèchent peu les blocs minéraux (10).

  - Logement (18)

Les lamas restent le plus souvent possible à l'extérieur même s'ils ont un abri (utilisé parfois en cas de forte pluie et surtout en cas de chute de neige). Cet abri de pré sera du même type que celui utilisé pour les chevaux (3 côtés, râteliers bas).
Quant aux clôtures, si l'animal se sent bien dans son parc (nourriture, boisson et compagnons), il ne cherchera pas à en sortir (il peut par ailleurs sauter jusqu'à 1 m 50 de haut). Les grillages à mouton sont tout à fait adaptés aux lamas (éviter les fils barbelés qui blessent et les filets à moutons dans lesquels ils peuvent s'étrangler). Des réactions paradoxales à la clôture électrique ont été constatées par C. Giudicelli mais elle reste néanmoins utilisable à condition de mettre en place plusieurs fils (3 à 5).

- Vie sociale (11)(18)

Les lamoïdes sont des animaux sociables, les isoler pour quelque raison que ce soit (thérapie, convalescence) est contre productif (11). D'après C. Giudicelli il est même impératif qu'un animal isolé puisse au moins voir ses congénères, si ce n'est pouvoir les flairer et les toucher à travers une clôture.
Le lama doit vivre dans un troupeau au sein duquel une hiérarchie (dont l'homme ne fait pas partie) pourra se développer ainsi que des « amitiés » (comme chez les chevaux). Seul, il souffrira de solitude et cherchera à s'échapper (il faudra au minimum lui donner un compagnon d'une autre espèce : âne, chèvre ou mouton)
Un mâle peut vivre seul avec ses femelles (1 mâle pour 10 à 15 femelles) mais il est recommandé de le séparer (risque de baisse de la libido et de protection de son troupeau vis-à-vis de l'éleveur). Par ailleurs, d'après B. Giudicelli (14), il est déconseillé de laisser un mâle entier avec une femelle gravide, surtout en fin de gestation (risque de saillies intempestives avec risque d'étouffement du petit au moment de la mise bas).
Les mâles entiers peuvent vivre ensembles mais il ne faut pas qu'ils puissent flairer les femelles sous peine de conflits entre eux. Quant aux hongres, ils peuvent vivrent avec les femelles ou les mâles entiers.

Photo 18 : Troupeau de femelles lama et alpaga, A. Soly

B/ Réglementation de l'élevage du lama (14)(16)

- **Législation**

Les lamas et les alpagas sont considérés comme des animaux domestiques. Ils ne nécessitent pas de déclaration ni de réglementation d'élevage et font partie des animaux pouvant recevoir la prime à l'herbe. Les guanacos sont des animaux sauvages et nécessitent un certificat de capacité pour leur élevage.
Tout comme pour les chevaux, il n'existe pas de prophylaxie obligatoire. B. Giudicelli (17) indique que les tuberculinations ont très peu de sensibilité, et que la recherche de brucellose est totalement aléatoire. Il ajoute aussi que les lamas ne sont pas vecteurs de maladies contagieuses pour les autres espèces.

- **Identification et enregistrement**

La Bergerie Nationale de Rambouillet gère le Registre National des lamas et alpagas. Cet enregistrement est libre, peut se faire à titre initial et est à conseiller aux propriétaires. Environ 2000 lamas et alpagas sont aujourd'hui répertoriés par cet organisme (1/3 de lamas pour 2/3 d'alpagas)(4). Les animaux sont généralement identifiés par puce électronique (puces des NAC à la base de l'oreille gauche en sous-cutanée)
Certains lamas et alpagas sont encore identifiés par tip tag ou tatouage, et surtout, il existe encore beaucoup d'animaux non identifiés et non enregistrés : fournir et poser la puce permet alors de se positionner comme un professionnel compétent.

Annexe 21 : Formulaires à remplir lors d'une demande d'enregistrement d'un lama ou alpaga à la Bergerie Nationale
Annexe 22 : Fiche individuelle délivrée par la Bergerie Nationale suite à un enregistrement

CONCLUSION

L'abord du lama en clientèle est un sujet encore un mal connu. Cependant, cet animal atypique et attachant suscite un intérêt croissant chez les particuliers qui sont en droit d'attendre de la part de leur vétérinaire un minimum d'informations sur le sujet lorsqu'ils font appel à lui. La connaissance des particularités comportementales, anatomo-physiologiques et zootechniques de cette espèce s'avère donc nécessaire pour la réalisation d'un examen clinique correct et pour apporter un conseil de qualité aux propriétaires.
Mon travail a consisté à réaliser une synthèse des données bibliographiques, principalement anglo-saxonnes, voire à en exposer les différents points de vue lorsqu'un recoupement était impossible. Mais il visait aussi à développer des aspects pratiques à travers l'expérience du Dr B. Giudicelli et de sa femme Christiane, éleveuse de lamas et d'alpagas.
Partant de la constatation personnelle que la visualisation aide à la réalisation de l'acte, le cédérom est apparu comme le meilleur support à donner à mon travail. Il permet une approche visuelle et interactive pouvant répondre à la demande des étudiants et des praticiens vétérinaires.
Consciente du fait que l'on pourrait encore ajouter des séquences vidéo à ce travail, relatives notamment à la réalisation des examens complémentaires, j'espère néanmoins qu'il permettra à ceux qui y auront accès d'appréhender plus sereinement une visite chez un propriétaire de lama.

Le Professeur responsable
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Vu : Le Directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Pr. S. Martinot

Le Président de la thèse

Professeur M. BERLAND

Vu et permis d'imprimer

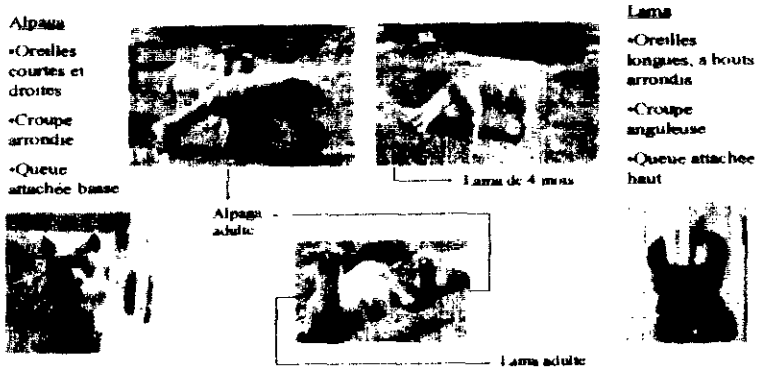
Lyon, le

Pour le Président de l'Université,
Le Président du Comité de Coordination des Etudes Médicales,
Professeur D. VITAL-DURAND

