

# Les particularités anatomiques et les conditions pathologiques spécifiques du pied de l'âne

VAN THIELEN B.<sup>1</sup>, JACQMOT O.<sup>1</sup>, HERVAS CAYELA J.M.<sup>2</sup>, COLLINS S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Morpho Veterinary & Human Imaging Brussels (MOVE HIM BRUSSELS), UZ Brussel, Vrije Universiteit Brussel, Département de Radiologie, Laarbeeklaan 101, 1090 Bruxelles, Belgique

<sup>2</sup> Clinique vétérinaire du Lys, 663 Avenue Jean Jaurès, 77190 Dammarie-lès-Lys, France

<sup>3</sup> Australian Equine Laminitis Research Unit, School of Veterinary Science, The University of Queensland, QLD 4343, Australia

Correspondance : Bert Van Thielen - Email : lafourbure@free.fr

**RÉSUMÉ :** Lorsque le vétérinaire est consulté pour une boiterie chez l'âne, il est généralement confronté à des problèmes de pied. L'objectif de cet article est de décrire les particularités anatomiques du pied de l'âne et également de résumer les conditions pathologiques les plus fréquemment rencontrées.

## 1. Introduction

Il y a environ 55 millions de chevaux et 41 millions d'ânes dans le monde (données *Food and Agriculture Organization of the United Nation*, 2006).

Mais, alors que nos connaissances vétérinaires aujourd'hui sont bien spécifiques pour le cheval, l'âne est, en pratique courante, trop souvent comparé et traité comme un « petit » cheval (Svendsen, 1997). En fait, l'âne (*Equus asinus*) se différencie significativement aussi bien d'un point de vue anatomique que physiologique du cheval (*Equus caballus*) (Burnham, 2002). Ces différences s'expliquent par le fait qu'il y a environ 1,5 million d'années, *Equus caballus* s'est adapté aux espaces ouverts d'Eurasie, tandis que *Equus asinus* s'est adapté aux conditions difficiles des montagnes arides, offrant peu d'herbages (Groves, 1974). Cette différence se marque aujourd'hui dans tous les aspects de la médecine ainsi que dans les particularités anatomiques et physiologiques du pied de l'âne (Groves, 1974 ; Svendsen, 1997 ; Burnham, 2002 ; Hopegood, 2002 ; Crane, 2003 ; Collins, 2004).

## 2. Quelques particularités générales de l'âne en médecine vétérinaire

Outre les différences évidentes que présentent les oreilles, la robe, les poils, l'extérieur (dos et bassin) ainsi que le volume des organes génitaux (Burnham, 2002), l'âne présente également des caractéristiques moins apparentes, telles que la densité de l'os de la mandibule plus importante par rapport à celle du cheval. On dénombre 64 chromosomes chez le cheval domestique, alors que, pour l'âne domestique, ce chiffre est de 62 et que, pour l'âne asiatique sauvage, le nombre de chromosomes oscille entre 54 et 56 (Burnham, 2002). La période de gestation est également différente : entre 335 et 346 jours pour le cheval et entre 365 et 370 jours pour l'âne. De plus, les ânes vivent beaucoup plus longtemps, 45 ans n'est pas exceptionnel (Burnham, 2002).

Une autre différence ayant un impact en pratique vétérinaire se situe au niveau du larynx : morphologie différente des cordes vocales, présence d'un récessus laryngé complémentaire et d'un angle entre le larynx et le trac-

tus respiratoire différent chez l'âne (Burnham, 2002). D'autre part, le muscle sous-cutané du cou (*cutaneous colli m.*) présente un fascia musculaire beaucoup moins rudimentaire que chez le cheval, ce qui, en association avec une peau fortement poilue, peut rendre plus difficile l'injection intraveineuse (Burnham, 2002).

## 3. Morphologie et anatomie du pied de l'âne

### 3.1. Rappels anatomiques de la structure du sabot de l'équidé

Le sabot est constitué de 2 parties : la boîte cornée et la membrane kératogène. La boîte cornée kératinisée est exactement moulée sur la membrane kératogène qui la produit et à laquelle elle adhère solidement (Château *et al.*, 2007).

#### 3.1.1. La boîte cornée (*capsula ungulae*)

La boîte cornée est constituée par la paroi, la sole, la fourchette et les glômes. C'est par la sole que se fait l'appui. Elle est produite par le bourrelet coronal (*corium coronae*) de la

membrane kératogène (Château *et al.*, 2007). Extérieurement, la paroi présente (i) quatre régions anatomiques (pince, mamelles, quartiers, talons) et (ii) le périople qui forme une bande circulaire raccordée à la fourchette derrière le talon (Château *et al.*, 2007). La face interne de la paroi est hérissée de lamelles blanches (lamelles épidermiques), minces et parallèles, étendues en ligne droite du bord coronal au bord solaire (Château *et al.*, 2007). L'ensemble de ces lamelles de corne souple constitue le kéraphylle. Ces lamelles épidermiques du kéraphylle sont exactement engrenées à celles du derme sous-jacent (podophylle ou *corium parietis*) (Château *et al.*, 2007). Le bourrelet coronal (*corium coronae*) produit la corne du *stratum medium* de la paroi (Château *et al.*, 2007). Le *stratum externum* (corne tubulaire souple couvrant la paroi) forme le périople et produit un fin revêtement protecteur et imperméable (Château *et al.*, 2007). La paroi, le *stratum medium*, est formée de nombreux tubules cornés, parallèles, orientés selon le grand axe de la paroi et connectés entre eux par de la corne inter tubulaire (Château *et al.*, 2007). Chaque tubule corné présente une longue cavité cylindrique, la médulla, limitée par des cellules corticales kératinisées. L'extrémité proximale de la médulla loge une papille du bourrelet coronal qui produit les cellules corticales kératinisées (Château *et al.*, 2007). La sole et la fourchette sont également produites par des papilles du tissu dermique, et formées, comme la paroi, par une corne tubulaire (Château *et al.*, 2007).

