



PHYSIOLOGIE DU PIED DU CHEVAL ET FERRURE NBS

THÈSE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLÔME D'ÉTAT

*présentée et soutenue publiquement en 2004
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Geoffrey, Yves, Serge VANDENHOUT
Né, le 29 février 1976 à HUY (BELGIQUE)

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur André CAZIEUX

JURY

PRÉSIDENT :
M. Jean HOFF

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESSEUR :
M. André CAZIEUX
M. Yves LIGNEREUX

Professeur Émérite de l'École Nation
Professeur à l'École Nationale Vétéri
Physiologie du pied du cheval et ferrure NBS



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

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

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **CABANIE Paul**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **DARRE Roland**, *Productions animales*
- M. **DORCHIES Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
- M. **BODIN ROZAT DE MANDRES NEGRE Guy**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **EECKHOUTTE Michel**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
- M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **MARTINEAU Guy-Pierre**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*
- M. **MILON Alain**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
- M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

PROFESSEURS 2^e CLASSE

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

PROFESSEUR ASSOCIE

- M. **HENROTEAUX Marc**, *Médecine des carnivores*

INGENIEUR DE RECHERCHES

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

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

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

MAITRE DE CONFERENCES HORS CLASSE

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

MAITRE DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

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

MAITRES DE CONFERENCES CONTRACTUELS

- M. **CASSARD Hervé**, *Pathologie du bétail*
N. **DESMAIZIERES Louis-Marie**, *Clinique équine*
M. **LEON Olivier**, *Elevage et santé en productions avicoles et porcines*

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE

- M. **REYNOLDS Brice**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie pathologique des animaux de rente*
Mme **MEYNADIER-TROEGELER Annabelle**, *Alimentation*
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
Mlle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*

A Monsieur le Professeur Jean HOFF

Professeur des Universités
Praticien hospitalier
Chirurgie générale,

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.
Hommage très respectueux.

A Monsieur le professeur André CAZIEUX

Professeur Emérite de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Pathologie chirurgicale,

En remerciement de sa confiance, de sa patience et de ses précieux conseils.
Qu'il puisse trouver dans cet ouvrage l'expression de notre plus vive gratitude et de notre profond respect.

A Monsieur le Professeur Yves LIGNEREUX

Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Anatomie,

En souvenir de nos meilleurs cours d'Anatomie.
Qu'il trouve ici la marque de notre plus sincère reconnaissance et de notre plus profond respect.

A ma famille,

Mes parents,
Pour le soutien, la confiance et la patience dont ils ont toujours fait preuve ; leur fierté envers moi n'a d'égal que celle que j'ai envers eux.
Qu'ils trouvent à travers ce travail une modeste récompense à tous leurs efforts.

Mes Grands-pères, mes Grands-mères,
Pour tous ces moments inoubliables et ces innombrables « leçons de choses » qui ont beaucoup participé à ce que je suis devenu.
Vous serez toujours présents.

A Céline,

Mon Ch' titt Namourtt ...
Que ta gentillesse et ton sourire m'accompagnent jusqu'au bout du rêve.
Je t'aime infiniment

A Martine (la belle Maman), Michel (le beau Papa), Stéph (la bel'doche) et Manu (le p'tit Beauf),

Mon autre famille de Nantes ... j'adore les bretons de Nantes !!!

A mes Amis,

Les Gibolins, Xav...ou la Wache, Jérôme...ou le Ch' Wal, Manu...ou le p'Wasson
Et leurs petites femmes Milou, Vio et Hélène.
N'essayez pas avec les chiens ou les chats, je sais pas où on met le W ...
Peace and Love.

Les Témoins,

Aymeric (merci pour la guitare), Estève et sa petite famille

Les Docteurs,

Djedje...ou « Viens voir le docteur ... non, n'aie pas peur !! »
Minette...ou « La montagne, ça vous gagne ! »
Le Ston...ou « Y va y'avoir du sport, mais moi j'reste tranquille »

Les Poulots,

Mat, Sophie, Romu, Blaze, Guigui, Nico, Deb, Nono, Psy, ...

Les bayonneux de Pinsaguel,

Nico, Scut, Tchass, ...

Dans le désordre,

Julien (t'inquiète pas, t'auras droit à une dédicace spéciale), Pif, Ludo, Zorro, 100π, Fick, Bubble,
Biloute et Duncan, Zoul, Les DOF, Philou, Meuh, Séverine, Scarole, Lolo, Meket, Stouk, Chacha, Gigi,
Scaf,

Désolé pour ceux que j'ai oublié, vous êtes les petits points de suspension !!

Et ...

A Led Zeppelin, The Grateful Dead, Ten years after, Jefferson Airplane, The Papas and the Mamas, Jimi, Carlos Santana, Jerry Lee Lewis, la Sinsemilia, Manu chao et la Mano Negra, Sublime, Spook and the Guay, Pink Floyd, les Wiseguys (Ooh la la !!), la salsa, Pink Martini, ...et bien sûr ... Hubert Félix, pour toute l'énorme source d'inspiration qu'ils représentent.

PHYSIOLOGIE DU PIED DU CHEVAL
ET FERRURE NBS

Table des Matières

Introduction 4

Première Partie : Le Pied du Cheval. 5

I.1. Evolution et Fonctions Naturelles du Pied du Cheval.
6

I.2. Structure et Fonctionnement du Pied.
9

I.2.1. La boîte cornée.
9

I.2.2. La membrane kératogène.
13

I.2.3. Formation du tissu corné
15

I.2.4. La base ostéo-articulaire
16

I.3. La Domestication et ses Conséquences.
19

Deuxième Partie : Etude des Chevaux Sauvages et Ferrure NBS
23

(Natural Balanced Shoe)

II.1. Etude des Chevaux Sauvages
24

II.1.1. Intérêts et objectifs de l'étude
24

II.1.2. Description de l'étude	25
II.1.3. Observations et Résultats	26
II.1.4. Critique de l'étude	28
<u>II.2. Ferrure NBS (Natural Balance Shoe)</u>	30
II.2.1. Description du Fer	30
II.2.2. Intérêts Biomécaniques	32
<u>TROISIEME PARTIE : APPLICATIONS PRATIQUES</u>	37
<u>III.1. Méthode de parage et de ferrure avec NBS.</u>	38
III.1.1. Préparation du pied	38
III.1.2. Mise en place du Fer	44
III.1.3. Utilisation de la Radiographie	48
<u>III.2. Applications pratiques de la ferrure NBS (Natural Balance Shoe).</u>	51

III.2.1. Défauts d'aplomb dans le sens latéro-médial

51

III.2.2. Pincés longues - Talons fuyants

52

III.2.3. Maladie naviculaire

53

III.2.4. Fourbure

54

III.2.5. Autres applications possibles

55

Conclusion

56

BIBLIOGRAPHIE

57

Introduction Générale

A partir des années 1986-1987, Gene Ovnicek, maréchal ferrant aux Etats-Unis, entreprit une étude sur les chevaux sauvages du Montana. Le but de cette étude était de comprendre comment les chevaux sauvages peuvent gérer leurs pieds sans présenter les pathologies que l'on retrouve habituellement chez les chevaux domestiques. Après plusieurs mois, ses observations lui permirent d'émettre une théorie dont la plupart des principes vont à l'encontre des idées reçues jusqu'à présent à propos des pieds des chevaux.

Par la suite, il décrit un protocole complet de parage et de ferrure des chevaux et un nouveau type de ferrure apparaît : le fer NBS ou Natural Balanced Shoe, utilisant la ligne de bascule du pied, et dont l'architecture se base sur les résultats de cette étude.

Après avoir rappelé brièvement l'évolution du pied du cheval jusqu'à sa forme actuelle et les conséquences de son utilisation sur sa conformation, ce travail nous permettra de décrire cette étude et de faire une critique objective des résultats obtenus.

Nous verrons ensuite en détail la méthode de parage et de ferrure avec les fers NBS proposée par Ovnicek.

Enfin, nous dégagerons les applications possibles de cette ferrure et les limites de ces applications en pratique.

PREMIERE PARTIE

LE PIED DU CHEVAL

La fonction primordiale du pied, comme pour tous les mammifères terrestres, est d'offrir une protection suffisante au reste du membre lors de son contact avec le sol et de permettre à l'animal de se déplacer, notamment, dans le cas du cheval, d'échapper à ses prédateurs. Le cheval actuel possède un seul doigt, mais ça n'a toujours pas été le cas. Pour illustrer ceci de la façon la plus complète, il faut examiner le pied depuis ses origines, et comprendre les raisons du développement d'un doigt simple durant son évolution.

I.1. EVOLUTION ET FONCTIONS NATURELLES DU PIED DU CHEVAL

Tout commence à l'aube de l'ère tertiaire, il y a environ 60 millions d'années. Eohippus (*eos*, aurore), l'ancêtre du cheval que nous connaissons actuellement, fait ses premiers pas dans les forêts aux allures tropicales de l'Eocène et du Paléocène. Ce n'est alors qu'un petit mammifère de la taille d'un renard. Avec une quarantaine de centimètres au garrot, il ressemble à un petit tapir et se nourrit exclusivement de feuilles d'arbres. (Figure 1 et 2).



Figure 1 : Faune et flore de l'Eocène inférieur. Deux spécimens d' *Eohippus* sont représentés en bas à droite.

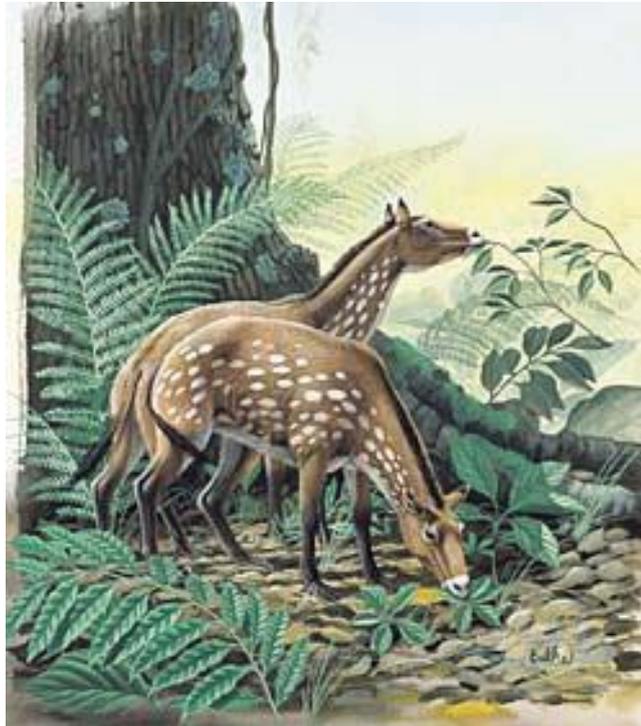


Figure 2 : Deux spécimens d' *Eohippus* dans une forêt du paléocène.

Les pieds de ces « chevaux » possédaient quatre doigts sur chaque membre antérieur et trois sur chaque postérieur. Ceux-ci, ayant la faculté de s'écarter, étaient particulièrement bien adaptés pour les déplacements sur les sols humides et tendres des forêts marécageuses dans lesquelles ils vivaient, tout comme le tapir qui vit encore aujourd'hui dans des conditions semblables au milieu des forêts tropicales d'Asie ou d'Amérique du sud. L'augmentation de la surface de support empêchait les animaux de s'enfoncer profondément dans la boue sur laquelle ils se déplaçaient. (16,31).

Les bouleversements climatiques qui eurent lieu pendant la première partie de l'ère tertiaire sont sans doute responsables du développement du doigt simple. Les sols s'assèchent durant plusieurs milliers de générations, les terrains deviennent plus dégagés et de plus en plus durs. Les petits « chevaux » sont obligés de sortir de la forêt pour chercher leur nourriture, et

ce faisant, ils rencontrent de nombreux prédateurs. Sur ces sols, le jeu de doigts latéraux devient alors désavantageux, entraînant une perte de vitesse évidente par les forces de frictions qu'il occasionne. (31).

L'assèchement des sols oblige donc les « premiers chevaux » à rencontrer leurs prédateurs, ainsi, ils développent un fort instinct de fuite. En même temps, pour augmenter sa vitesse, Eohippus perd progressivement ses appuis sur les doigts latéraux et devient Mesohippus, un peu plus grand, il mesure cinquante centimètres. Il lui faudra encore environ 20 millions d'années pour prendre les quarante centimètres supplémentaires qui feront de lui un athlète de 90 centimètres de hauteur appelé Mérychippus, et entrer dans la famille des périssodactyles. Encore 10 millions d'années, et il devient Pliohippus le solipède, mesure environ un mètre quinze. (Figure 3).