Annexes

Annexe 1 : Comparaison morphologique alpaga/lama

⇦ Comparaison morphologique alpaga/lama

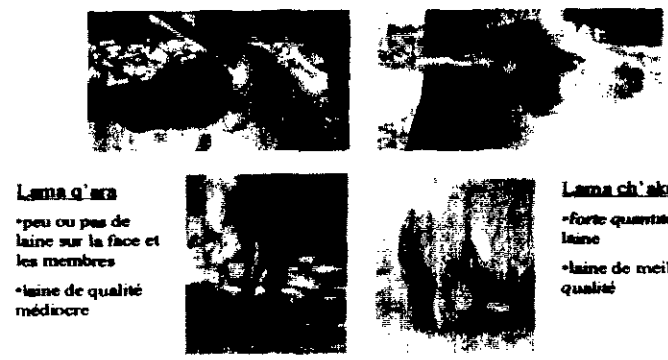


Annexe 2: Différentes couleurs du lama

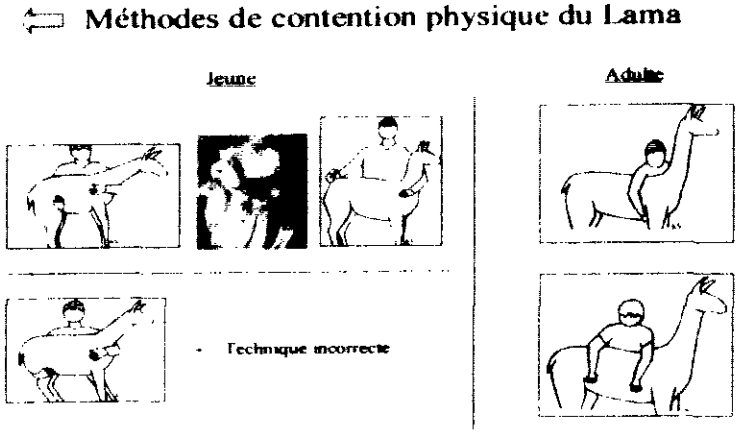
⇦ Différentes couleurs du Lama

Annexe 3: Comparaison lama k'ara et ch'aku

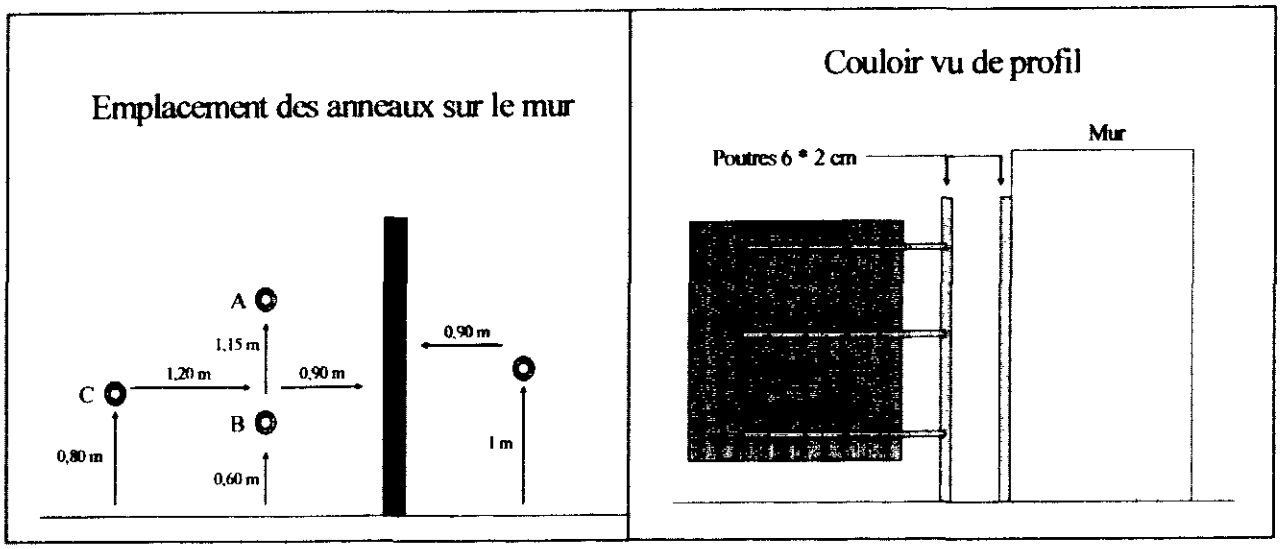
⇦ Comparaison lama q'ara et ch'aku



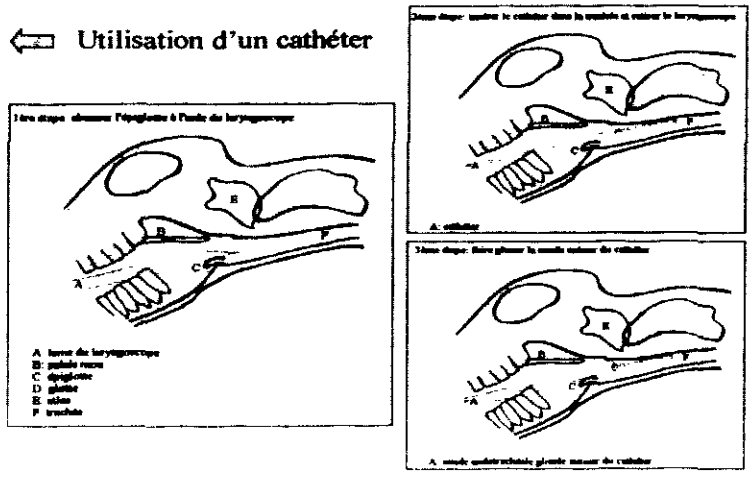
Annexe 4: Méthodes de contention physique du lama



Annexe 5: Modèle de couloir de contention



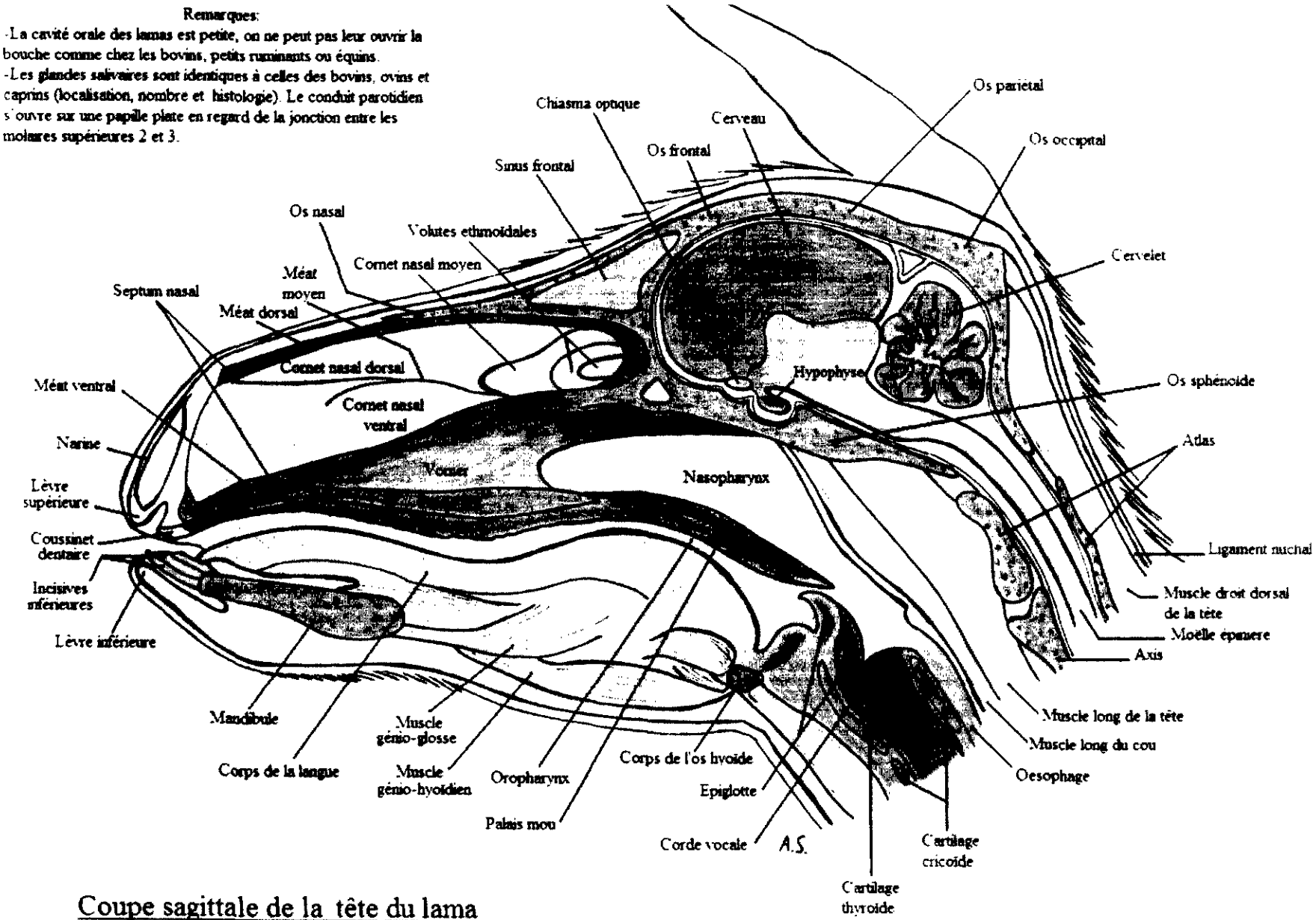
Annexe 6: Utilisation d'un cathéter



Remarques:

-La cavité orale des lamas est petite, on ne peut pas leur ouvrir la bouche comme chez les bovins, petits ruminants ou équins.

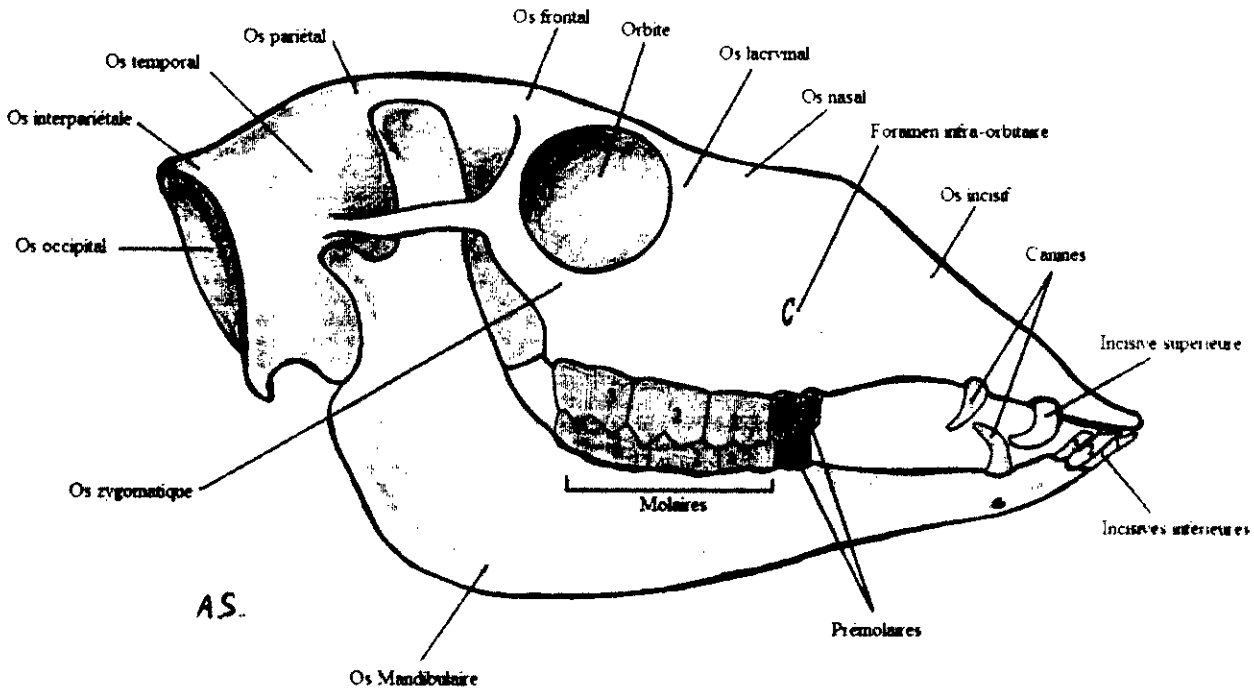
-Les glandes salivaires sont identiques à celles des bovins, ovins et caprins (localisation, nombre et histologie). Le conduit parotidien s'ouvre sur une papille plate en regard de la jonction entre les molaires supérieures 2 et 3.



Coupe sagittale de la tête du lama

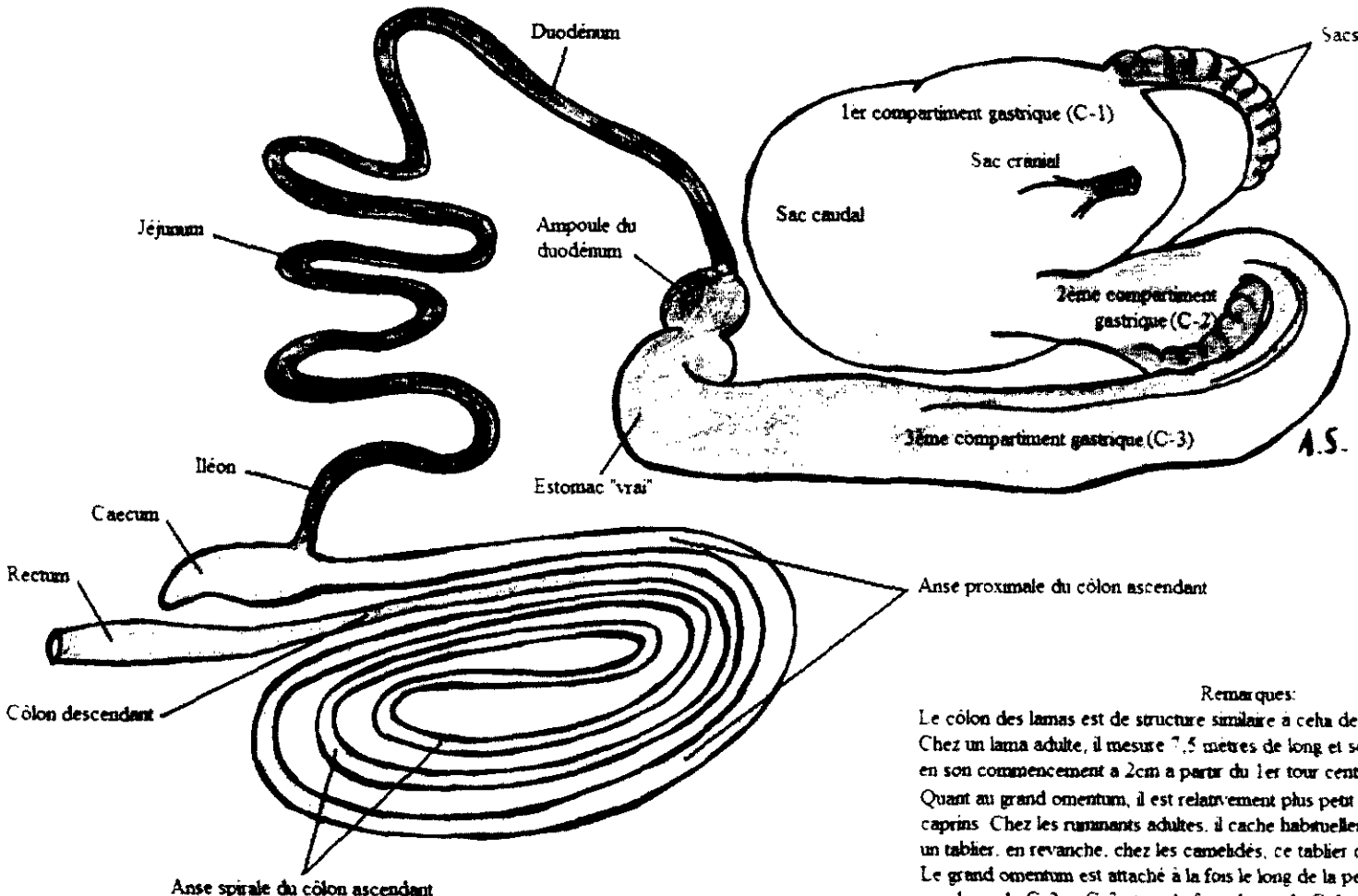
(D'après McCracken T.O., Kainer R.A., Spurgeon T.L. (23))

Formule dentaire :
I 1/3 C 1/1 PM 1-2/1-2 M 3/3 *2
→ 28 à 32 dents



Dentition d'un lama mâle: Vue latérale droite du crâne.