### 3.1.2. La membrane kératogène (*corium*)

La membrane kératogène est la partie du tégument qui se trouve mise à nu lorsque la boîte cornée du sabot a été enlevée. Elle constitue l'analogue du derme associé à la couche germinative de l'épiderme. On reconnaît trois parties nettement distinctes par l'aspect, la topographie et le rôle : le bourrelet, le podophylle et le tissu velouté (Château *et al.*, 2007). Le bourrelet (*corium limbi*, *corium coronae*) constitue la partie de la membrane kératogène qui produit la corne de la paroi ; il est divisé en bourrelet limbique qui produit le périople et en bourrelet coronal, qui produit la paroi (Château *et al.*, 2007). Le podophylle

(*corium parietis*) couvre la face pariétale de la phalange distale, du bord distal du bourrelet coronal au bord solaire de la phalange (Château *et al.*, 2007). Sur toute son étendue, il présente des lamelles dermiques (lamelles parallèles, molles, de teinte pâle), qui sont séparées par des sillons étroits dans lesquels s'engrènent les lamelles épidermiques du kéraphylle (*stratum internum* de la paroi cornée) (Château *et al.*, 2007). Finalement, le tissu velouté (*corium soleae*, *corium cunei*) est la partie de la membrane kératogène qui revêt la face solaire de la phalange distale et le coussinet digital et qui produit la sole et la fourchette (Château *et al.*, 2007).

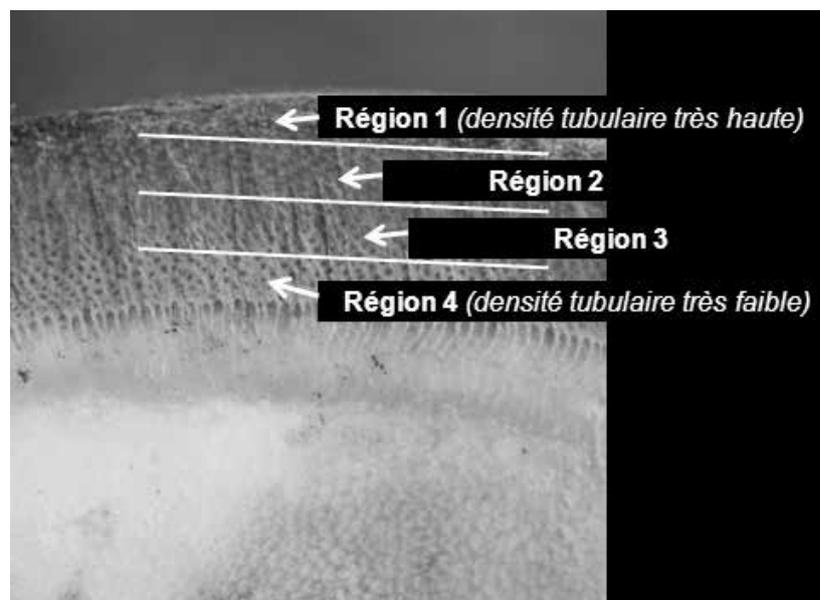
### 3.2. Les particularités anatomiques du sabot de l'âne

Il y a une différence significative entre le sabot du cheval et celui de l'âne dans le nombre de feuilles lamellaires : le cheval en compte environ 600, l'âne environ 350, qui sont beaucoup plus épaisses (Hifny et Musk, 1983 ; Collins, 2004). Une autre différence significative est la densité tubulaire de la paroi (figure 1). La densité tubulaire (structures tubulaires dans la paroi/mm<sup>2</sup>) est en moyenne moindre chez l'âne que chez le poney et le cheval (Reilly *et al.*, 1996 ; 1998 ; Wealleans,

2008). Néanmoins, dans la région superficielle de la paroi du sabot de l'âne, elle est plus dense que celle du cheval, et que celle du poney (Reilly *et al.*, 1996 ; 1998 ; Wealleans, 2008). Pour l'âne, comme pour le poney et le cheval, la densité tubulaire est la plus basse au niveau de la région la plus profonde de la corne (Reilly *et al.*, 1996 ; 1998 ; Wealleans, 2008). Par contre, chez l'âne, on note une grande différence entre la densité tubulaire du côté latéral du pied par rapport au côté médial du pied (Reilly *et al.*, 1996 ; Wealleans, 2008).

En ce qui concerne la vitesse de croissance de la corne, il existe aussi des différences entre l'âne et le cheval (Wealleans, 2008). La vitesse moyenne de croissance de la corne (en mm par jour) de la mule est plus élevée que celle de l'âne et du cheval. La vitesse moyenne de croissance de la corne de l'âne est plus basse que celle du poney ; il n'existe pas d'effet lié à la provenance, au sexe ou à la couleur du sabot sur la croissance de la corne de l'âne. Par contre une grande intervariabilité est remarquée entre individus et au cours de l'année (Wealleans, 2008). Chez l'âne particulièrement, la vitesse de croissance est significativement moindre durant les mois de septembre et de novembre, alors que chez les mules et les poneys, on

**Figure 1 :** Cliché montrant les 4 différentes régions de paroi : la région 1, la plus externe, contient la plus haute densité tubulaire. La région 4, la plus proche de la ligne blanche, contient la plus faible densité tubulaire (cliché : Bert Van Thielen)



observe des pics en février, mai et septembre. D'autre part, c'est au niveau de la pince que la corne est le plus vite usée et remplacée (Wealleans, 2008).