Le dernier de la famille apparût il y a environ un million d'année, *Equus caballus*, qui est à la base des chevaux de Przewalsky (voir la Figure 4), du Tarpan, des chevaux des forêts et des toundras. Le Tarpan a disparu, mais les trois autres sont les pères fondateurs des races actuelles, soit par adaptation au milieu, soit par sélection génétique par l'homme. (16).

Il aura donc fallu près de 60 millions d'années à Eohippus pour devenir *Equus caballus*, mais nous verrons par la suite que le pied du cheval a aussi du subir des changements beaucoup plus radicaux dans son environnement durant sa domestication.

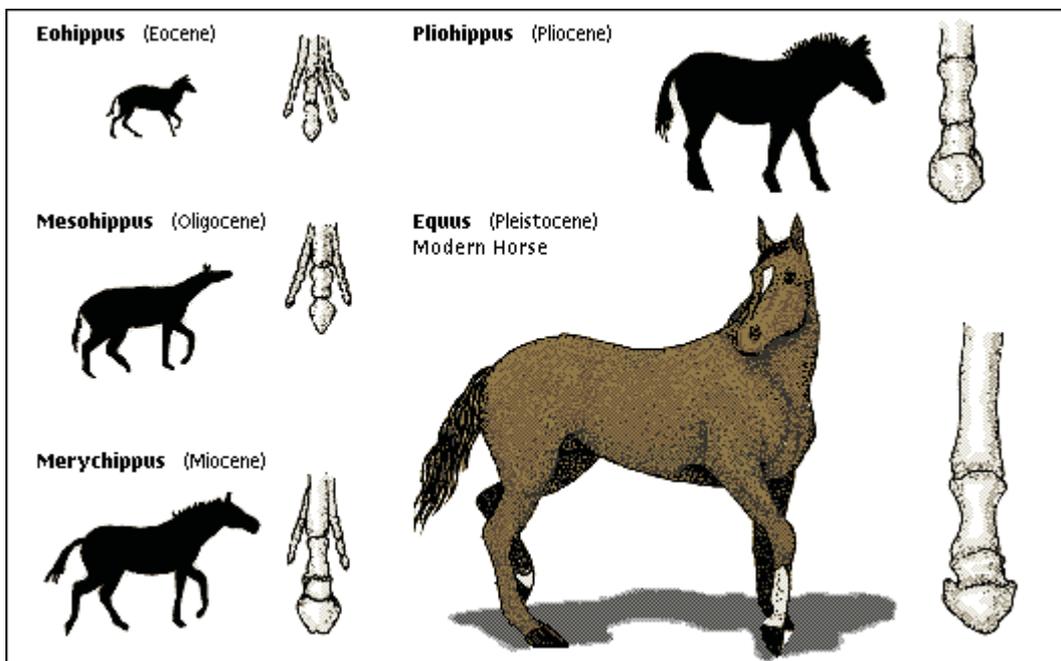


Figure 3 : Evolution du squelette du membre jusqu'au genre *Equus* ou cheval actuel (d'après Encarta).



Figure 4 : Cheval de Przewalsky.

Le pied du cheval est donc à présent composé d'un doigt simple, du point de vue phylogénique, le troisième doigt correspondant au majeur sur une main humaine. Son « ongle » s'est considérablement modifié pour donner finalement une boîte de corne assurant la protection des tissus du pied lors du contact des membres avec le sol. Intéressons nous maintenant à la structure de ce pied et à son fonctionnement.

I.2 STRUCTURE ET FONCTIONNEMENT DU PIED

I.2.1. La boîte cornée.

La boîte cornée, qui constitue l'emballage des tissus mous du pied, est constituée de trois parties intimement liées que sont la paroi, la sole et la fourchette.

I.2.1.1. La paroi. (6, 21, 23, 30)

La paroi est l'équivalent d'un ongle modifié extrêmement puissant, épais et solide. Produite au niveau du bourrelet coronal, elle s'allonge sans cesse en direction de son bord distal où elle subit une usure permanente au

contact du sol pour les pieds non ferrés. Cette progression constante de la corne, appelée « avalure », est d'environ 1 à 2 centimètres par mois en pince.

Afin de faciliter sa description, on la divise habituellement en quatre parties aux limites peu identifiables que sont la pince, les mamelles, les quartiers et les talons.

Au niveau des talons, la paroi se réfléchit brusquement pour se poursuivre en bordure de la fourchette par les barres, qui vont en s'atténuant vers l'apex de la fourchette, où elles deviennent indiscernables.

La paroi du sabot présente deux faces et deux bords.

Sa face externe est lisse et finement striée en longueur, traduisant la progression proximo-distale continue des fibres de kératine qui la composent.

Sa face interne est hérissée de lamelles épidermales (environ 600), minces et parallèles, étendues en ligne droite du bord coronal au bord solaire. L'ensemble de ces lamelles de corne souple engrénées à celles du derme sous-jacent constitue le kéraphylle, qui représente le stratum internum de la paroi.

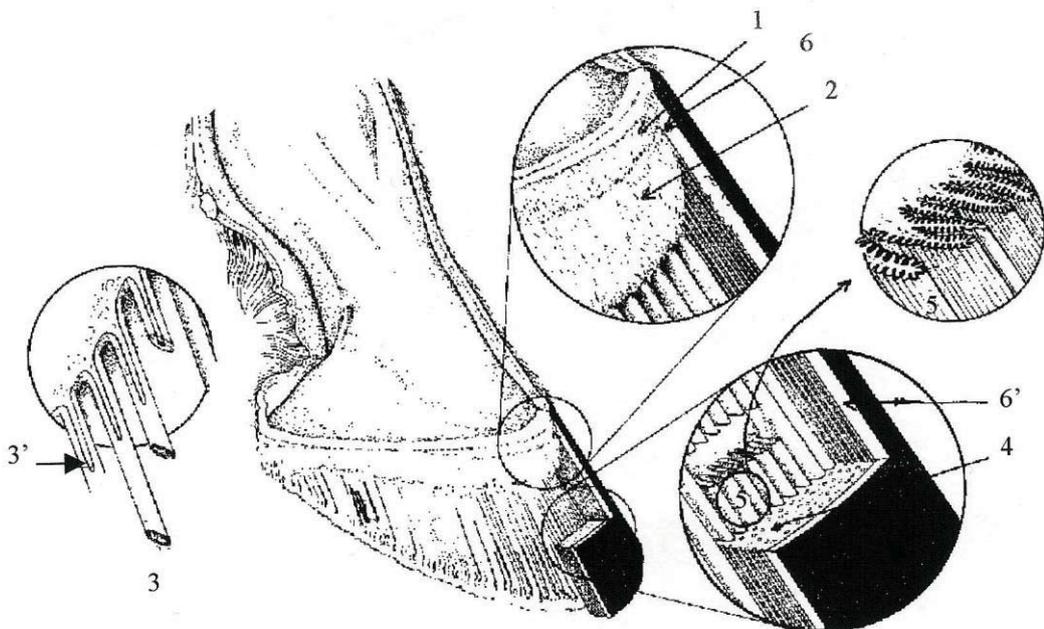


Figure 5 : Structure de la paroi et du derme sous-jacent.

1. périople ; 2. Derme coronaire ; 3. Tubule de corne ; 3'. Papille du derme coronaire ; 4. Stratum medium ; 5. Lamelles dermiques du kéraphylle ; 6. Corne issue du bourrelet coronaire ; 6'. Stratum externum.

Le bord coronal est en contact avec le bourrelet coronal au niveau d'un sillon présent sur toute la partie proximale de la corne pariétale : le sillon coronal. Le fond de ce sillon est criblé d'une multitude de petits trous, chacun correspondant à une papille du bourrelet et marquant l'origine d'une fibre de la corne.

Le bord solaire est libre et s'use au contact du sol chez les chevaux non ferrés. Son revers interne est très solidement uni à la corne de la sole par le solide engrènement des lames du kéraphylle avec celles du podophylle. La corne du kéraphylle n'étant pas pigmentée, cette zone de contact entre paroi et sole est matérialisée par une étroite bande claire denticulée appelée « ligne blanche ».

1.2.1.2. La sole. (6, 21, 23, 30)

La sole comporte deux faces et deux bords.

Sa face externe est concave en tous sens de façon variable en fonction des individus et s'exfolie en écailles.

Sa face interne est convexe et criblée de petits orifices, chacun recevant, comme dans la zone du sillon coronal, une papille dermique à l'origine d'un tube de corne.

Son bord pariétal, régulièrement parabolique, est uni à la paroi au niveau de la zone blanche que nous avons décrit précédemment.

Son bord central comporte deux parties rectilignes réunies angulairement et délimitent une profonde échancrure dans laquelle vient s'ajuster le coin corné de la fourchette.

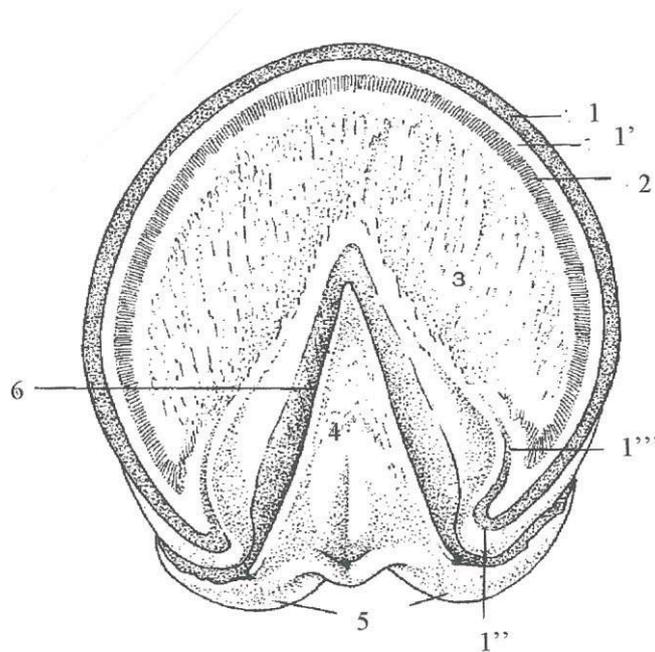


Figure 6 : Surface solaire du pied.

1. Paroi ; 1'. Partie dépigmentée de la paroi ; 1''. Talon ; 1'''. Barre ; 2. ligne blanche ;

3. Sole ; 4. Fourchette ; 5. Glomes ; 6. Lacunes latérales.

I.2.1.3. La fourchette. (6, 21,23, 30).

Formée de corne plus souple et plus élastique, elle représente le revêtement du coussinet digital situé en profondeur. Elle est enclavée entre les barres et de forme grossièrement triangulaire.

Sa face externe présente la lacune médiane et de chaque côté les lacunes latérales qui se réduisent jusqu'à l'apex.

Sa face interne est inversement conformée et criblée de petits orifices analogues à ceux de la face interne de la sole et remplissant le même rôle.

I.2.2. La membrane kératogène.

La membrane kératogène est la partie du tégument qui se retrouve mise à nu lorsque la boîte cornée du sabot a été enlevée. Elle est composée du derme sous onglé, encore appelé chorion, et des couches germinatives de l'épiderme qui le revêt. On lui reconnaît trois parties nettement distinctes par l'aspect, la topographie et le rôle habituellement nommées bourrelet, podophylle et tissu velouté.

I.2.2.1. Le bourrelet. (6, 21, 23, 30).

C'est la partie de la membrane kératogène qui produit la corne de la paroi. Il forme un épais relief d'aspect villeux qui se loge dans les sillons du bord coronal de la paroi.

Couvert de papilles filiformes fortes et longues, il surplombe le podophylle dans sa partie interne et se trouve surplombé par le bourrelet périoplique dans sa partie externe et plus proximale.

Ce bourrelet périoplique produit à la fois le périopie, fine couche protectrice de la partie proximale de la paroi, et le stratum externum.

I.2.2.2. Le podophylle. (6, 21, 23, 30).

Le podophylle est très solidement uni à la phalange distale et aux cartilages ungulaires, et très solidement uni à la paroi du sabot par une série de lamelles secondaires, les lamelles dermiales, qui augmentent considérablement la surface de contact entre le derme et le tissu corné de la paroi.

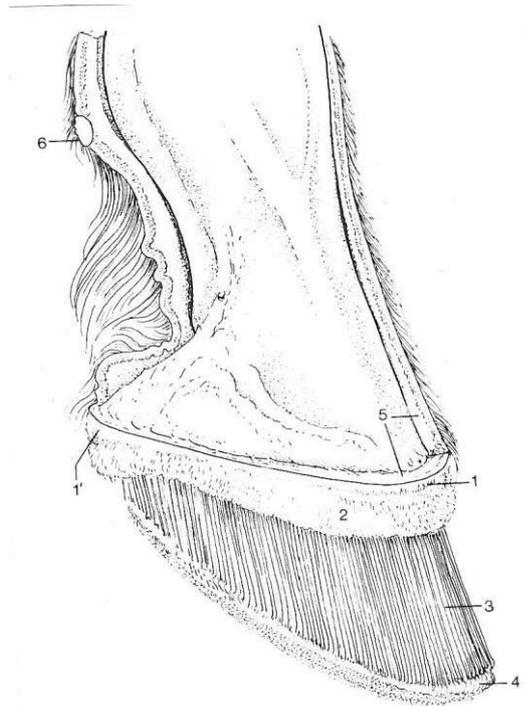


Figure 7 : Membrane kératogène exposée après avoir retiré le sabot.