(D'après McCracken T.O., Kainer R.A., Spurgeon T.L.(23))



Remarques:

Le côlon des lamas est de structure similaire à celle des bovins

Chez un lama adulte, il mesure 7,5 mètres de long et son diamètre passe de 5 cm en son commencement à 2cm à partir du 1er tour centripète du colon spiral

Quant au grand omentum, il est relativement plus petit que chez les bovins et caprins. Chez les ruminants adultes, il cache habituellement tous les intestins dans un tablier, en revanche, chez les camelidés, ce tablier de l'omentum n existe pas

Le grand omentum est attaché à la fois le long de la petite et de la grande courbure de C-2 et C-3 et sur la face droite de C-1

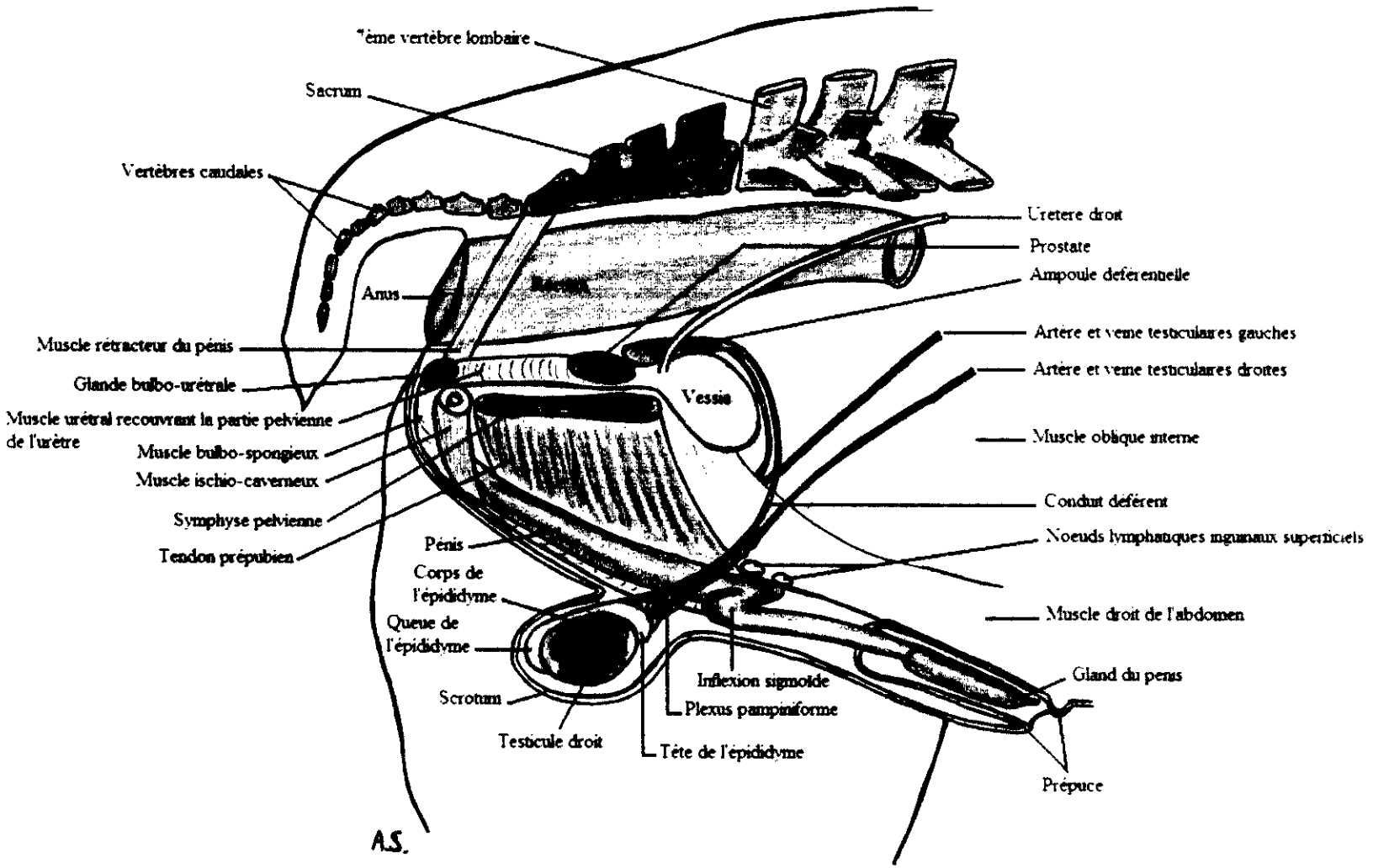
Le foramen épiploïque entre dans la bourse omentale ventralement au foie. Une hernie épiploïque du jéjunum peut entrainer la mort chez le lama

Estomac et intestins du lama: Vue latérale droite après étalement

(D'après McCracken T.O., Kainer R.A., Spurgeon T.L.(23))

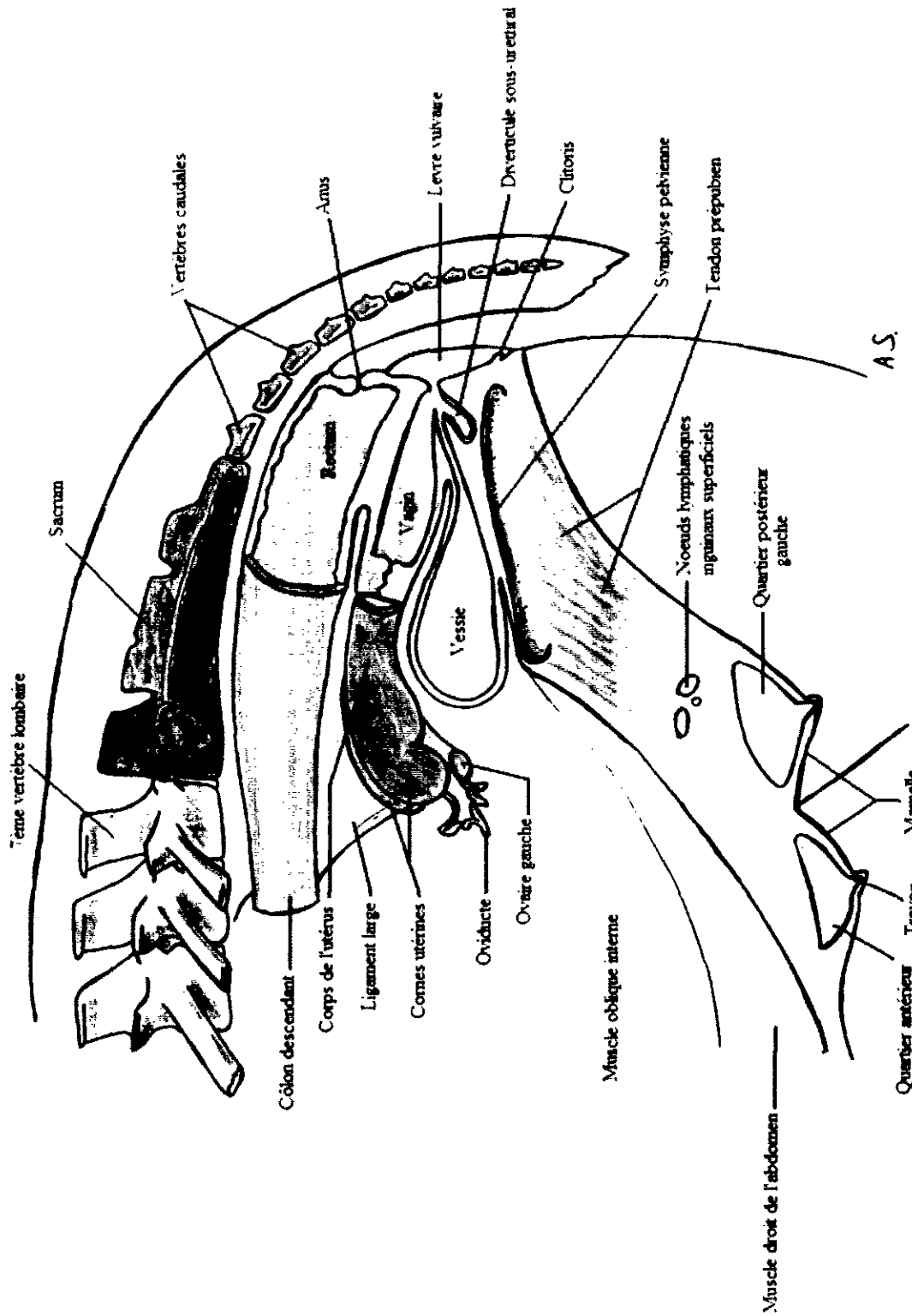
Appareil génital d'un lama mâle: Disposition générale, vue latérale droite