La teneur en eau de la paroi est généralement plus élevée chez l'âne (34,6 à 36,2 % en fonction du moment de l'année) en comparaison avec la mule (30,6 à 34,4 %) et le poney (25,1 à 29,0 %) (Hopegood, 2002 ; Wealleans, 2008). Des tests réalisés par Wealleans en 2008 ont permis de montrer que la teneur en eau de la paroi n'est pas significativement différente suivant les différentes régions anatomiques de la paroi du sabot (pince, mamelles, quartiers, talons). Cependant, la teneur en eau diminue au printemps pour remonter en automne, ce qui indique qu'il y a clairement un effet de saison de nature physiologique, nutritionnelle ou environnementale. Dans l'étude menée par Wealleans (2008), il apparaît également que les régions internes de la paroi (régions 3 et 4) sont plus sensibles aux changements que les régions 1 et 2, variations qui peuvent être liées aux facteurs physiologiques et nutritionnels, ou influencées par l'humidité environnementale.

### 3.3. Le sabot de l'âne comparé à celui du cheval

Les talons de l'âne sont beaucoup plus développés que ceux du cheval, ce qui pourrait être à l'origine d'un aplomb de profil beaucoup plus droit (Collins, 2004 ; Wealleans, 2008). Les talons du cheval semblent s'incliner sous le pied alors que ceux de l'âne sont perçus comme plus droits (Collins, 2004).

Une autre différence est la morphologie de la fourchette : chez le cheval, après un parage profond, la fourchette donne l'impression d'être en continuité avec le reste de la boîte cornée, par contre chez l'âne après pareil parage, elle donne plutôt l'impression d'être en superficie de la sole (Collins, 2004).

La sole du sabot de l'âne a une forme plus ovale que celle du cheval (Collins, 2004 ; Wealleans, 2008). La surface de la sole est concave avec le point le plus profond vers l'apex de la fourchette (Collins, 2004 ; Wealleans, 2008). L'épaisseur de la sole chez l'âne est plus importante que celle du cheval (Hifny et Musk, 1983). Une étude récente a montré que des ânes

vivants sous nos climats ont une partie assez importante de la sole qui vient à l'appui (Fowler, 1995), alors que des animaux qui travaillent dans les pays d'Afrique et d'Asie ne présentent pas cette zone d'appui (Collins, 2004). Cette différence, associée à la géographie, est également observée chez le cheval (Hayes, 1969).

Le périople est, chez le cheval, une couche très mince, seulement visible en dessous de la couronne, tandis que chez l'âne, le périople est épais et s'épaissit vers les talons en donnant l'impression de fusionner avec la fourchette, ce qui conduit certains scientifiques à parler, pour l'âne, d'hyperplasie du périople (Collins, 2004).

La ligne blanche ainsi que la paroi sont épaissies au niveau de la pince chez le cheval (ligne blanche : 2–3 mm), et s'amincissent en talons. Par contre chez l'âne, l'épaisseur de la paroi et de la ligne blanche ( $\pm$  1 mm) reste identique en pince comme en talons (Collins, 2004).

### 3.4. L'aplomb (axe phalangien dans le plan sagittal et latéro-médial) de l'âne comparé à celui du cheval

L'extrémité distale du membre de l'âne est constituée des mêmes structures anatomiques que celle du cheval, mais certaines de ces structures sont présentes une morphologie différente (Hifny et Musk, 1983 ; Hopegood, 2002 ; Collins, 2004).

Le profil du pied (angle du pied) est différent entre le cheval et l'âne : pour le cheval, on observe un angle d'environ 45° pour les antérieurs et 50° pour les postérieurs (Stump, 1967), tandis que chez l'âne, on note un angle plus droit d'environ 55° pour les antérieurs et 62° pour les postérieurs (Hifny et Musk, 1983). La raison n'est pas connue, mais on évoque une protection naturelle contre un sol dur dans les pays d'origine (Hopegood, 2002 ; Collins, 2004). Vu de profil, l'aplomb semble souvent ne pas être bien aligné chez l'âne et donc plus droit, à la limite du pied bot (Hopegood, 2002 ; Collins, 2004). Chez le cheval, on essaiera de redresser un tel aplomb pour réduire au maximum les contraintes biomécaniques dans le plan sagittal (Moleman *et al.*, 2006). Chez l'âne, les bases biomécaniques sont estimées

équivalentes mais restent méconnues (Newlyn *et al.*, 1998 ; Hopegood, 2002 ; Collins, 2002 ; 2004).

L'aspect extérieur de face montre également chez l'âne des angles différents des parois latérale et médiale du sabot (Hifny et Musk, 1983). Pour le pied du cheval, on note un angle d'environ 78,4° des parois latérales et médiales ; pour le pied de l'âne, il existe un angle de 89° pour la paroi médiale et de 91,5° pour la paroi latérale (Hifny et Musk, 1983). Par contre, dans cette référence, il n'est fait aucune mention de la conformation (panard, cagneux...) des pieds mesurés, qui doit avoir une influence sur ces mesures latérales et médiales du pied. À nouveau, l'origine de ces différences est inconnue, mais Newlyn et collaborateurs (1998) ont trouvé qu'il y a une résistance axiale supérieure en surcharge du pied de l'âne, qui est responsable d'une expansion palmaire moins importante que chez le cheval et qui pourrait donc faire imaginer un mécanisme (des mouvements) plus important de la sole du pied de l'âne, comme observé en pratique et dans la littérature (Collins, 2004). À l'heure actuelle, on n'est pas d'accord concernant l'aplomb de profil du pied de l'âne (Wealleans, 2008). La conformation optimale de l'aplomb digital de profil du cheval est une ligne droite imaginaire entre les trois phalanges et parallèle avec la paroi dorsale du sabot (Gibson et Stashak, 1990). En créant cette situation, le stress minimal serait mis sur les tendons et les ligaments (Moleman *et al.*, 2006). Pour l'âne, aucune donnée n'est accessible à ce sujet, du fait que ces observations sont fortement dépendantes du parage et qu'il n'existe pas de données biomécaniques suffisantes (Collins, 2004 ; Wealleans, 2008). D'autre part, comme l'angle de profil du pied de l'âne est plus droit, un aplomb du profil légèrement cassé vers l'avant pourrait être vu comme normal en estimant que les forces biomécaniques sont différentes de celles du cheval (Collins, 2004 ; Wealleans, 2008).