1. Derme périoplique ; 2. Derme coronaire ; 3. Derme laminaire ; 4. Papille terminale à l'extrémité d'une lamelle dermale.

I.2.2.3. tissu velouté. (6, 21, 23, 30).

C'est la partie de la membrane kératogène qui produit la sole et la fourchette. Elle tire son nom des innombrables papilles dont elle est recouverte.

Dans sa partie qui répond à la sole, elle est mince et très adhérente à la phalange. En regard de la fourchette, elle est très épaisse et constitue le coussinet digital.

I.2.3. Formation du tissu corné.

La boîte cornée est constituée de corne tubulaire et inter tubulaire, et les proportions changent pour ses différentes parties. La corne de la paroi est principalement tubulaire, alors que celle de la sole et de la fourchette est constituée en plus grande partie de corne inter tubulaire.

Les tubules de corne sont formés à partir de la partie germinative de l'épiderme au niveau des papilles dermales. Ces tubules, une fois formés, sont entourés et joints par la corne inter tubulaire, plus lâche, produite par l'épiderme situé en périphérie de ces papilles.

La paroi est unie à la partie périphérique de la troisième phalange par une attache en glissière, du type de celle que l'on retrouve chez l'homme au niveau des ongles des doigts, grâce à l'interdigitation de lamelles dermales (podophylle) et épidermiques (kéraphylle). (6, 21, 23, 30).

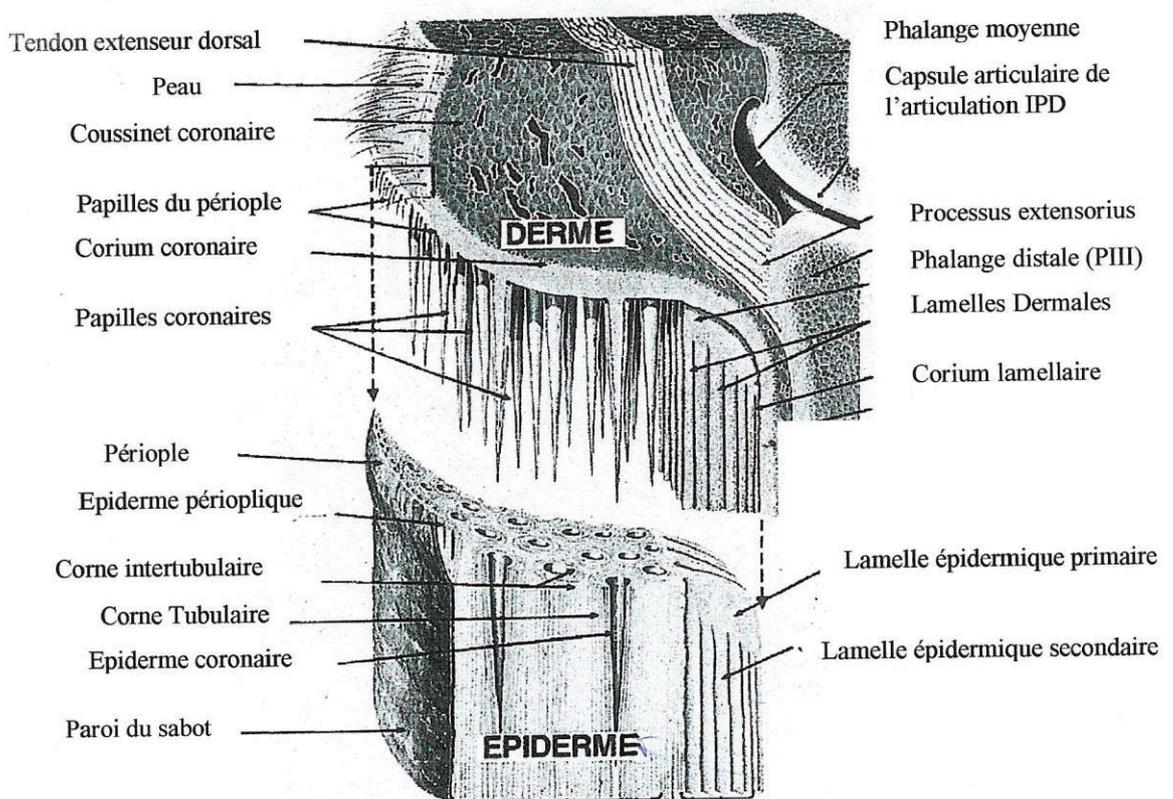


Figure 8 : Diagramme de la région coronaire du pied du cheval.

I.2.4. La base ostéo-articulaire.

I.2.5.1. Le squelette du doigt. (6, 21, 23, 30).

Le squelette constitue l'axe oblique du doigt. Il contient quatre os qui font suite à la partie distale du métacarpien principal (ou os canon), qui est, lui, vertical. Trois d'entre eux représentent les phalanges, proximale, moyenne et distale. Le dernier d'entre eux, l'os naviculaire, se situe en partie palmaire de l'articulation interphalangienne distale, en continuité avec la troisième phalange, et tient un rôle important dans le fonctionnement et la pathologie du pied du cheval.

Le squelette propre au pied, à l'intérieur de la boîte cornée, est constitué uniquement par :

- L'extrémité distale de la phalange moyenne,
- La phalange distale,
- L'os naviculaire

I.2.5.2. Les formations tendineuses. (6, 21, 23, 30).

Il faut noter les principales formations tendineuses qui constituent pour une grande part l'appareil de soutien, et qui nous permettront d'appréhender par la suite la biomécanique de cette région du membre.

Du côté palmaire se trouvent deux tendons fléchisseurs, nommés fléchisseur superficiel du doigt (FSD), ou tendon perforé, et fléchisseur profond du doigt (FPD) ou tendon perforant. Ces deux tendons, faisant suite à une base musculaire, forment la partie active de l'appareil de soutien du doigt. Le FSD, superficiel, vient s'attacher sur la partie palmaire et proximale de la phalange moyenne. Le FPD, plus profond, traverse le FSD et vient se terminer sur la partie palmaire de la phalange distale, recouvrant ainsi par-dessous l'articulation interphalangienne distale.

Encore du côté palmaire, mais plus en profondeur, se trouve un Tendon Suspenseur (ou muscle interosseux III), qui soutient passivement le boulet et

contribue au blocage de l'articulation carpienne pendant la phase de soutien. Juste en amont de son attache sur les os sésamoïdes proximaux, deux fortes brides se détachent pour aller renforcer le tendon extenseur dorsal du doigt.

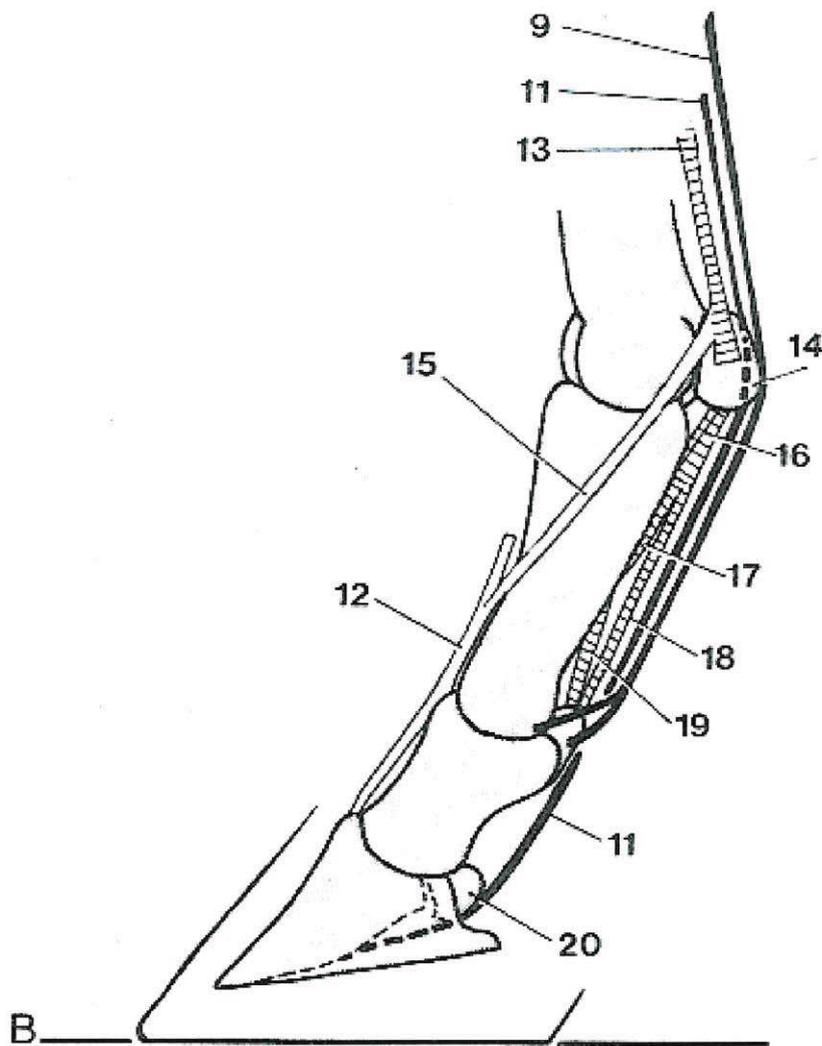


Figure () : Schéma de l'appareil de soutien du pied du cheval

9. Tendon fléchisseur superficiel du doigt ; 11. Tendon fléchisseur profond du doigt ; 12. Extenseur dorsal du doigt ; 13. Tendon suspenseur du boulet ; 14. Os sésamoïdes proximaux ; 15. Branches du suspenseur vers le tendon extenseur dorsal du doigt ; 16.17.18. Ligaments sésamoïdiens ; 19. Ligament palmaire ; 20. Os naviculaire.

I.2.5.3. L'articulation interphalangienne distale.

Cette articulation synoviale de type condyloïde assure l'union de la phalange distale et de l'os sésamoïde distal avec la phalange moyenne.

Presque entièrement abritée par le sabot, sa fonction primordiale est d'absorber les irrégularités du sol.

L'union de ces os est assurée par une vaste capsule articulaire et deux types de ligaments : les ligaments sésamoïdiens et collatéraux. D'autre part, sur la face palmaire, le tendon fléchisseur profond du doigt contribue pour une grande part au soutien phalangien.

Il est important pour appréhender ce qui suit de bien comprendre deux choses essentielles : d'une part, les modifications induites par la domestication aux pieds des chevaux et d'autre part, l'identification des nouveaux besoins en fonction du nouvel environnement et de la nouvelle utilisation du cheval par rapport à son état naturel. C'est pourquoi il nous paraît important de décrire les différentes étapes de la domestication du cheval et leurs conséquences pour le pied équin.

I.3. LA DOMESTICATION ET SES CONSEQUENCES

Lors de ses travaux, le paléontologue français Edouard Piette découvrit dans des grottes préhistoriques du sud de la France et d'Espagne, des peintures rupestres représentant des chevaux et des rennes harnachés grâce à des sortes de licols faits de lianes. D'autres chercheurs ont découvert assez récemment des restes de mâchoires de chevaux vieilles de près de 30000 ans et présentant une usure dentaire comparable à celle que l'on peut observer de nos jours lors de tic à l'appui. On peut donc penser que certains de nos ancêtres de la préhistoire avaient déjà commencé à domestiquer le cheval, et que déjà, certains chevaux s'ennuyaient dans leur box de pierre. (31).



Figure 10 : Cavalier grec, figurine en terre cuite, environ 510 Av. JC.

Plus tard, il y a environ 6000 ans, les chinois commencent à pratiquer l'équitation, et inventent les accessoires qui leurs sont nécessaires (selles, étiérs, filets, etc.). Dès l'âge de bronze (entre 2300 et 800 avant JC), le cheval devient donc un moyen de locomotion utile pour l'agriculture et les conquêtes de nouveaux territoires : les Perses étaient d'excellents cavaliers, autour de 500 av. J.-C., ils possédaient une cavalerie d'animaux puissants (31). Ensuite, il faut attendre l'époque de la Renaissance pour distinguer deux catégories de chevaux : les uns servant aux champs sont trapus et puissants, les autres sont des chevaux de « parade » et s'affinent pour commencer à ressembler à nos montures actuelles.