(D'après McCracken T.O., Kainer R.A., Spurgeon T.L.(23))



Remarque:
Il n'y a pas de vésicule séminale chez le lama.

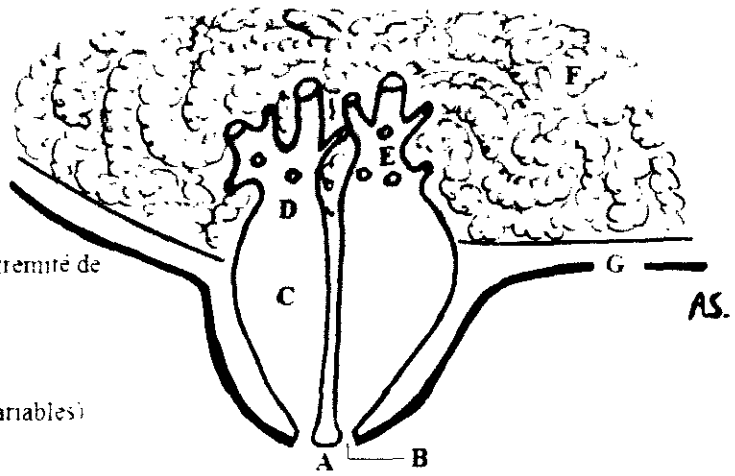
Annexe 11: Appareil génital d'une femelle lama : Disposition générale, vue latérale gauche



Appareil génital de la femelle lama: Disposition générale, vue latérale gauche (D'après McCracken T.O., Kainer R.A., Spurgeon T.L. (2))

Annexe 12: Conformation interne de la mamelle du lama

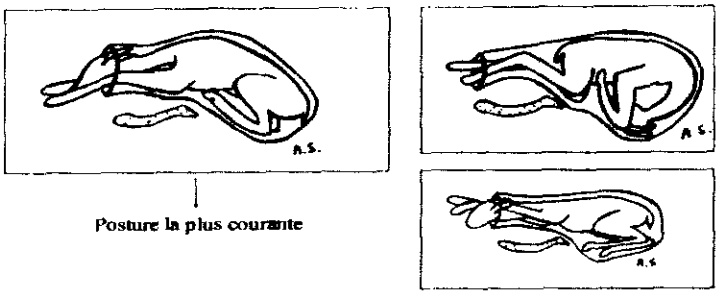
Conformation interne
de la mamelle du lama
(D'après M.E. Fowler 11)



A: conduits papillaires s'ouvrant sur l'extrémité de la tétine (2 ostiums papillaires)
B: conduit papillaire
C: sinus lactifère papillaire
D: sinus lactifère glandulaire
E: conduits lactifères (nombre et taille variables)
F: parenchyme glandulaire
G: peau

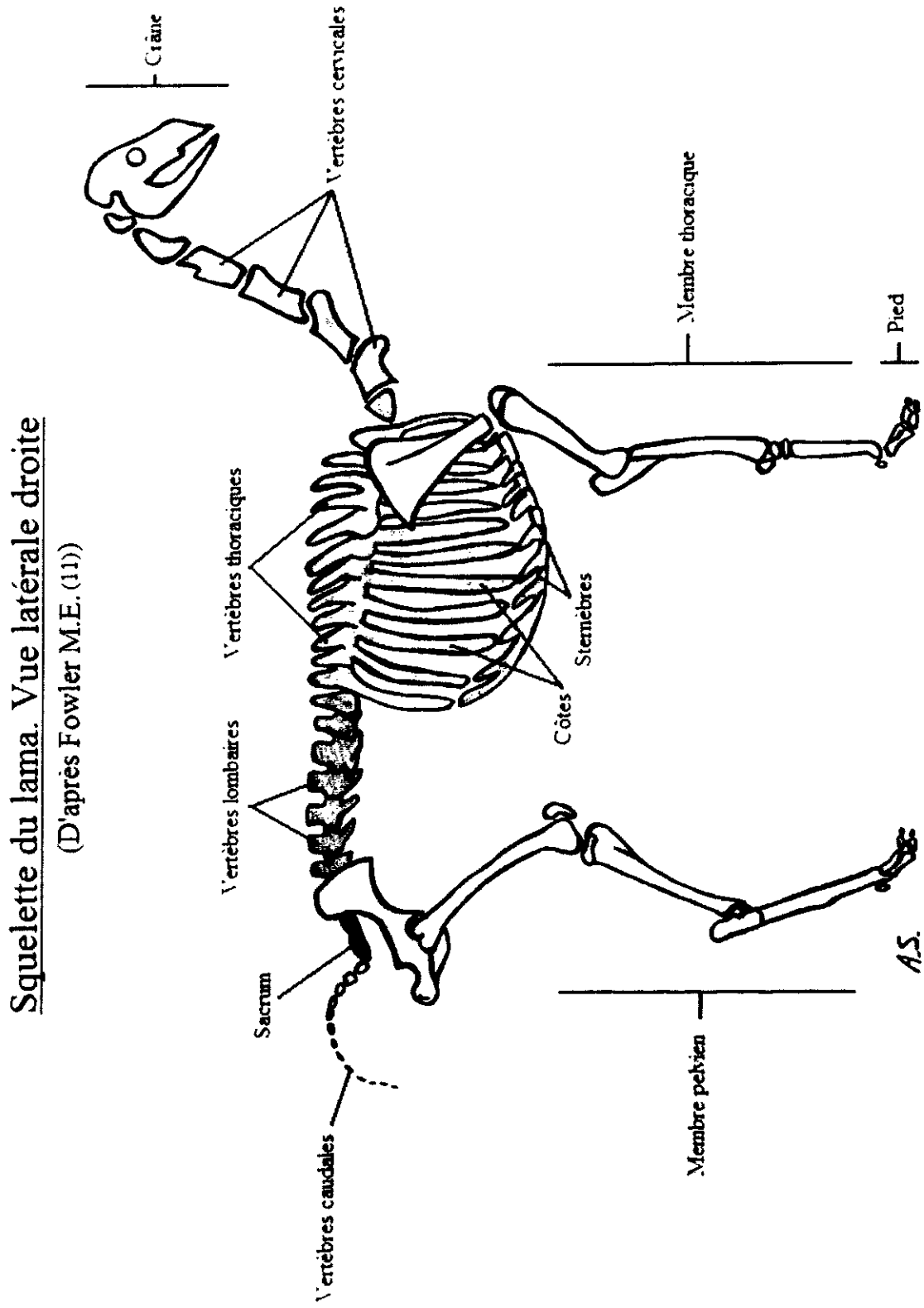
Annexe 13: Schémas des différentes postures possibles du petit à la mise bas