D'autre part, l'âne a une couronne et un paturon fortement poilus, ce qui rend difficile l'étude de l'aplomb. La forme/morphologie du pied de l'âne est beaucoup plus mince (beaucoup plus étroite/cylindrique) en taille, en comparaison à celle du cheval (Collins, 2004 ; Wealleans, 2008).

## 4. Mécanique et appui du pied de l'âne

On sait depuis longtemps que le pied équin se déforme pendant la locomotion et l'appui à la suite d'interaction de plusieurs forces (Leach, 1980). Dès le 19<sup>e</sup> siècle, différents groupes ont essayé de décrire la déformation du sabot équin suite à l'appui (Miles, 1856 ; Lechner, 1882). Mais, à cause des limites de l'équipement technique de ces études, leurs conclusions sont aujourd'hui fortement mises en question (Newlyn *et al.*, 1998). L'équipe de Newlyn décrit, en 1998, la mécanique du pied de l'âne. Leur conclusion est que la déformation suite à l'appui est semblable à celle décrite chez le cheval par Lungwitz (1883). Ils observent, sur un modèle de sabot antérieur gauche, en exerçant une force en appui de 375 N comparable au poids du corps de 150 kg réparti sur quatre jambes, une déformation concave de la paroi dorsale de 0,3 mm, ainsi qu'une expansion/déformation de 2,36 mm à la partie proximale des talons et quartiers (Newlyn *et al.*, 1998). Cette donnée obtenue pour l'âne par Newlyn et collaborateurs (1998) ne corrobore pas celle de Thomason et collaborateurs (1992), qui décrit une déformation significative pour la partie distale des quartiers et des talons du pied du cheval. Cette observation par Thomason et collaborateurs (1992) n'est pas corroborée par Verschooten et collaborateurs (1996) qui décrivent, chez le cheval, une expansion plus importante en partie proximale des talons et quartiers (avec une moyenne de 1,2 mm d'expansion à 2000 N et une moyenne de 6,1 mm à 10.000 N).

## 5. Parer et ferrer un âne

Le parage de l'âne domestiqué doit être réalisé de manière usuelle comme c'est le cas pour le cheval et le poney (Fowler, 1995). Le plan de parage doit être établi en étudiant la conformation et en respectant l'aplomb du membre comme pour le cheval à la différence près que la conformation parfaite de l'âne est méconnue. Pendant le parage, une attention particulière est requise pour respecter l'angle du sabot qui est bien spécifique pour l'âne, et pour l'état de santé de la ligne blanche et de la paroi en particulier (Fowler, 1995).

Certaines règles sont à respecter en établissant l'aplomb : (i) sur un plan

médio-latéral, le pied doit être dans le prolongement d'une ligne qui divise parfaitement la jambe en deux, et (ii) en établissant l'aplomb de profil (Fowler, 1995), l'inclinaison de la paroi dorsale du sabot doit être similaire à :

- l'inclinaison de profil de la troisième phalange (P3) ;
- et au bord cranial de l'omoplate.

La ferrure d'un âne peut être justifiée en cas d'usure extrême du sabot (par exemple, suite au travail intensif), pour améliorer l'allure ou l'aplomb ou pour raison orthopédique.

Aucune ferrure adaptée au pied de l'âne n'est disponible aujourd'hui chez les fournisseurs en produits de maréchalerie, ce qui implique de travailler avec des fers forgés sur mesure. Sinon, le fer de commerce devra être adapté à la tournure du pied mais les clous se trouveront dans la paroi, ou le fer sera broché sur la ligne blanche, mais la paroi ne serait pas couverte totalement car la couverture entre la rive externe et les étampures doit être plus épaisse chez l'âne que celle du cheval. Aucune contre-indication n'est mentionnée dans la littérature en ce qui concerne le brochage du fer avec des clous chez l'âne. Il est néanmoins important de considérer que l'âne présente seulement 350 structures lamellaires alors que le cheval en a 600 (Hifny et Musk, 1983) et que l'âne est connu dans nos régions comme étant très vulnérable au niveau de la ligne blanche. Ces éléments suggèrent que le choix se porte vers une ferrure collée avec de la résine. Les résines sont parfaitement applicables pour coller l'acier et l'aluminium chez l'âne ; les résultats étant meilleurs avec l'aluminium. Récemment, une étude des caractéristiques des différents alliages d'aluminium montre que des alliages avec une dureté supérieure sont également applicables en maréchalerie (Vaillant, 2009).

## 6. L'examen de boiterie

Seules les boiteries localisées au pied seront considérées ici. L'examen est comparable à celui pratiqué chez le cheval à la différence près que, lors du diagnostic différentiel, il est important de garder à l'esprit les conditions pathologiques spécifiques à l'âne (Crane, 2003).