Ce qu'il est important de noter, c'est que la domestication inflige au cheval des changements environnementaux d'une rapidité extraordinaire par rapport à son état naturel. Le cheval passe d'une vaste étendue herbeuse de type savane (zèbre actuel) où il vit au gré de ses besoins et au rythme des saisons, à un milieu nettement plus clos, où il devient un animal sédentaire utilisé pour le travail ou l'agrément, répétant souvent sans cesse les mêmes gestes à longueur de journée. (16, 17, 27).

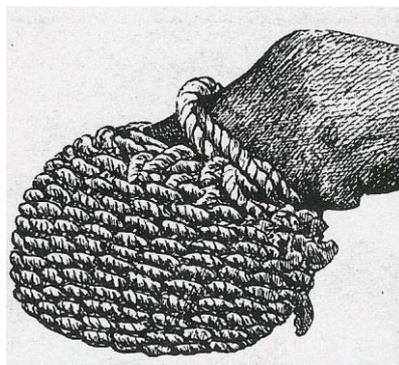


Figure 11 : L'une des premières protections du sabot.

Comme l'explique Lecuyer, la domestication du cheval commence par la modification de ses conditions d'alimentation : le cheval herbivore devient presque exclusivement granivore. Les conséquences sont multiples. D'abord, le cheval ne se déplace plus sur de longues distances pour se nourrir. Les séjours prolongés en box ou dans de petites pâtures modifient et diminuent la vascularisation de ses pieds. La distribution des rations, deux à trois fois par jour et en quantités importantes, ne correspondent pas à la physiologie de son système digestif, et favorisent les surcharges alimentaires avec des conséquences directes sur le métabolisme et encore les pieds lors de fourbure par exemple. Même lorsqu'il se trouve en pâtures, la moindre variété des végétaux et la qualité différente des sols modifient considérablement les apports et peuvent être à l'origine de carences (déminéralisations). (27).

Le séjour prolongé sur de la paille qui se transforme très souvent en fumier ou sur copeaux humides, imbibés d'urine, forment un environnement très acide qui ramollit et attaque la corne.

L'utilisation proprement dite du cheval par l'homme a aussi des conséquences diverses. Le poids du cavalier et du harnachement, la traction de différents attelages, le saut, modifient parfois terriblement les pressions exercées, les centres de pression, les angles articulaires. A noter que c'est surtout l'effet répétitif de ces efforts inhabituels qui cause le plus de dégâts.

Les capacités d'adaptation du pied du cheval sont immenses, les maréchaux expérimentés le savent bien, et ces modifications sont souvent très rapides. En période de sécheresse, le sabot devient plus résistant, se protégeant ainsi d'une usure excessive sur un sol devenu lui aussi dur et sec. Au contraire, en période humide, la corne devient plus souple et plus tendre.

La principale conséquence de cette incroyable capacité d'adaptation est que le parage régulier des pieds et l'utilisation des fers a pris au fil du temps une importance capitale. La pratique de la maréchalerie permet de mimer artificiellement l'usure du pied de ces chevaux devenus sédentaires et les fers permettent de les protéger lorsque le cheval effectue un travail intense susceptible d'abîmer ses pieds exagérément. Mais malheureusement, et encore de nos jours, les erreurs de parage ou de ferrures sont encore beaucoup trop nombreuses. (16, 27).

Quelquefois, ces erreurs sont faites volontairement et souvent à la demande des propriétaires ou des entraîneurs de chevaux, qui ne connaissent que très peu les conséquences que cela peut avoir à plus ou moins long terme. Par exemple, on peut citer une des déformations les plus souvent rencontrée en clientèle équine : la conformation de pinces longues avec des talons fuyants. Les Pur-sang de course sont souvent parés et ferrés de façon à favoriser cette conformation à la demande des entraîneurs, pensant, à tort, que cette conformation augmente la vitesse et la longueur de foulée des chevaux.

Toutes ces modifications induites par la domestication des chevaux produisent différents effets au niveau de leurs pieds, et les conséquences de ces influences non naturelles peuvent produire des effets néfastes pour la santé des pieds et des membres de façon plus générale. C'est d'abord l'oubli de ferrer en prenant en compte les caractéristiques d'un pied conformé de façon naturelle. Comme nous le verrons, cette conformation, que l'on dit naturelle, est avant tout une histoire d'angles, de mesures et de distribution des forces et pressions dans le pied, c'est un équilibre fragile que l'on peut essayer de maintenir ou que l'on peut complètement détruire pendant le parage ou le ferrage. (16).

La grande majorité des chevaux domestiques ont au moins une des caractéristiques décrites ci-dessous, encouragées par les pratiques de ferrure qui oublient trop souvent de simuler les actions et conditions de l'environnement naturel des chevaux.

Comme nous l'avons vu, la plus commune est la conformation avec un angle en pince trop aplati. C'est la conséquence directe de la conformation

pince-longue/talon-bas. Cette conformation cause une hyper-extension des articulations inter-phalangiennes et une augmentation de la tension des ligaments et tendons qui leurs sont associés. Ainsi, le centre de pressions du pied est déplacé vers l'arrière et sur la zone du naviculaire, des tensions excessives s'exercent sur le fléchisseur profond, notamment pour permettre le départ du pied, rendu plus difficile par l'augmentation du bras de levier. Cette augmentation de force du FPD augmente les pressions exercées par celui-ci sur l'os naviculaire.

Les talons bas peuvent être complètement fuyants, ce qui a pour conséquence de déplacer le poids vers les régions en arrière du sabot, ce qui augmente aussi les pressions sur les régions postérieures du pied et les efforts des tendons fléchisseurs lors du départ du pied pendant la phase de propulsion.

La sole de ces pieds est souvent trop fine et trop aplatie, perdant sa capacité d'absorption des chocs. Elle est souvent de mauvaise qualité et perd son élasticité.

Enfin, confinés dès leur plus jeune âge dans des espaces limités, ces chevaux ne développent pas correctement leur masse musculaire et ils développent fréquemment des défauts d'aplombs les prédisposant à d'autres pathologies plus graves. (chevaux cagneux, panards, etc.). (16).

DEUXIEME PARTIE

L' ETUDE DES CHEVAUX SAUVAGES ET LA FERRURE NBS (Natural Balanced Shoe)

II.1. ETUDE DES CHEVAUX SAUVAGES

II.1.1. Intérêts et objectifs de l'étude.

Les profondes contradictions confrontant les personnes impliquées dans le milieu équin forment sans conteste les bases de cette étude réalisée en 1986 par Gene Ovnicek.

Comme nous l'avons signalé dans le chapitre précédent, de nombreuses demandes peu raisonnables sont soumises aux vétérinaires et aux maréchaux par les propriétaires en ce qui concerne les soins aux pieds des chevaux, ceci pouvant compromettre à terme le bon fonctionnement des parties distales des membres, en leur procurant des formes ou des positions artificielles. Non seulement la majorité de ces idées sont fausses, mais les personnes dédiées au soin des pieds du cheval savent bien qu'à plus ou moins long terme, une déformation du sabot peut se produire et que différents types de boiteries peuvent en être la conséquence. (28).

Les propriétaires, les entraîneurs et de façon générale, les acteurs des divers groupes de race de chevaux de sport ou de loisir, avec les meilleures intentions à l'esprit, dictent souvent la conformation du sabot (longueur de la pince, mesures des angles), les types de fers et le poids de fers aux praticiens, mais avec une connaissance souvent très limitée des effets secondaires qui peuvent se produire à plus ou moins long terme. (1).

Le principe de l'équilibre naturel est une accumulation d'idées de bon sens, puis de résultats scientifiques au sujet des soins au sabot et de leurs répercussions sur les performances et la santé de l'appareil locomoteur du cheval. L'observation des pieds équins, qu'ils soient domestiques ou sauvages, forme la base à partir de laquelle des recherches plus précises ont été menées.

L'objectif de ce travail sur les chevaux sauvages était donc de rechercher des éléments qui pourraient aider les différents acteurs du milieu équestre à mieux comprendre le fonctionnement des parties les plus distales du membre équin, et d'apporter des réponses aux nombreuses contradictions qui divisent les personnes dédiées aux soins des pieds du

cheval, en espérant améliorer leur santé et leurs performances à plus long terme.

II.1.2. Protocole de l'étude. (28).

Les chevaux sauvages examinés ont été rassemblés dans le Wyoming. Le rassemblement des chevaux permit à Gene Ovnicek de mener à bien son étude lors de la capture de chaque cheval. Un groupe de 65 chevaux fût examiné.

Trois groupes distincts furent étudiés. Le premier groupe était issu d'un environnement aride, sablonneux de type désertique. Le second venait d'une prairie herbeuse, tandis que le troisième groupe provenait d'un désert d'argile, de granit et de pierres calcaires. Ces trois environnements sont désignés respectivement sous les termes de souple, moyen et dur.

L'enregistrement des informations procédait en plusieurs étapes durant lesquelles chaque pied était numéroté, photographié puis mesuré.

-Etape 1 : Chaque pied antérieur était débarrassé de façon sommaire de l'excès des débris, de façon à permettre une visualisation claire de sa surface solaire.

-Etape 2 : Une planche de bois revêtue de peinture noire était appliquée sur la face solaire du pied, ce qui permettait de faire apparaître les zones principales de contact avec le sol.

-Etape 3 : Une ligne reliant les deux empreintes en pince était tracée, puis les diagonales reliant chaque marque en pince à la marque du talon opposé.

-Etape 4 : Les distances entre le point d'intersection des diagonales et la pointe de la fourchette et entre la pointe de la fourchette et la ligne reliant les deux marques en pinces étaient mesurées.

-Etape 5 : Chaque distance entre la pointe de la fourchette et les deux marques en talon étaient comparées.

-Etape 6: La longueur dorsale de la pince ainsi que l'angle en pince, étaient mesurés à l'aide d'un compas de pied.

Les observations et les mesures précédentes ont été complétées par la suite par l'utilisation de la radiographie, afin d'affiner la méthode permettant de déterminer les rapports des trois phalanges entre elles, ainsi que la position de la troisième phalange par rapport à la boîte cornée et plus précisément sa situation par rapport à la pointe de la fourchette.

II.1.3. Observations et Résultats. (28).

Plusieurs observations ont été notées suite à cette étude :

-Si les couches superficielles de corps étrangers sont facilement retirées de la surface solaire, les couches plus profondes sont ancrées de façon importante dans les lacunes du pied. La question est posée du rôle de ces concrétions dans la locomotion du cheval sauvage et d'une éventuelle transmission de l'appui à des zones traditionnellement pas ou très peu dévolues à ce rôle.

-Les barres semblent se terminer plus loin à la partie la plus large du pied, juste derrière l'apex de la fourchette, c'est à dire à l'endroit où se trouve le centre de l'articulation interphalangienne distale. Ceci tend à montrer une plus grande importance des barres pour la locomotion de ces chevaux.

-Les pieds présentent tous une zone solaire calleuse (en latin « sole callus ») en pince, ce qui est d'ailleurs la caractéristique générale de tous les pieds équins laissés nus, qu'ils soient sauvages ou domestiques.

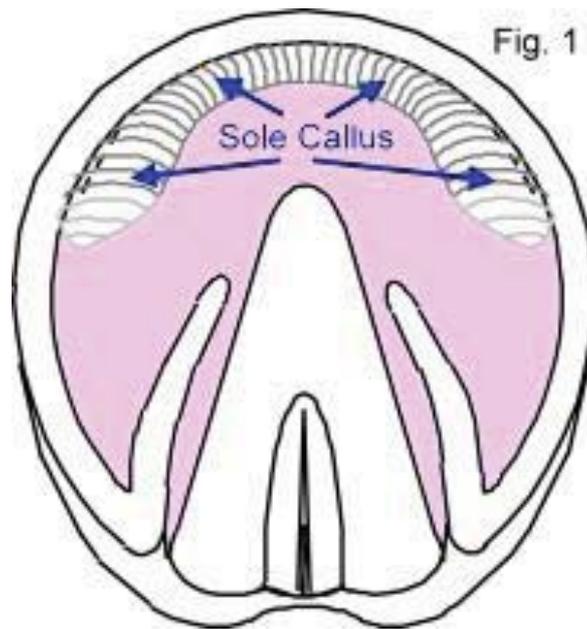


Figure 12 : Etendue de la sole calleuse.

-La paroi dorsale est toujours bien rectiligne quel que soit le terrain, contrairement à de nombreux pieds de chevaux domestiques qui présentent souvent une convexité dorsale.