⇦ **Les différentes postures normales du petit à la mise bas d'après Fowler (11)**



Posture la plus courante

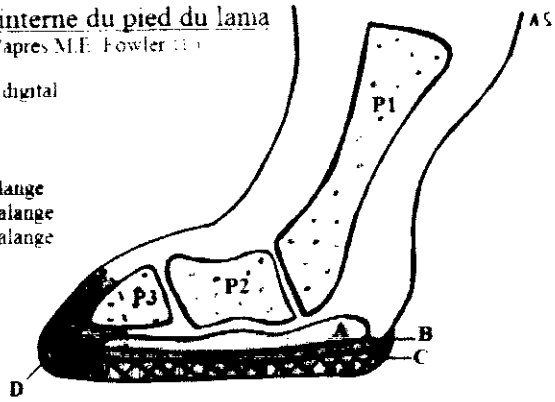
Annexe 14: Squelette du lama : Vue latérale droite



Annexe 15: Structure interne du pied du lama

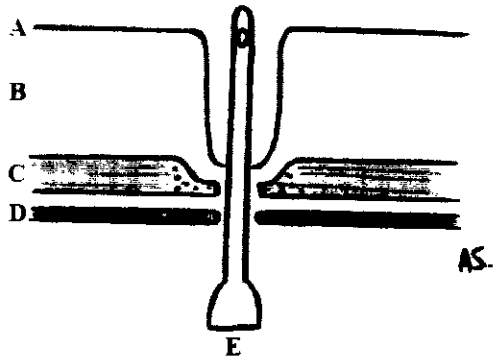
Structure interne du pied du lama
(D'après M.E. Fowler (11))

A coussinet digital
B corium
C sole
D. ongle
P1. 1ere phalange
P2: 2eme phalange
P3 3eme phalange



Annexe 16: Abdominocentèse sur la ligne blanche

Schéma de l'abdominocentèse sur la ligne blanche
(D'après M.E. Fowler (11))

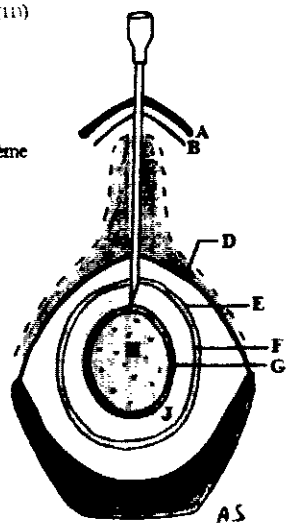


A Péritoine
B Graisse abdominale
C Muscles abdominaux
D Peau
E Sonde trayeuse

Annexe 17: Coupe transversale de l'espace lombosacré

Coupe transversale de l'espace lombosacré
(D'après M.E. Fowler (11))

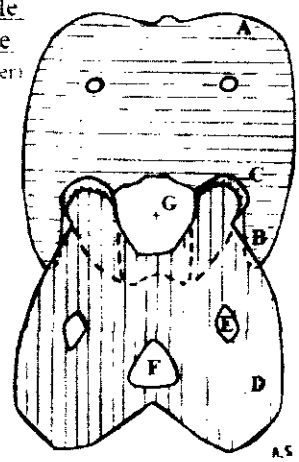
A: peau
B: fascia thoraco-lombaire
C: processus épineux de la 6ème vertèbre lombaire
D: ligament interlamellaire
E: dure-mère
F: arachnoïde
G: pie-mère
H: moelle épinière
I: corps de la vertèbre
J: espace sous-arachnoïdien



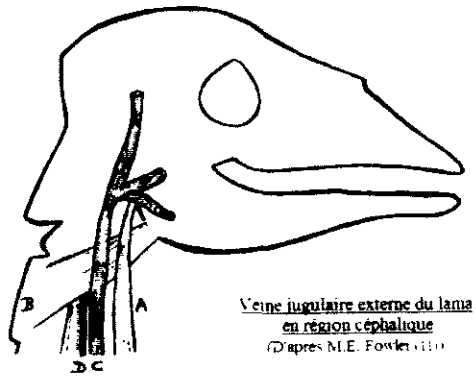
Annexe 18: Région atlanto-occipitale : site de la ponction haute de LCR

Region atlanto-occipitale
site de la ponction haute
de LCR (D'après M.E. Fowler)

A. crete nuchale
B. processus jugulaire
C. condyle occipital
D. aile de l'atlas
E. foramen alaire
F. foramen intervertebral
G. site d'insertion de l'atlanto



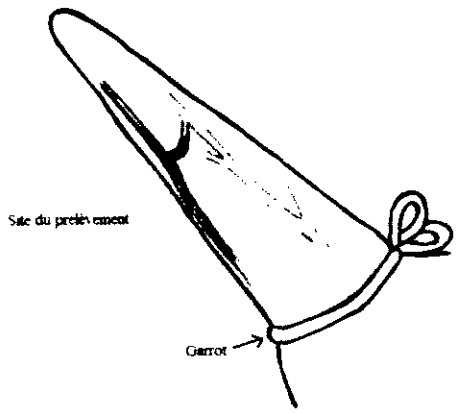
Annexe 19: Schéma de la veine jugulaire externe du lama en région céphalique



Veine jugulaire externe du lama
en région céphalique
(D'après M.E. Fowler)

A. muscle sternomandibulaire
B. muscle homobyoïdien
C. veine jugulaire externe
D. artere carotide commune

Annexe 20: Schéma de la face dorsale auriculaire gauche



Veine auriculaire caudale
face dorsale de l'oreille gauche
(D'après M.E. Fowler)

Annexe 21 : Formulaires à remplir lors d'une demande d'enregistrement d'un lama ou d'un alpaga à la Bergerie Nationale

Établissement Public Nationalde Rambouillet

DEMANDE POUR UNE FICHE INDIVIDUELLE D'ENREGISTREMENT DES CAMELIDES

Nom de l'animal :

Affixe :

☐ inconnu
☐ inconnue

Pays de naissance :
Date de naissance :

Sexe :
☐ mâle
☐ femelle
☐ castré

Type d'identification :
☐ non identifié
☐ tatouage - lieu
☐ boucle auriculaire
☐ puce électronique oreille gauche
(si disponible, coller la vignette de la puce, ci-contre)

n° d'identification : .....
(ou vignette de la puce)

L'animal est-il déjà inscrit dans un registre étranger : ☐ oui ☐ non
si oui préciser : .....