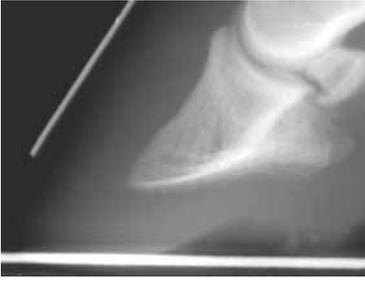
Les actes manuels de diagnostic restent les mêmes, c'est-à-dire définir la claudication exacte pendant l'examen dynamique. Pendant l'examen statique, l'attention doit être portée à détecter les éventuels signes d'inflammation (œdème, chaleur, douleur) dans le(s) pied(s) (Desbrosse, 2007). La présence de la boîte cornée rend l'œdème invisible et le remplace par un syndrome de compartiment : l'œdème est drainé proximale au niveau du doigt et du métacarpe et provoque une déformation du plexus vasculaire (Desbrosse, 2007). Pour cette raison, dans la recherche d'inflammation du pied, il est important de vérifier la présence d'un pouls digité, mais aussi d'éventuelles différences de température des pieds qui pourraient indiquer également un processus inflammatoire (Desbrosse, 2007). Une localisation de douleur pendant la palpation ou la présence d'une dépression au-dessus de la couronne peut indiquer la localisation d'un abcès (qui cherche à se drainer par une ouverture proximale au niveau de la couronne), ou la présence d'une seime (fissure profonde de la paroi jusqu'à la chair) ou encore une fourbure aiguë ou chronique (l'œdème produit par la séparation du derme et de l'épiderme s'accumule au niveau de la partie proximale de la couronne) avec une dépression locale (suite au changement morphologique, causé par la fourbure à l'intérieur du sabot) (Desbrosse, 2007). Un outil supplémentaire dans le diagnostic d'une fourmilière (disjonction de la ligne blanche et/ou du kéraphylle) est le brochoir de maréchalerie, pour localiser par percussion (bruit) un espace creux dans la paroi. Le sondage de la sole est aussi un acte important. Pour des sabots fins et petits, la pince à river de maréchal-ferrant peut servir comme pince à sonder afin d'être plus précis pour localiser une sensibilité.

En cas d'incertitude, une anesthésie digitale distale palmaire peut être effectuée pour s'assurer de la localisation dans le pied de la boiterie.

## 7. Radiographie

La radiographie peut permettre, comme chez le cheval, de mettre en évidence certaines lésions des structures internes du pied (état osseux de la troisième phalange, fourmilière, abcès...). Les clichés de profil et de face sont de grande utilité, avec la

**Figure 2 :** Radiographie avec apparence normale de la troisième phalange (cliché : Simon Collins)



**Figure 3 :** Exemple de variations de la troisième phalange chez l'âne qui peuvent être présentes sans signes cliniques ou boiterie : une protubérance osseuse au milieu de la surface dorsale de la troisième phalange (cliché : Simon Collins)



**Figure 4 :** Troisième phalange présentant une protubérance osseuse distale sur la surface dorsale de la troisième phalange, sans être accompagnée de signes cliniques (cliché : Simon Collins)



jambe éventuellement en appui. En cas de signes radiologiques incertains de fourbure, une marque métallique peut être collée sur la surface dorsale de la pince sous la couronne (figure 2). Un clou et/ou un fil de fer, ainsi qu'un peu de pâte de baryum peuvent parfaitement servir pour marquer la surface dorsale de la pince. La présence d'une marque métallique permet d'étudier sur la radiographie la localisation

exacte de la troisième phalange et donc de conclure si des changements suite à la fourbure sont visibles dans la conformation du pied.

Le pied est préparé (curetage, élimination de la mauvaise corne et des éventuels éclats) comme pour toute radiographie. Des paramètres entre 50 et 80 kV, 100 cm de distance source-objet et 1 à 4 mAs sont choisis en fonction de l'épaisseur du pied.

L'interprétation des clichés radiographiques du pied de l'âne est différente de celle du cheval (Walker *et al.*, 1995 ; Collins *et al.*, 2011 ; 2012). Les particularités du cliché de profil de l'âne sont :

- une protubérance osseuse au milieu de la surface dorsale de la troisième phalange peut être présente sans signe clinique (figure 3) (Collins *et al.*, 2011) ;
- une protubérance osseuse distale sur la surface dorsale de la troisième phalange peut être également présente sans signe clinique (figure 4) (Collins *et al.*, 2011) ;
- l'épaisseur de la paroi dorsale du pied en pince peut varier de 20 à 28 mm pour l'âne européen (Collins *et al.*, 2011) ;
- l'extrémité distale de la troisième phalange peut avoir une apparence émousée ;
- la distance « D » (distance verticale entre la couronne et le processus *extensorius*) a été mesurée comme 13 mm en moyenne pour l'âne européen sain (Collins, 2004), alors que 3 mm ont été notés en moyenne pour le poney (Cripps et Eustace, 1999).

En conclusion, les clichés radiographiques du pied de l'âne sont à interpréter avec une certaine prudence. Les études évoquées dans cet article montrent que la limite entre signe radiologique pathologique et signe radiologique physiologique, n'est pas la même chez l'âne que chez le cheval ou le poney. C'est pour cette raison que l'importance clinique des signes radiologiques ne peut pas être sous-estimée. Dans les rapports d'un suivi radiographique des pieds, l'ostéolyse et les remodelages osseux du bord distal de la troisième phalange n'ont jamais été identifiés sans présence de signes cliniques (Collins, 2004 ; 2011).

## 8. Les conditions pathologiques et les soins aux pieds

Comme pour chaque équidé, les pathologies locomotrices sont caractéristiques du travail sportif ou des conditions d'élevage (Crane, 2003). Ceci est souvent lié aux contraintes présentes lors d'une discipline en particulier et qui soumettent à l'usure les mêmes structures anatomiques, ce qui finit par les affaiblir. Chez les chevaux, suivant le travail, différents types des pathologies ligamentaires et tendineuses sont fréquentes. Chez l'âne, les pathologies locomotrices sont assez souvent liées à la boîte cornée et au pied de chair comme par exemple : l'abcès, la fourmière, la fourbure... Quelques particularités des soins aux pieds et quelques pathologies sont expliquées plus largement dans le texte qui suit.