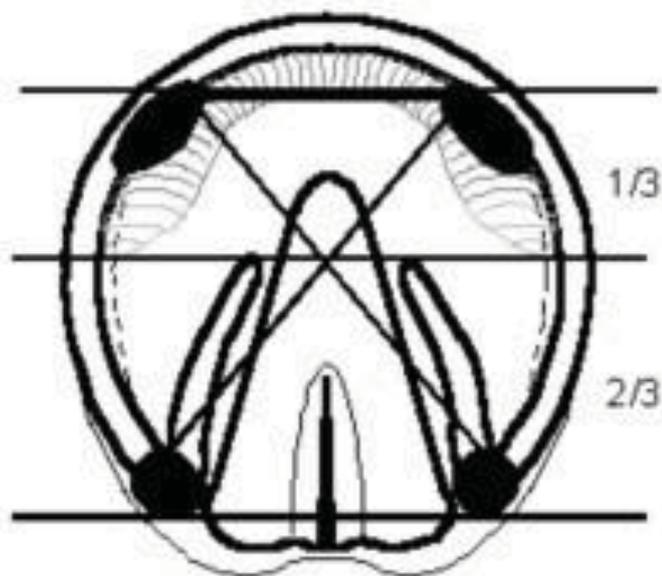
-Sur les terrains durs, les talons sont moins longs et la fourchette présente plus de contacts, et inversement sur les terrains mous, ceci montrant l'importance relative de la fourchette et des talons en fonction de l'environnement.

Les résultats immédiats ont montré que l'aspect général du pied et la répartition du poids dans le plan antéropostérieur, étaient très différents chez beaucoup de chevaux domestiques normaux par rapport aux chevaux sauvages.

Selon Ovnicek, la présence de nombreuses concrétions et corps étrangers sous les pieds et la présence de cette zone calleuse, montre que les chevaux sauvages utilisent une large partie de la sole pour supporter le poids et supporter la troisième phalange, avec une moindre participation de la paroi du sabot.

La majorité de la surface de contact avec le sol chez les chevaux sauvages est répartie pour 1/3 en avant de la ligne de largeur maximale du pied et pour 2/3 en arrière de cette ligne.

Un dessin uniforme de quatre empreintes se présentait sur chaque pied étudié. Deux marques, médiale et latérale, en pince, et deux en talons. Les empreintes laissées en pince se trouvaient principalement du côté sole de la ligne blanche. Une zone plus dure, appelée zone calleuse, s'étendait sur la sole entre les deux empreintes en pince. Cette zone calleuse correspondait à l'emplacement de la « ligne de départ » du pied (*Breakover* en anglais) la muraille étant arrondie en avant de cette arête.



La distance de la pointe de la fourchette au point de départ du pied allait environ de 25 mm sur les petits pieds à 32 mm sur les pieds moyens et à 38 mm sur les pieds les plus larges.

Aucune corrélation entre l'environnement et la position de la ligne de départ du pied ne fut notée.

La longueur dorsale en pince allait de 66 mm à 82 mm. Les longueurs les plus courtes pour les chevaux évoluant sur les terrains durs et abrasifs (entre 66 et 72 mm) et les plus grandes pour les chevaux évoluant sur les terrains souples et sableux (72 à 82 mm). Les chevaux qui provenaient des terrains

moyens herbeux avaient des longueurs de pince intermédiaires (comprises entre 69 et 75 mm).

Les angles dorsaux de la paroi s'échelonnaient de 57° à 68° en terrain souple, de 54° à 62° sur les terrains intermédiaires, et de 51° à 57° sur terrains durs.

Bien que la longueur des talons varie selon les environnements, l'angle fonctionnel (défini comme étant l'angle formé par la paroi dorsale du pied avec la surface du sol pendant la phase d'appui) était semblable pour les trois environnements.

La muraille n'avait étonnement que peu de contact avec la planche d'empreinte. Les chevaux issus de l'environnement souple présentaient des pieds plus concaves avec un contact plus important en paroi, alors que les chevaux issus d'un environnement pierreux ne montraient que peu ou pas de contact en muraille. Pour ces chevaux, la fourchette, les barres et la zone calleuse en pince portaient toutes les marques de l'empreinte.

II.1.4. Critique de l'étude.

Il est évident que cette étude apporte une connaissance accrue des pieds des chevaux sauvages et montre que ces chevaux sont capables de vivre en dehors de tout contrôle humain sans présenter toutes les pathologies de pieds que l'on retrouve habituellement chez les chevaux domestiques. Les résultats des observations de cette étude conduisent simplement à une théorie pour une possibilité de travail sur le pied. Cependant, il est possible de critiquer certaines positions dans la démarche amenant à cette théorie.

Tout d'abord, il faut signaler que d'un point de vue évolutif, les chevaux sauvages d'Amérique du nord ne sont pas comparables aux chevaux domestiques des autres continents. En Europe, très peu de chevaux ont pu évoluer depuis autant de générations comme l'ont fait les mustangs outre atlantique. On peut donc se demander comment on peut appliquer ces connaissances sur des chevaux n'ayant subi aucune sélection naturelle.

Gene Ovnicek constate que chez les mustangs, la région en avant de la partie la plus large du sabot supporte 1/3 des charges et que celle de derrière en supporte les 2/3. Or, chez les chevaux domestiques, les charges sont plutôt partagées en parties égales, voire de façon inverse de ce qui est trouvé chez les chevaux sauvages. De plus, les maréchaux rencontrent chez les chevaux domestiques, des tournures souvent très différentes du pied idéal décrit dans cette étude.

On peut critiquer aussi le manque de rigueur scientifique de cette étude. Lorsqu'une planche de contact, revêtue de peinture noire est appliquée sur la face solaire du sabot, Ovnicek en déduit que les zones marquées sont celles ayant le plus de contact avec le sol. On peut critiquer cette observation, car il serait plus logique de penser que ces zones, étant moins usées, présentent moins de contact. Comment peut on en être sûr ?

De la même façon, pour Ovnicek, les barres « semblent » se terminer plus loin en avant du pied, là encore, aucune mesure ne permet d'en avoir la preuve.

Enfin, certaines observations rejoignent ce que l'on peut voir sur les chevaux domestiques : l'absence de convexité de la paroi dorsale sur les chevaux sauvages est sans doute en corrélation avec l'absence sur ces chevaux d'ostéite de la troisième phalange, de même que l'importance relative des talons et de la fourchette en fonction de l'environnement, qui est classiquement reconnu par les maréchaux-ferrants.

II.2. LA FERRURE NBS (Natural Balanced Shoe).

A la suite des résultats obtenus lors des observations réalisées dans l'étude qui précède, un type de fer particulier et une méthodologie permettant d'appliquer correctement ces fers ont été décrits. Le fer NBS permet de rapprocher la conformation des pieds des chevaux domestiques de celle des chevaux sauvages. Nous nous limiterons ici à la description des caractéristiques principales de ce type de fer et ses intérêts biomécaniques. La méthodologie de positionnement sera l'objet d'un chapitre de la partie suivante traitant des applications de cette ferrure.

II.2.1. Description du fer NBS.

L'architecture des fers NBS se base sur la conformation des pieds des chevaux sauvages et reproduit les principales caractéristiques morphologiques permettant d'obtenir l'équilibre naturel du pied.

Rappelons ces principales caractéristiques :

- Le poids est supporté environ pour 2/3 en région postérieure et pour 1/3 en région antérieure du pied.
- Les barres se terminent plus loin en arrière que pour les pieds des chevaux domestiques.
- La présence d'une zone de sole plus compacte, appelée sole calleuse, en regard de l'arrête antérieure de P III.
- Une zone de corne tronquée en avant de la sole calleuse procurant une bascule naturelle aux pieds des chevaux sauvages.



Figure 14 : Fer NBS

Ce fer présente les caractéristiques suivantes :

- Fer largement couvert, offrant un maximum de support au pied.
- Fort relevé de pince afin de faciliter la bascule du pied.
- La partie en pince en contact avec la face solaire est ajustée, afin d'empêcher le contact de la sole sous le bord antérieur de PIII.
- La couverture du fer en pince est augmentée, permettant une meilleure portée à cet endroit.
- Absence de pinçons permettant une bonne expansion de la boîte cornée.
- Ouverture importante en talons permettant plus facilement le support de la fourchette par les matériaux du sol.

Il existe des fers NBS en Acier ou en alliage d'aluminium, plus légers.

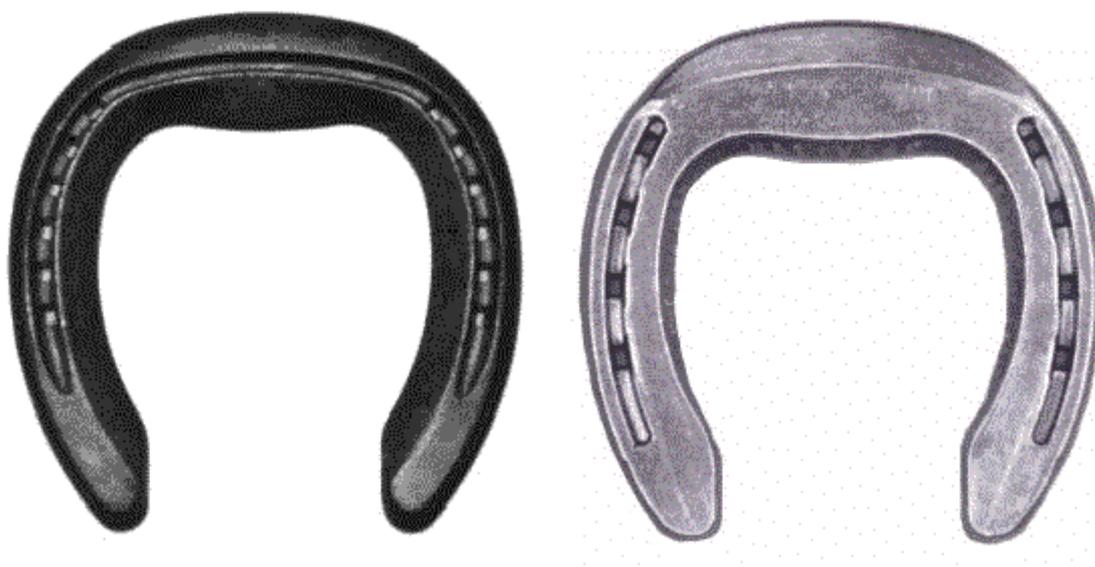


Figure 15 : Fers NBS : à gauche en acier, à droite en aluminium.

II.2.2. Intérêts Biomécaniques du fer NBS.

L'étude des bases biomécaniques appliquées au pied du cheval a pour but de mieux comprendre comment le fer NBS peut être avantageux pour la gestion de certaines pathologies de pied que nous verrons par la suite.

II.2.2.1. Les bases de biomécaniques : (35, 36).

Le pied du cheval supporte des forces liées à l'appui sur le sol, dépendant de l'allure à laquelle il est engagé. Lorsque cette allure augmente, ces forces sont de plus en plus importantes et de plus en plus brèves.

Des calculs théoriques, que nous ne détaillerons pas ici, permettent de définir la position moyenne d'un centre de pression dans le pied, ou point de moment nul. Ce point permet d'apprécier globalement la répartition des différentes forces agissant sur le pied en station ou lors du déplacement. Ce point se situe normalement au niveau de la fourchette, médialement au sillon central et dans sa moitié apicale (cette situation, juste en avant de l'axe de rotation de la phalange distale, préviendrait en partie sa bascule palmaire). Pour un même cheval, sa position moyenne ne varie pas significativement au cours des différentes allures.

Pour autant, il ne faut pas penser que l'appui du pied se situe à cet endroit, les pressions maximales liées à l'appui sur le sol s'exercent surtout au bord distal de la paroi, en raison de l'engrènement très solide des lamelles du kéraphylle avec celles du podophylle.

Pour bien comprendre les contraintes que subit le pied du cheval, il faut commencer par décomposer les forces qui agissent sur l'ensemble des tissus qui le compose.

Sur la figure qui suit, nous voyons les différentes forces qui s'exercent verticalement sur la troisième phalange à l'appui :

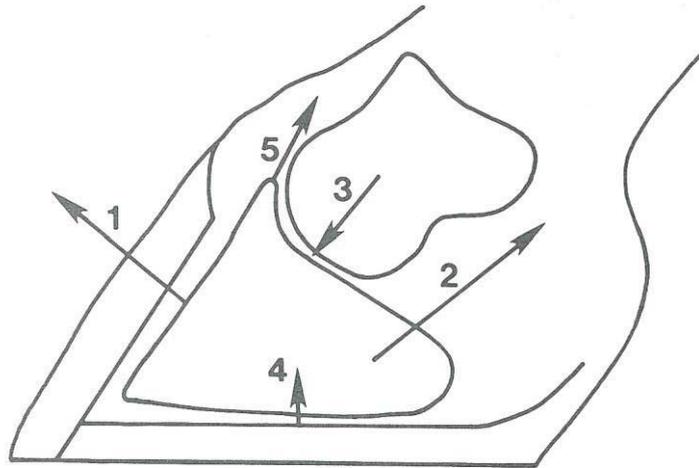


Figure 16 : Diagramme des forces agissant sur la phalange distale à l'appui.