Type :
☐ lama classique
☐ lama lainé
☐ alpaga huacayo (toison type mouton)
☐ alpaga suri (toison à mèches longues et tombantes)
☐ huarizo (croisé alpaga/lama)
☐ croisement - *préciser :*

Robe :
☐ unicolore ☐ bicolore ☐ multicolore ☐ mouchetée

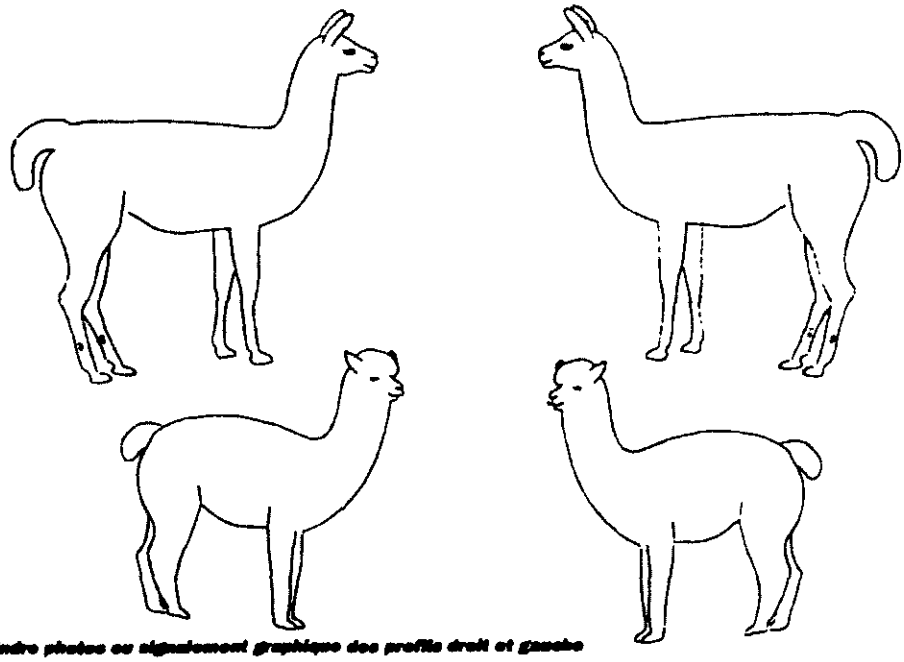
Couleur :	Principale	secondaire	tertiaire
	☐ blanc	☐ blanc	☐ blanc
	☐ beige	☐ beige	☐ beige
	☐ roux	☐ roux	☐ roux
	☐ brun	☐ brun	☐ brun
	☐ gris	☐ gris	☐ gris
	☐ noir	☐ noir	☐ noir

Signes particuliers :

Bergerie Nationale - Centre d'enseignement zootechnique
Parc du Château 78120 Rambouillet - tél 01 34 83 68 01 - fax 01 34 83 07 54

Description phénotypique

Profil droit **Profil gauche**



Joindre photos ou signalement graphique des profils droit et gauche

Ascendance

Père

☐ **Inconnu**
nom :.....
n° identification : .....

nom propriétaire : .....
adresse : .....
.....
.....

signature : (lors de la saillie)

Mère

☐ **Inconnue**
nom :.....
n° identification : .....

nom propriétaire : .....
adresse: .....
.....
.....

signature : (lors de la mise bas)

Propriétaire

nom : ..... prénom : .....
adresse : .....

code postal : ..... ville : .....
Tel : ..... Fax : .....

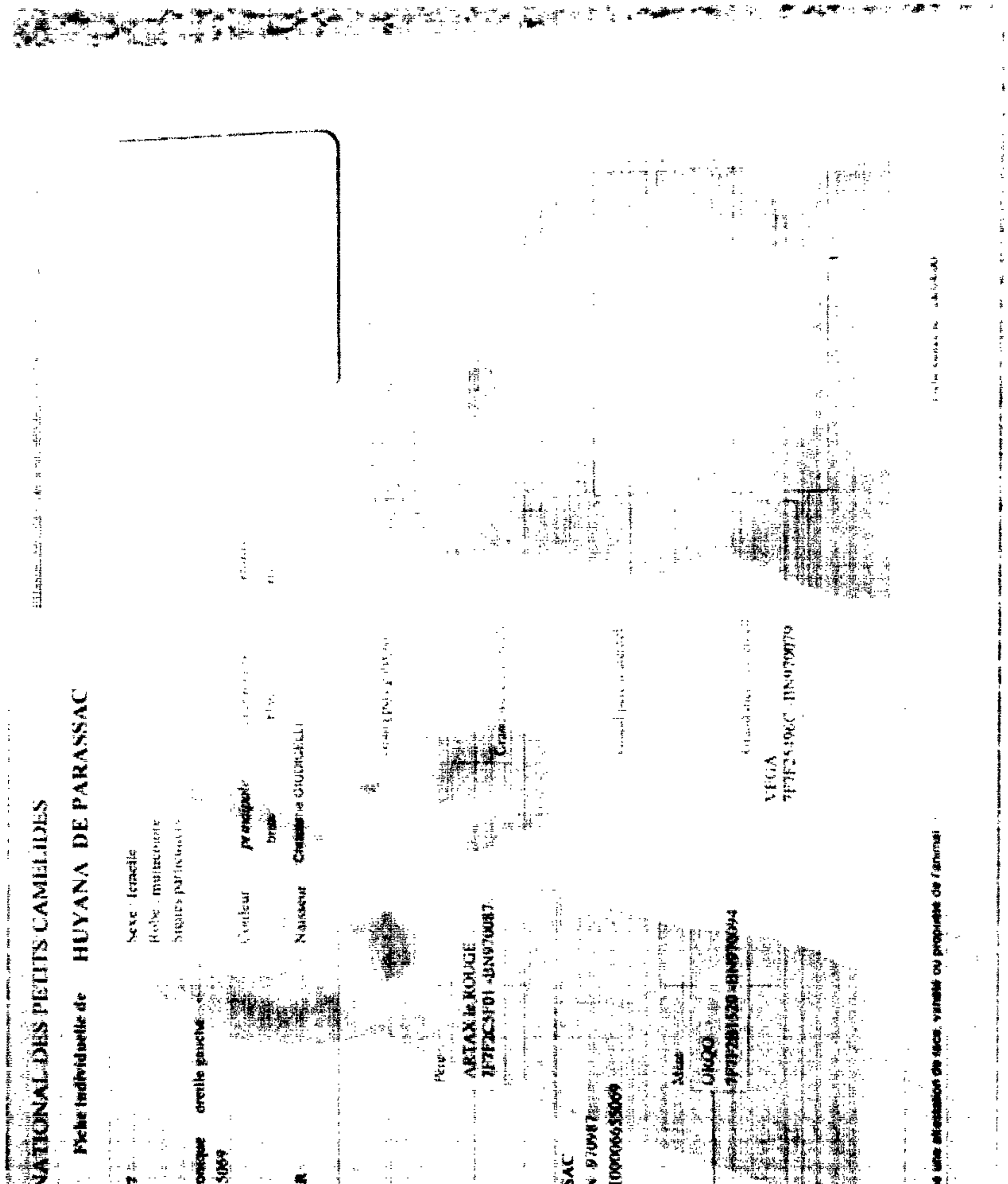
Naisseur

nom : ..... prénom : .....
adresse : .....

code postal : ..... ville : .....
Tel : ..... Fax : .....