### 8.1. Longueur excessive du pied (le pied chinois)

**Figure 5 :** Pied d'âne avec une longueur excessive de corne, appelé « pied chinois »



Cette affection est due à une négligence de soins (figure 5), ou suite à la fourbure chronique (Crane, 2003). Dans les deux cas, il suffit de réaliser un plan de parage afin de rétablir la morphologie normale du sabot (Fowler, 1995). Une radiographie de profil avec le membre en appui (éventuellement avec des marques) peut être utile si on a des doutes concernant la quantité de corne à enlever (Fowler, 1995). Si cette affection se présente suite à une fourbure chronique, la radiographie peut également aider à mettre en évidence une ostéomyélite, une fourmière ou d'autres anomalies. Le plan de parage se fait par deux approches (Fowler, 1995) : d'abord il est important de parer la sole parallèlement à la surface distale de la troisième phalange et ensuite, il est important de parer et de reculer la pince en se guidant avec l'aplomb

de profil (figure 6). Il est conseillé de vérifier ensuite l'aplomb et l'alure de l'animal. En cas de fourbure chronique, il est également important d'identifier la cause afin de mettre en œuvre la meilleure prévention.

**Figure 6 :** Plan de parage dessiné sur les radiographies de profil d'un pied chinois. Les lignes rouges horizontales indiquent le parage de la sole. Les lignes rouges verticales indiquent le parage de la pince (cliché : Valeria Busoni)



### 8.2. *Abcès et pododermite septique du pied*

Comme pour le pied équin, des abcès sont souvent à l'origine de boiteries aiguës chez l'âne (Crane, 2003). Des abcès peuvent être détectés au niveau de la couronne et au niveau de la sole. Chez l'âne, on peut parfois détecter plusieurs abcès sur un même pied, ce qui est décrit comme la septicité du pied (Crane, 2003). Plusieurs abcès dans le pied se manifestent souvent à la partie proximale de la ligne blanche, et ont tendance à percer par la couronne. Pour traiter cette affection et face à l'échec des moyens thérapeutiques conservateurs, il faut parfois considérer une ablation de la paroi qui couvre la région atteinte par le sepsis. En traitant cette affection, il est nécessaire d'opter pour une anesthésie locale, de vérifier la prophylaxie tétanique et de traiter parallèlement avec un antibiotique à large spectre. Une analgésie contrôlée et un management approprié afin d'éviter une hyperlipémie, font également partie du traitement. Des abcès sub-solaires sont généralement associés à de la fourbure et une dégénérescence de la troisième phalange (Crane, 2003).

### 8.3. *La maladie de la ligne blanche*

L'invasion de la ligne blanche par des bactéries et des mycoses est une des

affections les plus fréquentes chez l'âne dans les régions tempérées. Le phénomène en soi n'est pas directement corrélé à une boiterie, mais peut induire une fourmière ou un abcès qui peuvent être associés à une boiterie. Cette affection peut être traitée en curant le pied chaque jour, en enlevant, si nécessaire, de la paroi à l'endroit de la lésion et en appliquant régulièrement des désinfectants (ou un bain du pied avec de l'eau de javel diluée, ou encore de la liqueur de Vilatte) (O'Grady, 2006).

### 8.4. *La fourmière*

La fourmière est une cavité dans le pied à l'intérieur de la paroi à la suite d'une disjonction de la ligne blanche et/ou du kéraphylle qui peut être due à la présence d'une fourbure, d'une ligne blanche atteinte, d'un abcès mal soigné... (O'Grady, 2006). Cette cavité est la niche parfaite pour le développement de bactéries anaérobies. La cavité en soi n'est pas toujours corrélée directement avec une boiterie. La boiterie s'exprime seulement à partir du moment où le contenu bactérien touche le pied de chair. La boiterie est généralement très marquée, et le diagnostic peut être fait en mettant en évidence une cavité sous la paroi, et/ou en réalisant un sondage et/ou une percussion de la paroi. La radiographie du pied peut apporter une certitude en cas de doute : la fourmière est visualisée par une zone radio-transparente. Le traitement conservateur est possible et mis en place en insérant dans la cavité des tampons désinfectants ou encore en perçant la paroi à cet endroit pour pouvoir administrer des désinfectants à l'aide d'une seringue. Une

**Figure 7 :** Traitement invasif d'une fourmière, par ablation totale de la paroi : la corne est dégagée jusqu'à adhésion avec la corne saine (cliché : Bert Van Thielen)



autre option est l'ablation superficielle et partielle de la paroi au niveau de la fourmière. Néanmoins, les traitements conservateurs donnent des récidives très fréquentes. Le traitement invasif consiste en l'ablation totale de la paroi au niveau de la fourmière, jusqu'à la frontière jusqu'à la limite avec de la corne saine (figure 7). Une sensibilité suite au traitement invasif est fréquente, et peut être améliorée par l'application d'une ferrure adaptée (figure 8).

**Figure 8 :** Pose d'une ferrure d'aluminium collée sur les parties non sensibles, afin d'éliminer la sensibilité suite au traitement invasif d'une fourmière, par ablation totale de la paroi (cliché : Bert Van Thielen)



### 8.5. *La fourbure*

La fourbure est un processus inflammatoire d'étiopathogénie complexe responsable de la séparation du derme (podophyle) et de l'épiderme (corne) sur un ou plusieurs pied(s). Cette séparation commence presque toujours sur la partie dorso-proximale du pied, au niveau de la membrane lamellaire du podophyle lamellaire (Pollitt, 1996). La raison de cette séparation n'est pas encore tout à fait comprise. Par contre dans les 2 dernières décennies, des observations importantes concernant la pathogénie ont été effectuées. Lors d'une crise de fourbure aiguë, on constate une forte augmentation des métallo-protéinases (Kyaw-Tanner *et al.*, 2004). Ceci a été corrélé à de fortes variations de glycémie (Pass *et al.*, 1998). D'autre part, des causes endocrinologiques sont également évoquées (Johnson *et al.*, 2004).

Finalement, une fois le(s) pied(s) atteint(s) par la pathologie, la séparation du derme et épiderme peut s'aggraver ou se stabiliser.