1. Force de soutien des lamelles dermales ;
2. Tension du tendon fléchisseur profond ;
3. Compression de la deuxième phalange (liée au poids du cheval) ;
4. Compression de la sole ;
5. tension du tendon extenseur dorsal.

Contrairement à d'autres ongulés comme le dromadaire, la direction du paturon du cheval n'est pas verticale, mais oblique, et ces forces sont donc en permanence redirigées vers l'avant par l'intermédiaire de l'articulation du boulet. L'angle de cette articulation est contrôlé activement par le tendon fléchisseur superficiel, et passivement par le tendon suspenseur du boulet. Le tendon suspenseur aboutit à l'os du pied (troisième phalange), par l'intermédiaire des brides qu'il envoie à l'extenseur dorsal. Le tendon fléchisseur superficiel a donc une action limitée sur le pied. Le tendon fléchisseur profond exerce son action sur la phalange distale, et surtout sur la phalange moyenne par l'intermédiaire de l'os naviculaire. (35).

Le tendon fléchisseur profond (TFP) se comporte, pour l'articulation interphalangienne distale, comme un levier de deuxième genre. Le centre de pression est donc de ce fait légèrement déplacé vers l'avant. Chez un cheval en station sur ses quatre membres, la partie antérieure de son pied est donc soumise à des charges plus importantes que la partie postérieure. (35).

II.2.2.2. Observation du cheval en mouvement : (21, 35, 36).

En observant un cheval en mouvement, on peut décomposer la période d'appui de la foulée en quatre phases décrites sur la figure.

1. La phase de l'**impact** sur le sol. Les forces qui agissent sur le pied pendant cette phase sont dues principalement au choc. Ce sont les forces de concussion.
2. La phase d'**amortissement** lui fait suite et correspond au début réel de l'appui. On observe à cet instant une fermeture des angles articulaires et l'abaissement du boulet.
3. La phase de **soutien**, pendant laquelle le boulet atteint son point le plus bas avant de remonter alors que le corps du cheval progresse vers l'avant.
4. La phase de **propulsion**, terminale, avec l'ouverture des angles articulaires. Le pied quitte ensuite le sol en roulant autour de la pince sous l'impulsion de la contraction des muscles fléchisseurs.

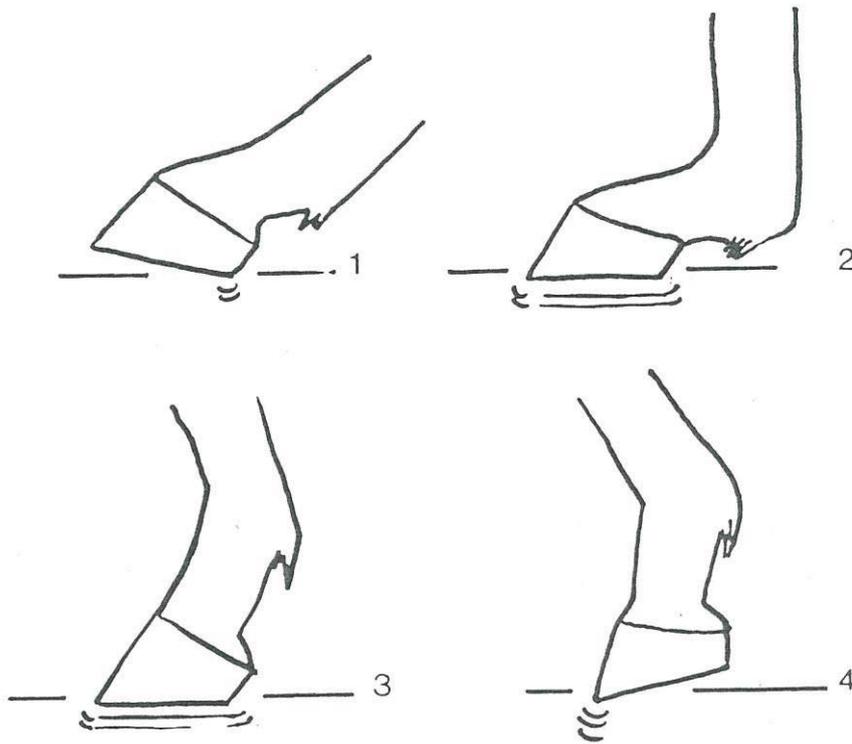


Figure 17 : Les quatre phases de l'appui du pied.

La première phase de l'appui est principalement celle des forces de concussion et vibrations s'exerçant sur les parties postérieures du pied, les trois dernières phases sont essentiellement de compressions. Elles sont dues au poids et à la vitesse de l'animal, à l'abaissement du paturon qui concentre les pressions dans les régions postérieures du pied et à la tension du fléchisseur profond qui conduit plus tard au redressement du pied.

Lors de la dernière phase, des forces de tension sont exercées dans les parties antérieures du pied, avant que la pince bascule autour de son point d'appui et que le pied quitte le sol.

On remarque donc que chez le cheval en mouvement, les pressions se concentrent essentiellement dans les parties postérieures, contrairement au cheval en station. Les régions postérieures et antérieures jouent donc un rôle différent : l'amortissement et la propulsion.

Il faut noter d'autre part que plus l'allure est rapide, plus le centre de pression se déplace vers l'arrière.

II.2.2.3. Les intérêts biomécaniques du fer NBS.

Le fer NBS, en favorisant la bascule du pied, permet de réduire au maximum le travail du tendon fléchisseur profond ce qui a pour conséquences, d'une part le ménagement des fibres musculaires, d'autre part une moindre pression sur l'os naviculaire.

Ce travail est notamment en rapport avec le poids de l'animal (et du cavalier). La charge dans la brouette ne peut augmenter indéfiniment sans fatiguer le jardinier, et celui-ci sera soulagé dans son effort si la roue se rapproche de la charge. Cela nous amène à trois remarques importantes :

- L'excès de poids fatigue inutilement le tendon fléchisseur profond, comprime l'os naviculaire et surmène le lien podophylle-kéraphylle. On note souvent en réponse à cela l'apparition de traces rougeâtres dans la ligne blanche, premier signe de fourbure ou de syndrome podotrochléaire sub-cliniques. (16, 22, 35).

- Les fers laissés trop longs ou trop garnis en pince sont des erreurs traditionnelles, et il faut plutôt recommander des pinces relevées ou tronquées. (3, 8, 11, 13).

- Les pieds doivent être le plus court possible, les pieds longs présentant un bras de levier exagéré, demandant un plus grand effort au tendon perforant et au naviculaire.

L'aplomb longitudinal a donc une grande importance dans l'équilibre du cheval au travail. Tout ce qui cause une hyper extension du boulet (excès de poids, talons trop hauts, cramponnage des éponges du fer, etc.) et tout ce qui retarde l'impulsion (pince trop longue, fer trop en avant, sol impénétrable, etc.) entraîne une compression exagérée des zones intermédiaires du pied, notamment la bourse podotrochléaire et os naviculaire, et une tension excessive des tendons fléchisseurs profond et suspenseur du boulet. (35,36).

Pour un cheval présentant une pince trop longue, accompagnée de talons bas et fuyants, on note un redressement du paturon et une action mécanique plus forte du tendon fléchisseur profond. Ceci entraîne durant la

station une augmentation des compressions sur l'os sésamoïde distal, un report vers l'avant du centre des pressions et ainsi un surmenage des parties antérieures du pied. En mouvement, une augmentation des compressions sur l'os naviculaire durant la phase de propulsion.

Pour un cheval présentant un axe de pied trop droit, il y aura un abaissement du paturon et une action plus forte du suspenseur. Ceci entraîne un recul du centre de pression vers les talons et un surmenage des parties postérieures du pied en station, et en mouvement, une augmentation des forces de concussion et une augmentation des compressions à l'arrière du pied pendant la phase de soutènement.

TROISIEME PARTIE :
APPLICATIONS

III.1. METHODE PROPOSEE

Cette méthode de préparation et de ferrure des pieds des chevaux découle des recherches menées par Gene Ovniczek sur les chevaux sauvages du Montana. Comme nous le verrons, la phase de préparation est valable à la fois pour les pieds laissés nus et les pieds destinés à recevoir une ferrure de type NBS. Il faut noter que la méthode radiographique que nous verrons en détail peut s'avérer très utile dans certains cas, mais elle n'est toutefois pas indispensable. Cette partie de notre exposé se borne à transcrire la marche à suivre lors de la mise en place de fers NBS.

III.1.1 -Préparation du pied. (28).

Il est bien évident qu'une bonne connaissance ainsi qu'une bonne expérience du pied équin sont nécessaires à la préparation du pied et au positionnement correct de ce type de ferrure. Deux conseils sont à donner pour les maréchaux qui utilisent ces fers pour la première fois : d'abord l'utilisation de la radiographie permet de placer les fers avec beaucoup plus de sûreté, ensuite, la collaboration étroite avec le vétérinaire nous paraît être l'élément clé de la réussite de ce type de ferrure, qu'elle soit thérapeutique ou autre.

III.1.1.1 -Identification de la pointe de la fourchette.

Après avoir débarrassé la surface solaire des impuretés et de la poussière, la première étape est l'identification de l'apex véritable de la fourchette. Celui-ci se trouve sous la pointe de la fourchette en profondeur de la corne, à l'intersection des deux sillons paracunéaux médial et latéral (ou lacunes latérale et médiale de la fourchette).

Pour découvrir cet apex véritable, ainsi nommé parce qu'il représente la partie fonctionnelle de la corne à cet endroit précis du pied, il faut parer légèrement en regard de la pointe de la fourchette jusqu'à obtenir de la matière blanche vivante.

La localisation de cette partie du pied est indispensable à la mise en place de marqueurs pour la prise de radiographies.



Figure 18 : Identification de l'apex de la fourchette.



Figure 19 : La flèche montre l'apex vrai.

III.1.1.2 -Recherche de la zone calleuse.

La deuxième étape est le parage de la sole à la recherche de la zone calleuse. Cette recherche commence à la partie la plus large du pied en regard de la paroi du sabot.

A cet endroit sont souvent visibles de petites fissures où la sole a un aspect crayeux. Le but est alors d'éliminer cette matière crayeuse pour faire apparaître la sole fonctionnelle sous-jacente. On arrête d'éliminer ce matériel lorsque la sole reprend un aspect cireux et ne contient plus de petites fissures.



Figure 20 : Début de la recherche de la zone calleuse.

Il est également possible de commencer ce travail à partir de l'apex de la fourchette pour certains pieds pour lesquels il est très difficile de reconnaître la différence entre les deux phases de la sole (« vivante » et « morte »). De toute façon, il vaut toujours mieux adopter la méthode conservatrice que d'enlever trop de matériau solaire.

Lorsque la surface solaire est correctement parée comme nous l'avons décrit précédemment, il est possible de noter un secteur légèrement surélevé

à proximité de la paroi en pince. Ce secteur est la zone calleuse qui va se fondre graduellement à la paroi en pince entre les deux quartiers médial et latéral.



Figure 21 : Apparition de la Sole Calleuse

Cette recherche peut paraître assez difficile, c'est pourquoi il nous semble que la méthode radiographique devrait être utilisée au moins au début pour se familiariser avec cette méthode.

II.1.1.3- Recherche de la ligne de bascule du pied.

Une fois que l'on est familiarisé avec la zone calleuse, il est possible de voir la position de la ligne de bascule du pied sur la sole.

Comme l'explique Gene Ovnicek, il faut pour cela déplacer les deux pouces en maintenant une légère pression sur la sole de l'apex de la fourchette vers les deux quartiers médial et latéral, on peut sentir dans la plupart des cas une zone plus dépressible de la corne.

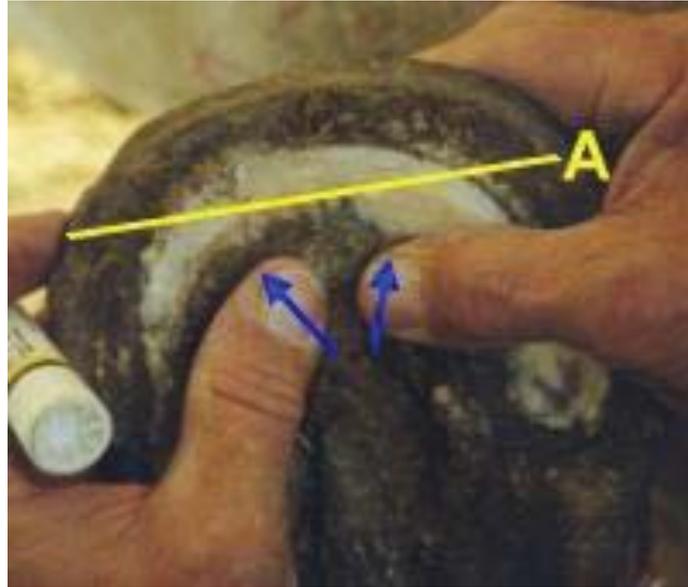


Figure 22 : Repère de la sole calleuse.