Signature :

Annexe 22 : Fiche individuelle délivrée par la Bergerie Nationale suite à un enregistrement



REGISTRE NATIONAL DES PETITS CAMELIDES

Fiche individuelle de HUYANA DE PARASSAC

N° d'enregistrement : BN 970987

Date de naissance : 17/09/99

Pays de naissance : France

Type d'identification : puce électronique oreille gauche

N° d'identification : 985100006655069

Type : lama classique

Sexe : femelle

Robe : multicolore

Signes particuliers :

Couleur principale

Propriétaire : Mr et Mme BARAER

Naisseur Christine GIORGELLI

Père

ARTAX le ROUGE

7F7F2C5F01 - BN970087

HUYANA DE PARASSAC

n° d'enregistrement : BN 970987

n° d'identification : 985100006655069

Mère

ORQO

7F7F2B1520 - BN970094

VEGA

7F7F25496C - BN970079

Cette fiche ne peut être considérée comme une attestation de race, variété ou propriété de l'animal

Annexe 23 : Maladies virales et bactériennes des petits camélidés d'après Fowler (10)

Maladies	Symptômes pathognomoniques	Sensibilité
Rage *(Lyssavirus)*	Encéphalite	Oui
Fièvre aphteuse *(FMD virus)*	Vésicules orales	Moyenne
Stomatite vésiculeuse *(VS virus)*	Vésicules orales	Oui
Rhinopneumonie équine *(Herpes virus équin I)*	Dégénérescence rétinienne et encéphalite	Oui
Ecthyma contagieux *(Ecthyma virus)*	Prolifération épidermique	Oui
Borna disease *(Borna disease virus)*	Encéphalite	Oui
Bluetongue *(Bluetongue virus)*	Encéphalite, hémorragies oro-nasales	Faible
Peste bovine *(Rinderpest virus)*	Gastroentérite sévère	Non rapportée
Tuberculose *(Mycobacterium bovis, M. avium, M. kansasii)*	Symptômes pulmonaires et granulomes disséminés	Oui, mais pas très contagieux
Paratuberculose *(Mycobacterium paratuberculosis)*	Entérite	Oui, mais pas très contagieux
Fièvre charbonneuse *(Bacillus anthracis)*		Oui
Brucellose *(Brucella abortus, B. melitensis)*	Avortement, infertilité	-Non rapporté pour *B. abortus*, -Oui pour *B. melitensis*
Listériose *(Listéria monocytogenes)*	Encéphalite	Oui
Colibacillose *(Escherichia coli)*	Métrite, mammite, septicémie, endotoxémie	Oui
Nécrobacillose *(Fusobacterium necrophorum)*	Lésions nécrotiques des os de la face	Oui
Streptococcose *(Streptococcus spp.)*	Septicémie, abcès	Oui
Nocardiose *(Nocardia asteroides)*	Abcès, septicémie	Oui
Tétanos *(Clostridium tetani)*	Tétanie généralisée	Oui
Botulisme *(Clostridium botulinum)*	Paralysie flasque	Oui
Entérotoxémie *(Clostridium perfringens A,C etD)*	Effets variables sur le système nerveux central et le système gastro-intestinal, mort subite	Oui
Œdème malin *(Clostridium septicum)*	Blessure celluliteuse	Oui

Bibliographie

(1) A.F.P.C. *Site de l'A.F.P.C.* [en ligne], Mise à jour 2003, [http://www.afpc-fr.com], (consulté le 27 Octobre 2004 et le 01 Mars 2005)

(2) Alpalaine. *Site de l'association alpalaine* [en ligne], [http://alpalaine.free.fr/], (consulté le 27 Octobre 2004)

(3) AMSEL S.I., KAINER R.A., JOHNSON L.W., Choosing the best site to perform venipuncture in llama, *Vet. Med.*, 1987, 82, 535-536.

(4) Bergerie Nationale de Rambouillet. *Communication personnelle* (le 07 Juin 2005)

(5) BONAFOS L. *Reproduction chez le lama : aspect pratique et clinique.* Thèse Méd. Vét., Lyon, 1992

(6) CHENEY J.M., ALLEN G.T., Parasitism in Lama, *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.*, 1989, **5**, (1), 217-225.

(7) C.I.R.A.D. *Site du C.I.R.A.D.* [en ligne], Mise à jour en 2001, [http://www.camelides.cirad.fr/fr/curseux/Biogeo3.html], (consulté le 27 Octobre 2004)

(8) FERNANDEZ B. Avances y perspectivas del conocimiento de los camelidos sudamericanos, *F.A.O.*, 1991

(9) FOREYT W.J. *Veterinary Parasitology Reference Manual.* Iowa : Iowa State University Press, 2001, 235p.

(10) FOWLER M.E., Husbandry and diseases of camelids, *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 1996, **15** (1), 155-169.

(11) FOWLER M.E. *Medecine and surgery of south american camelids.* Iowa: Iowa State University Press, 1989, 391p.

(12) GEORGENS C. *Etude génétique et sélection du Lama aux Etats-Unis.* Thèse Méd. Vét., Lyon, 1994

(13) GERARD B. *Les camélidés sud-américains du genre Lama et leur faune parasitaire.* Thèse Méd. Vet., Lyon, 1988, 125p.

(14) GIUDICELLI B. La reproduction chez les petits camélidés. *In : Deuxième journée d'actualités en reproduction des ruminants.* Maisons-Alfort, France, 23 Septembre 2004. Maisons-Alfort : E.N.V.A., 2004, 69-83.

(15) GIUDICELLI B. Lamas et Alpagas, Principales intervention chez les petits camélidés, *Pt. Vet.*, 2001, **32**, (214), 30-37.

(16) GIUDICELLI B. Le lama en clientèle, ce qu'il faut savoir. *Conférence GTV junior*, Marcy-l'Etoile, 22 Octobre 2003

(17) GIUDICELLI B. *Communications personnelles* (années 2004/2005)

(18) GIUDICELLI C. *Elever le lama: comment - pourquoi.* Chaumont : Editions Crépin-Leblond, 1991, 128p.

(19) GIUDICELLI C. *Site de l'élevage de Christiane Giudicelli* [en ligne], [http:// perso.wanadoo.fr/lama.giudicelli/], (consulté le 28 Octobre 2004).

(20) Gouvernement du Pérou. *Site du ministère de l'agriculture* [en ligne], Mise à jour le 24 Octobre 2004, [http://www.portalagrario.gob.pe/camelidos/shtml], (consulté le 26 Octobre 2004)

(21) JOHNSON L. Clinical Examination of Llamas and Alpacas. *In :* RADOSTITS O.M., MAYHEW I.G.J., HOUSTON D.M. *Veterinary clinical examination and diagnosis.* Philadelphia: WB Saunders, 2000, 771p.

(22) LONG P., Llama Herd Health, *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.*, 1989, **5** (1), 227-232.

(23) McCRACKEN T.O., KAINER R.A., SPURGEON T.L. *Spurgeon's Color Atlas of Large Animal Anatomy, The Essentials.* Philadelphia : Lippencott Williams and Wilkins, 1999, 160p.

(24) RIEBOLD T. Anesthesia in south american camelids. *In :* GREEN S.A. *Veterinary anesthesia and pain management secrets, questions you will be asked : on rounds, in clinics, on oral exams.* Philadelphia : Hanley and Belfus, 2002, 369p.

(25) SANTOS JF. *Contribution à l'étude de l'élevage de lamas et d'alpagas en France.* Thèse Méd. Vét., Toulouse, 1997

(26) SMITH C. Llamas : general information, reproductive anatomy and physiology ; Questions and answers for theriogenologists, *Society for theriogenology newsletter*, Jul-Aug 1990

(27) WERTZ E.M. Anesthesia in llamas. *In : Refresher course for veterinarian.* Deakin University, Australia, 7 Juillet 1995. Sydney : Post Graduate Foundation In Veterinary Science University of Sydney, 1995, 164p.

(28) WHEELER, *Site de la Pontificia Universidad Catolica de Chile,* [en ligne], Mise à jour 2004, [http://www.puc.cl/sw_educ/prodanim/framess.htm], (consulté le 17 Septembre 2004)