La conformation du pied après une crise de fourbure aigue peut apparaître comme tout à fait normale (pas de modification macroscopique) ou des complications peuvent apparaître suite aux troubles et peuvent marquer le pied (Orsini, 2011). Parmi les exemples des altérations du pied : on trouve un pied où la séparation (la rupture du système de support entre les feuillets dermiques et épidermiques et le détachement mécanique de la troisième phalange et de la paroi) a été effectuée avec une certaine importance (le sabot n'est plus en place) et la sole peut apparaître comme bombée par la troisième phalange. Un autre exemple est un le pied de chair qui est descendu (Founder) et qui signifie que les phalanges recouvertes de leur derme sont descendues dans le sabot, ce qui peut donner un pronostic défavorable compte tenu des conséquences sur la perfusion sanguine du pied. Un dernier exemple, moins fréquent, est la rotation de la troisième phalange suite à une rétraction progressive du fléchisseur profond, créée par l'absence d'une contre-force, laquelle est normalement entretenue par la surface lamellaire (Coffman, 1970).

Le traitement de première intention est la prise en charge de l'animal en général (chez l'âne, la fourbure est le plus souvent créée par un surpoids qui est responsable du développement du syndrome métabolique) et en deuxième intention, la prise en charge des pieds atteints (Parks, 2011), mais ce n'est pas dans les objectifs de cet article.

## 8.6. Dégradation de la paroi

La paroi, *stratum medium*, est formée de nombreux tubules cornés, parallèles, caractérisés par une haute résistance à la dégradation (Apprich *et al.*, 2006). Toutefois une dégradation peut être induite par des enzymes kératolytiques produites par des microorganismes (Apprich *et al.*, 2006). Cette dégradation est souvent décrite comme une cause étiologique de maladie de la ligne blanche (Apprich *et al.*, 2006 ; O'Grady, 2006) et est visible comme une(des) petite(s) île(s) poussiéreuse(s) dans la paroi proche de la ligne blanche (O'Grady 2006). Dans la littérature, il est suggéré que ceci arrive plus facilement chez l'âne que chez le cheval à cause de la différence en densité tubulaire qui est décrite comme moindre en moyenne chez l'âne par rapport au poney et au cheval (Reilly *et al.*, 1996 ; 1998 ; Collins, 2004). Le traitement consiste à appliquer régulièrement des désinfectants ou un bain de pied avec de l'eau de javel diluée, de l'eau oxygénée ou encore de la liqueur de Vilatte (O'Grady, 2006). En cas d'échec, la partie atteinte peut être enlevée (O'Grady, 2006). Des suppléments de biotine peuvent également être administrés oralement durant une certaine période (Kempson, 1990).

## 9. Conclusion

L'âne est un équidé qui a les mêmes origines que le cheval, mais qui s'est adapté aux différents environnements pour survivre, en adaptant son sys-

tème locomoteur. Les boiteries chez le cheval sont souvent liées à son activité et sa condition athlétique tandis que la boiterie chez l'âne est le plus souvent liée aux pieds. Cet article décrit les différences entre les pieds de l'âne et du cheval ainsi que les pathologies les plus fréquemment rencontrées en cas de boiterie.

## Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier Laure Bitz, Jacqueline Borgers et Carine Jacqmot pour la relecture du manuscrit, ainsi que l'Association Nature Ecole Attelage (ANENA, Villotran 60, France) et en particulier Gérard Martin, président d'ANENA, de nous avoir envoyé les différents cas qui nous ont permis de décrire la maréchalerie de l'âne de cette façon.

## THE ANATOMICAL PARTICULARITIES AND THE SPECIFIC PATHOLOGICAL CONDITIONS OF THE FOOT OF THE DONKEY

### Summary

When the veterinarian is asked for lameness diagnosis of the donkey, he is mostly confronted with hoof problems. The aim of this article is to describe the anatomical particularities of the donkey hoof and summary of the most frequently seen pathological conditions of the donkey foot.

## BIBLIOGRAPHIE

- APPRICH V., SPERGSER J., ROSENGARTEN R., STANEK C. In vitro degradation of equine keratin by dermatophytes and other keratinophilic fungi. *Vet. Microbiol.*, 2006, **114**, w
- BURNHAM S. Anatomical differences of the donkey and mule. In : American Association of Equine Practitioners (AAEP) (Ed.), Proceedings of the 48<sup>th</sup> Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, Orlando, Florida, USA, 4-8 December 2002, 2002, 102-109.
- CHATEAU H., ROBIN D., FALALA S., DEGUEURCE C., DENOIX J., CREVIER-DENOIX N. Anatomie et biomécanique du pied. In : 10<sup>e</sup> congrès de médecine et de chirurgie équine, Genève, 11-13 décembre 2007, 2007.
- COFFMAN J. Biomechanics of pedal rotation in equine laminitis. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1970, **156**, 219-221.
- COLLINS S. A materials characterisation of laminitic donkey hoof horn (PhD thesis). De Montfort University : Leicester, 2004, 361 p.
- COLLINS S., WEALLEANS H., HOPEGOOD L., LATHAM R., NEWLYN H., REILLY J. Foot, hoof and fancy FEA: current studies on the donkey hoof. In : British Equine Veterinary Association (Ed.), Proceedings of the annual congress (Medicine and surgery of the donkey), Glasgow, September 2002, 2002, 1-15.
- COLLINS S., DYSON S., MURRAY R., BURDEN F., TRAWFORD A. Radiological anatomy of the donkey's foot: objective characterisation of the normal and laminitic donkey foot. *Equine Vet. J.*, 2011, **43**, 478-486.