Crânialement à cette dépression, se trouve le bord interne de la zone calleuse.

Si on trace une ligne droite passant par le bord interne de cette zone calleuse, on obtient approximativement la position de la ligne de bascule du pied.

Physiologiquement, à cette ligne de bascule du pied correspond en profondeur, le bord antérieur de la troisième phalange.

III.1.1.4 -Préparation des pieds avant la pose du fer.

Cette étape consiste à parer le pied de façon à ce qu'il s'approche autant que possible du pied des chevaux sauvages étudiés précédemment. Ensuite, en fonction de l'utilisation du cheval, on peut laisser le pied nu tel quel, ou lui ajuster un fer de type NBS.

Il faut garder à l'esprit pour la préparation du pied que c'est la troisième phalange qu'il faut essayer de mettre dans sa position physiologique normale avec le sol, et ceci à partir des quatre points observés lors de l'étude. Pour cela, il est préférable de préparer d'abord la partie postérieure du pied.

A partir d'une ligne tracée sur le pied en sa partie la plus large, il faut parer ou couper les quartiers en talons de sorte que la paroi derrière la partie la plus large du pied et la sole calleuse rejoigne la sole fonctionnelle (Voir les figures 4 et 5). Ainsi, on évite le contact de la paroi avec le sol (ou le fer) à cet endroit.



Figure 23 : Préparation du pied

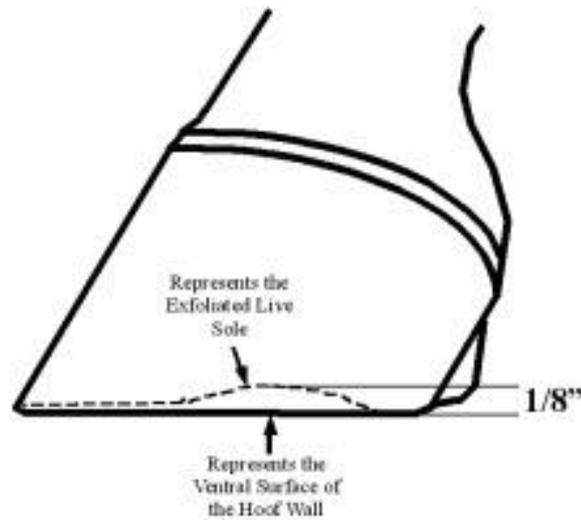


Figure 24 : Préparation du pied

L'étape suivante consiste à préparer la partie située en avant de cette ligne. Il faut se souvenir dans pour cela, que les pieds des chevaux, domestiques ou sauvages, maintenus pieds nus ont la sole en contact avec le sol au niveau des quartiers. Il faut donc réduire la paroi à cet endroit pour se mettre au niveau de la sole calleuse par râpage des deux mamelles. Ceci permettra l'apparition d'une épaisseur de sole optimale au-dessous de la phalange distale nécessaire sa protection. Ceci équilibrera également parfaitement son bord antérieur avec le sol.

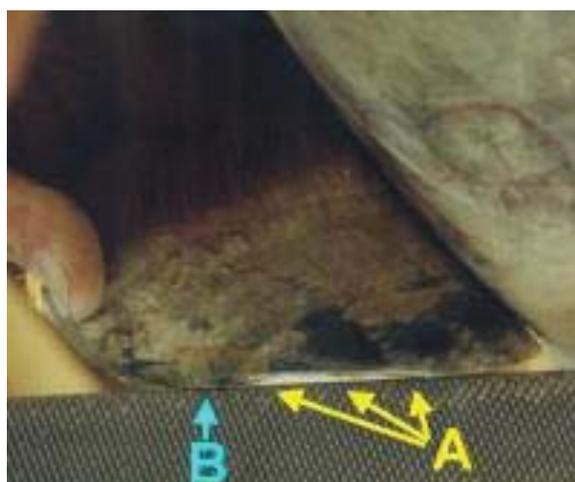


Figure 25 : Après le parage des deux quartiers.

III.1.2 -Mise en place du fer. (28).

III.1.2.1 -Choix du fer.

Le choix du fer est important si l'on souhaite répondre aux exigences désirées de bonne bascule du pied. Il est possible d'utiliser des fers standard, que l'on forgera par la suite, ou des fers industriels commercialisés sous le nom de NBS (Natural Balanced Shoes). Pour les fers standard, il faudra forger de façon à obtenir les mêmes caractéristiques que les fers NBS vendus dans le commerce.

Les fers industriels sont tronqués en pince afin d'imiter la manière dont le sabot nu se porte naturellement. De plus, le fer est biseauté en pince afin de créer une ligne de bascule du pied.

III.1.2.2. Réglage du fer.

Le fer doit être adapté au pied de telle façon que sa ligne de bascule s'ajuste directement au-dessous du bord postérieur de la sole calleuse, c'est-à-dire dans le prolongement de la pointe de la troisième phalange (B). Les talons du fer doivent se prolonger sur toute la longueur de la fourchette, ce qui veut dire que pour certains chevaux, les fers dépasseront la pointe des talons en fin de ferrage.

Les instructions données par les fournisseurs de fers NBS suggèrent une distance différente de l'apex de la fourchette au bord intérieur du fer en fonction de la pointure du pied du cheval (A).



Figure 26 : Distance Apex / Rive interne de pince.

Il ne faut pas obtenir de pression entre la ferrure et la sole calleuse, ce qui est permis en général par le forgeage à chaud, qui permet d'écraser la partie en contact avec cette zone.

Lorsque ces étapes sont terminées, il ne reste plus qu'à éliminer le surplus de corne qui se trouve en pince et dépasse du fer. La quantité de corne pariétale qui est râpée ne devrait jamais excéder la couche externe (stratum externum). Une fois que le fer est appliquée et que la paroi se prolonge au delà de celui-ci, il faut parer simplement ce qui est au delà du fer par le dégagement (avec une râpe) approximativement à un angle 45°.

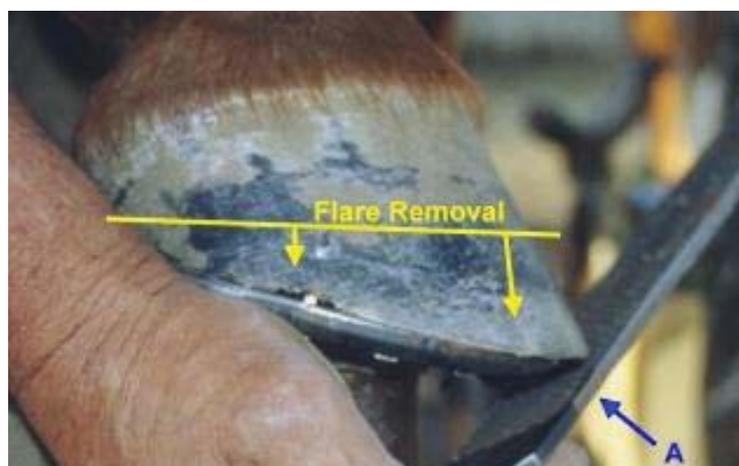


Figure 27 : Râpage de l'excès de corne en pince.

Ces directives sont valables pour la mise en place des fers sur des sabots normaux, c'est à dire sans problèmes de conformation quelle qu'elle soit, ni de pathologies. Des radiographies doivent être à la base du ferrage lorsque les chevaux présentent des problèmes de boiteries, de la fourbure ou une maladie naviculaire, ou encore en cas de déformation grave de la boite cornée. Elles sont aussi très utiles si le maréchal utilise ce type de fer pour la première fois, car même si elles ne remplacent pas une bonne expérience, elles permettent de situer la ligne de bascule du pied avec beaucoup plus de précision.



Figure 28 : Avant parage et ferrure



Figure 29 : Résultat en fin de parage



Figure 30 : résultat obtenu en fin de ferrure.

III.1.3. Utilisation de la radiographie. (29).

La boîte cornée et le kéraphylle, composés de tissus épidermiques, sont facilement déformables. La position de la troisième phalange peut ainsi varier pour différentes raisons : physiologiques, environnementales ou pathologiques. La conjonction de ces différentes actions avec la déformabilité de la boîte cornée rend l'identification de la position des différents os du pied difficile. Elle peut être appréciée plus précisément grâce à des clichés radiographiques utilisant des marqueurs radio opaques. Ces marqueurs seront placés sur la paroi du sabot.

III.1.3.1. Préparation du pied et mise en place des marqueurs.

On débarrasse la saleté présente dans les lacunes de la fourchette, sur la paroi et sur la sole, afin de préparer le pied à la mise en place des marqueurs.

Une punaise est ensuite plantée à l'apex de la fourchette. L'apex véritable de la fourchette doit être facilement identifié par les maréchaux ferrant et est défini comme l'endroit où la corne de la fourchette vient s'unir à celle de la sole. Ce secteur présente une différence de couleur et de texture. Souvent, des couches superficielles de corne se développent au-dessus de l'apex rendant nécessaire l'utilisation d'une rainette afin de la dégager correctement.

Un autre marqueur radio opaque est utilisé pour repérer la position de P III lors des prises radiographiques en vue latérale. Ceci nous permet d'appréhender la position dorso-palmaire et proximo-distale de la troisième phalange. Ce marqueur est représenté par un fil de métal placé sur la paroi dorsale.



Figure 31 : Mise en place du marqueur en pince.

III.1.3.2. Description de la technique radiographique.

La prise de clichés latéraux permet d'apprécier la position de P III lorsqu'elle supporte le poids du cheval. Les membres des chevaux sont

placés de façon à ce que l'os canon soit perpendiculaire au sol. Les deux membres doivent recevoir le même poids du corps. Des vues latéro-médiales sont prises, la ligne des talons étant parallèle au faisceau de rayons x. La distance focale est très importante, afin de pouvoir prendre des mesures et de les comparer, elle doit donc être normalisée : les vues prises lors des études sont en général réalisées avec une distance focale constante de 1 mètre.

En prenant la radiographie, il faut placer l'appareil à radiographie de façon à ce que le faisceau de rayons X soit parallèle aux glomes de sorte que les ailes de P III soient superposées. Le rayon doit donc être central, positionné approximativement à l'intersection des diagonales qui relient le talon à la pince.



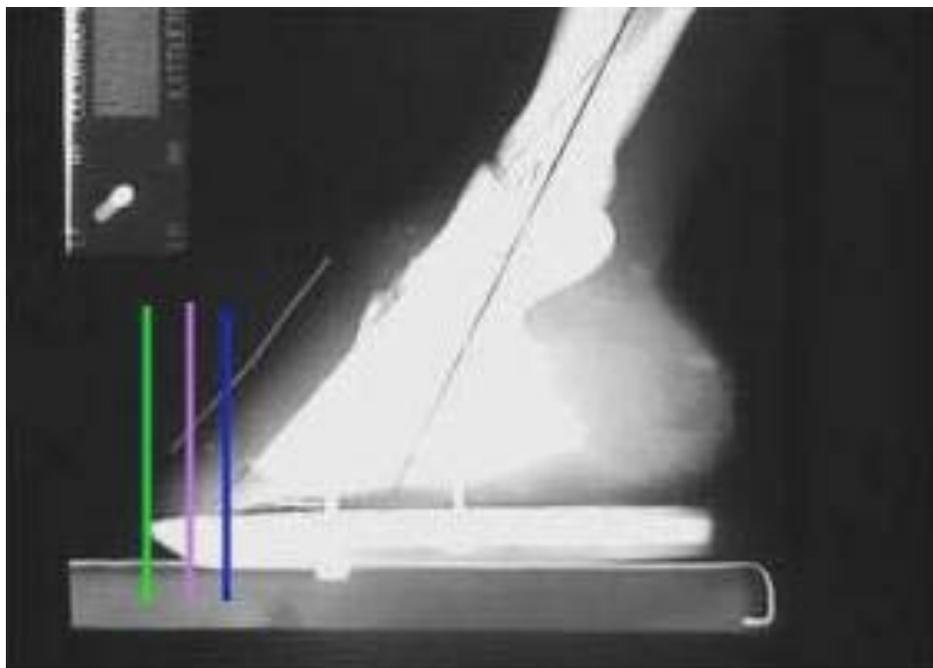
Résumé de la technique radiographique :

- 1- Placer une pointe de punaise au niveau de l'apex véritable de la fourchette.
- 2- Les deux membres sont en appui sur le bloc.
- 3- Les canons sont perpendiculaires au sol.
- 4- Cassette est en contact avec la paroi médiale du sabot.
- 5- Un fil métallique est placé sur la paroi dorsale du sabot.
- 6- La distance de focale est mesurée et constante.
- 8- Le centre du faisceau est à mi distance entre la paroi dorsale et les talons.