- COLLINS S., MURRAY R., DYSON S., BURDEN F., TRAWFORD A. Radiographic anatomy of the donkey foot. Part 2: Multivariate analyses of the normal and laminitic donkey foot: a basis for a new radiographic diagnostic technique. *Am. J. Vet. Res.*, 2012, **73**, 1207-1218.
- CRANE M. Further thoughts on the care of donkey's feet. In : British Equine Veterinary Association (Ed.), Proceedings of the Veterinary & Farriery Practice conference, 2003, 12-13.
- CRIPPS P., EUSTACER R. Radiological measurements from the feet of normal horses with relevance to laminitis. *Equine Vet. J.*, 1999, **31**: 427-432.
- DESBROSSE F. Les affections du podophylle. In : 10<sup>e</sup> congrès de médecine et de chirurgie équine, Genève, 11-13 décembre 2007, 2007.
- FOWLER J. Trimming donkeys feet. *Equine Vet. Educ.*, 1995, **7**, 48-51.
- GIBSON K., STASHAK T. The steps in diagnosing navicular syndrome. *Vet. Med.*, 1990, **85**, 168-176.
- GROVES C. Horses, asses and zebras in the wild. David & Chares : London, 1974, 192 p.
- HAYES M. Effects of climate and soil on conformation. In : Hayes M.H., Points of the horse. Arco : New York, 1969, 396-410.
- HIFNY A., MUSK N. Anatomy of the hoof in donkeys. *Assiut Vet. Med. J.*, 1983, **10**, 3-6.
- HOPEGOOD L. Tubule density, moisture content and mechanical properties of donkey hoof horn (PhD thesis). De Montfort University : Leicester, 2002.
- JOHNSON P., GANJAM V., SLIGHT S., KREEGER J., MESSER N. Tissue-specific dysregulation of cortisol metabolism in equine laminitis. *Equine Vet. J.*, 2004, **36**, 41-45.
- KEMPSON S. Ultrastructural observation on the response of equine hoof defects to dietary supplementation with Farrier's formula. *Vet. Rec.*, 1990, **127**, 494-498.
- KYAW-TANNER M., POLLITT C. Equine laminitis: increased transcription of matrix metalloproteinase -2 (MMP-2) occurs during the development phase. *Equine Vet. J.*, 2004, **36**, 221-225.
- LEACH D. The structure and function of the equine hoof wall (Phd thesis). University of Saskatchewan : Saskatoon, 1980.
- LECHNER J. Beitrag zum Hufmechanismus. *Dtsch. Z. Tiermed.*, 1882, **8**, 179-199.
- LUNGWITZ A. Der genewärtige Standpunkt der mechanischen Verrichtungen des Pferdeshufes. *Der Hufschmied*, 1883, **1**, 4-7, 17-21.
- LUNGWITZ A. The changes in the form of the horse's hoof under the action of the bodyweight. *J. Comp. Path. Therap.*, 1891, **4**, 191-211.
- MILES W. The horse's foot and how to keep it sound. Longman, Brown, Green and Longman: London, 1856, 70 p.
- MOLEMAN M., VAN HEEL M., VAN WEEREN P., BACK W. Hoof growth between two shoeing sessions leads to a substantial increase of the moment about the distal, but not the proximal, interphalangeal joint. *Equine Vet. J.*, 2006, **38**, 170-174.
- NEWLYN H., COLLINS S., COPE B., HOPEGOOD L., LATHAM R., REILLY J. Finite element analysis of static loading in donkey hoof wall. *Equine Vet. J.*, 1998, Suppl. 26, 103-110.
- O'GRADY S.E. How to manage white line disease. In : American Association of Equine Practitioners (AAEP) (Ed.), Proceedings of the 52<sup>nd</sup> Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, San Antonio, Texas, USA, 2-6 December 2006, 2006, 520-525.
- ORSINI J. A fresh look at the process of arriving at a clinical prognosis. Part 1: laminitis. *J. Equine Vet. Sci.*, 2011, **31**, 194-201.
- PARKS A. Minitis. In : Baxter G., Adams & Stashak's lameness in horses. Wiley-Blackwell : Ames, 2011, 535.
- PASS M., POLLITT S., POLLITT C. Decreased glucose metabolism causes separation of hoof lamellae in vitro: a trigger for laminitis? *Equine Vet. J.*, 1998, Suppl. 26, 133-138.
- POLLITT C. The basement membrane pathology: a feature of acute equine laminitis. *Equine Vet. J.*, 1996, **28**, 38-46.
- REILLY J., COLLINS S., COPE B., HOPEGOOD L., LATHAM R. Tubule density of the stratum medium of horse hoof. *Equine Vet. J.*, 1998, Suppl 26, 4-9.
- REILLY J., COTTRELL D., MARTIN R., CUDDEFORD D. Tubule density in equine hoof horn. *Biomimetics*, 1996, **4**, 23-35.
- STUMP J. Anatomy of the normal equine foot, including microscopic features of the laminar region. *J. Am. Vet. Assoc.*, 1967, **151**, 1588-597.
- SVENDSEN E.D. Medical & Special Care. In : Svendsen E.D., Professional handbook of the Donkey. Whittet Books : London, 1997, 48-71.
- THOMASON J., BIEWENER A., BERTRAM J. Surface strain on the equine hoof wall *in vivo*: implications for the material design and functional morphology of the wall. *J. Exp. Biol.*, 1992, **166**, 145-165.
- VAILLANT J. Quel choix d'alliage pour une bonne ferrure en aluminium ? In : 13<sup>e</sup> congrès Michel Vaillant, Cluses, 6 mars 2009, 2009.

VERSCHOOTEN F., VAN  
WAEREBEEK B., VERBEECK  
J. The ossification of cartilages  
of the distal phalanx in the horse:  
an anatomical, experimental,  
radiographic and clinical study.  
*J. Equine Vet. Sci.*, 1996, **16**,  
291-305.

WALKER M., TAYLOR T., SLATER  
M., HOOD D., WEIR V.,  
ELSLANDER J. Radiographic  
appearance of the feet of mam-  
moth donkeys and the findings of  
subclinical laminitis. *Vet. Radiol.*  
*Ultrasound*, 1995, **35**, 32-37.

WEALLEANS H. Characterisation  
of the moisture content and  
growth of donkey hoof horn (PhD  
thesis). De Montfort University :  
Leicester, 2008, 257 p.