III.1.3.3. Evaluation de la position de P III et du fer.

Une fois la radiographie prise suivant la technique décrite ci-dessus, elle peut être employée pour localiser plus précisément la ligne de bascule du pied et permettre une meilleure mise en place du fer NBS.

Une ligne perpendiculaire à la surface d'appui au sol est tracée passant par la pointe de PIII (ici, ligne bleue). Une seconde ligne plus en avant et parallèle à la précédente est tracée à une distance qui est fonction du poids des chevaux (ligne violette).



L'intersection de cette seconde ligne avec la surface solaire marque la position de la ligne de bascule du pied. Cette ligne, breakover en anglais, est définie comme la dernière partie de la sole qui quitte le sol lors du départ du pied.

III.2. APPLICATIONS PRATIQUES DES FERS NBS (Natural Balance Shoe).

Le Maréchal-ferrant à pour vocation de protéger les pieds des chevaux sains et de rectifier les pieds des chevaux dans le cas où ils ont un problème de conformation rendant leur utilisation non optimale. Pour ce faire, il doit connaître parfaitement l'anatomie du pied ainsi que les mécanismes qui leur procure le mouvement et la trajectoire. Plus important encore, il doit toujours considérer le cheval de façon individuelle, et une pathologie apparaissant sur un cheval ne sera pas forcément traitée de la même façon que pour un autre. Le choix du parage et de la correction d'une défectuosité doit être adapté individuellement pour chaque cheval(1).

Il faut garder à l'esprit qu'il existe presque toujours plusieurs ferrures correctrices capables d'améliorer un cheval dans ses allures, le choix du Maréchal pour tel ou tel type de ferrure, même si il est justifié, n'est pas toujours définitif.

Nous tenterons ici de montrer pourquoi le fer NBS peut être utilisé pour certaines pathologies pour lesquelles il peut avoir un effet bénéfique.

III.2.1. Défauts d'aplomb dans le sens latéro-médial. (1, 10, 12, 22).

Il existe de nombreux défauts d'aplombs dans cet axe :

- Chevaux panards ou cagneux
- Chevaux serrés ou écartés du devant.

Ces particularités morphologiques pouvant de plus se mélanger (ex : Chevaux serrés du devant et panards, ouverts du devant et cagneux, etc...).

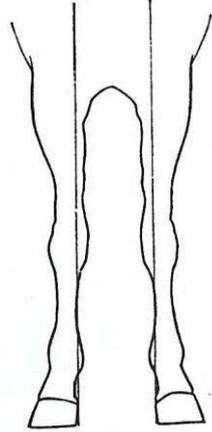


Figure 32 : Cheval panard et ouvert du devant.

Théoriquement, quelle que soit la déformation présente dans cet axe, la correction consiste à replacer le membre de telle façon à ce qu'il y ait un rééquilibrage des forces dues au poids du cheval sur l'ensemble du pied.

Ceci sera réalisé au mieux si le cheval quitte le sol, à la fin de la phase de propulsion, par l'arête de la paroi située au milieu de sa pince, améliorant ainsi la trajectoire du pied lors de la phase de soutien.

En application, on trouve différents types de fers, comme les fers à talus (1), soit simplement sur l'une des branches (latérale ou médiale) en fonction de l'état cagneux ou panard, soit sur les deux branches. Ces fers représentent la manière forte : empêcher le plus possible le cheval de démarrer ailleurs que sur le milieu de la pince et devrait être réservée à des chevaux présentant des défauts importants.

Le fer NBS, qui présente une pince tronquée et un relevé de pince, semble être intéressant pour les chevaux ayant de petits défauts. Lorsque le pied quitte le sol, la pince tronquée et le relevé de pince incite le pied à quitter le sol par le milieu de la pince. La pince du fer et du sabot doivent être toutes deux tronquées au même niveau, ce qui est préconisé dans la méthode d'Ovnicsek.

Cette méthode de correction est moins sévère que les précédentes.

III.2.2.Pinces longues et talons fuyants. (1, 3, 8, 10, 13, 26).

Cette conformation est l'une des plus fréquemment rencontrée dans le milieu équestre, notamment en course. Certains maréchaux ont tendance à poser des fers trop petits afin d'éviter que les fers ne soient arrachés, diminuant la surface portante du pied et favorisant cette conformation. Les chevaux laissés trop longtemps au pré sans être ferrés présentent aussi souvent cette déformation.

Elle présente de nombreux inconvénients mécaniques :

- Le boulet et le genou sont en hyper extension,
- Les talons ont un pouvoir amortisseur réduit,
- Les pinces longues rendent la bascule du pied difficile,

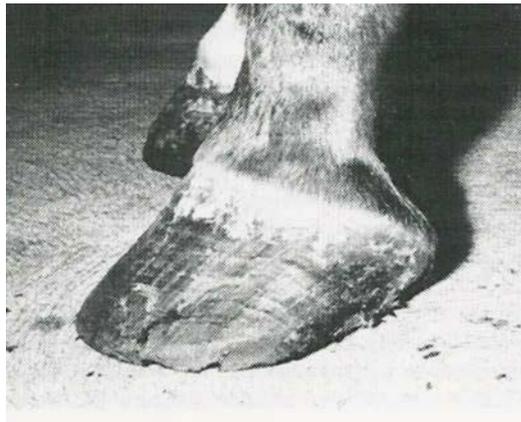


Figure 33 : Pince longue/Talons fuyants.

Ceci a des conséquences catastrophiques pour les pieds, notamment :

- Affaiblit les parties postérieures du pied,
- Facilite le décollement podophylle – kéraphylle,
- Augmente la tension des tendons fléchisseurs,
- Augmente les pressions exercées sur l'os naviculaire.

Pour corriger cette déformation, il faut parer et raccourcir la pince et garder des talons le plus haut et le plus fort possible.

Le fer NBS peut dans la plupart des cas être très adapté à ce problème. Sa pince tronquée et sa position légèrement en retrait laissant dépasser le fer en talons satisfait à ces deux exigences principales.

III.2.3. Maladie Naviculaire. (1, 2, 10, 12).

La maladie naviculaire est la plus fréquente des boiteries intermittentes, elle affecte principalement les pieds antérieurs. Elle est principalement due à des vices de conformation et présente une étiologie héréditaire prouvée (conformation droit - jointée et fragilité de l'os naviculaire), mais les commotions ont également une part de responsabilité évidente, survenant beaucoup plus fréquemment chez les chevaux ayant une activité très intense. En outre, le parage ou la ferrure inadéquats des pieds peut favoriser des défauts d'aplombs, notamment la conformation vue précédemment, et l'apparition de cette maladie, signée par une dégénérescence vasculaire et osseuse de l'os naviculaire.

La correction par le parage et la ferrure sont importants chez les chevaux qui doivent continuer à travailler et surtout pour ceux qui ont des défauts d'aplombs.

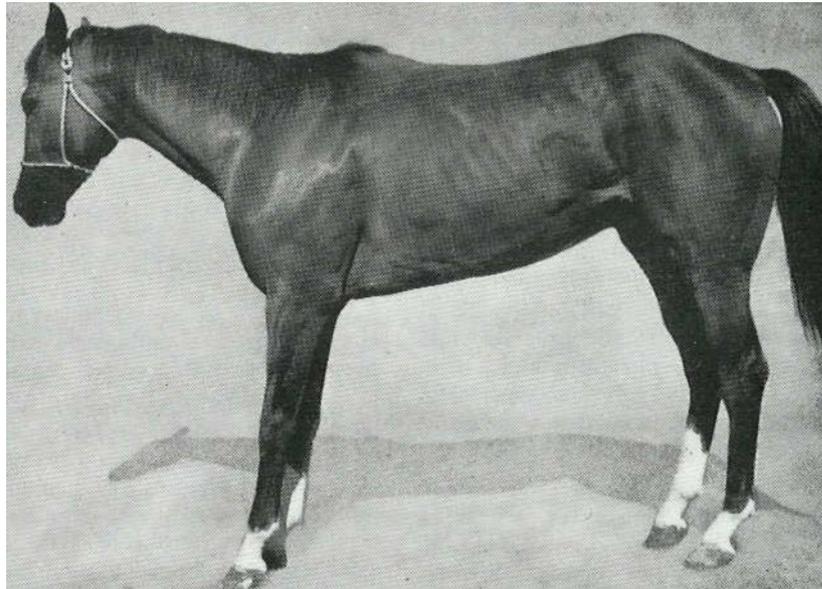
Le but de la ferrure correctrice est principalement de rétablir l'axe normal du pied grâce à la surélévation des talons et en favorisant le départ du pied comme nous l'avons vu précédemment.

La ferrure NBS, en favorisant la bascule du pied, en offrant une bonne assise par la largeur du fer et en permettant plus facilement la participation de la fourchette à l'appui, est donc une bonne solution de ferrage pour enrayer les symptômes cliniques de cette maladie ou éviter leur apparition.

III.2.4. La fourbure. (1, 2, 9, 10, 22).

La fourbure est une maladie du système vasculaire périphérique qui a pour conséquence locale une nécrose ischémique des feuilletts du pied, pouvant mener au désengrènement de la corne du sabot et la bascule de la troisième phalange (voir figure p241)

Les facteurs étiologiques sont multiples et variés, on peut citer les plus communs : l'ingestion excessive de concentrés, les infections généralisées, certains traitements corticoïdes ou les traumatismes de la boîte cornée. Quelle que soit son étiologie, les symptômes sont toujours identiques, dus à la douleur, mais on distingue la fourbure aiguë et chronique.



La fourbure aiguë nécessite des traitements locaux et systémiques d'urgence pour lesquels la ferrure NBS n'a aucune raison d'intervenir, cependant, pour les chevaux en phase chronique ou convalescents, ce type de ferrure peut aider à éviter les récives.

La base du traitement, en maréchalerie, consiste en trois points primordiaux que la ferrure NBS peut satisfaire dans une certaine mesure :

- Protéger la sole et lui assurer une épaisseur suffisante sous le bord de PIII, permis par la préservation de la zone calleuse de la sole, qui n'est autre que la projection du bord crânial de PIII.

- Décharger la muraille pour éviter le désengrènement, permis par la préservation de la fourchette et des barres.
- Encourager une position normale de PIII en diminuant la traction du tendon perforant, permis par le recul de la ligne de bascule du pied.

La ferrure NBS a donc un intérêt certain dans cette pathologie, cependant, selon nous, elle devrait être utilisée uniquement pour des chevaux ne présentant plus de symptômes cliniques ou pour éviter l'apparition de fourbure sur des chevaux prédisposés. Pour les chevaux atteints cliniquement, le parage et la ferrure devront être plus appropriés (ex : méthode Castelijns-Rosello, fer en M, etc...)

III.2.5. Autres applications possibles.

- Tendinopathie du fléchisseur profond et de la bride carpienne. (10,15).

Le traitement orthopédique est essentiel et assez facile à mettre en œuvre. Il se scinde en deux périodes : en phase aiguë, soulager le tendon malade, en phase subaiguë, il faut au contraire favoriser le jeu du tendon pour orienter les fibres cicatricielles.

La ferrure NBS aura naturellement son utilité dans la première phase de la maladie pour soulager le tendon malade. Elle consiste en un renforcement des talons du fer afin d'éviter l'enfoncement de ceux-ci sur les sols souples et un arrondissement de la pince afin de faciliter le départ du pied.

Conclusion Générale

L'étude réalisée par Ovnicek a permis d'apporter de nouvelles connaissances à propos du pied des chevaux sauvages d'Amérique du nord. Elle nous rappelle que ces chevaux, bien que livrés à eux même ne présentent pas les pathologies que l'on rencontre quotidiennement sur nos chevaux

domestiques. Bien que tous les résultats de cette étude ne soient pas démontrés avec une grande rigueur scientifique, il paraît évident que les pieds de ces chevaux, par leur conformation particulière, sont parfaitement adaptés à leur environnement et au mode de vie de ces chevaux.

Cependant, il faut rappeler que les chevaux domestiques que nous voyons en pratique courante évoluent dans des milieux et sont utilisés de façon souvent diamétralement opposées. Ils doivent donc être considérés de façon individuelle, et la décision d'adopter pour un cheval la méthode de ferrure préconisée par Gene Ovnicek ne doit en aucun cas échapper à cette règle.

La méthode de parage et de ferrure utilisant les fers NBS peut être utile dans différentes pathologies et peut être utilisée pour prévenir leur apparition dans de nombreux cas, mais elle ne doit pas être perçue par le milieu équin comme un remède miracle et se substituer ainsi à d'autres modes de ferrure qui ont déjà fait leurs preuves.

BIBLIOGRAPHIE

1. ADAMS O.R. – 1990

Les boiteries du cheval.
Editions Maloine, Paris, Traduction de la 3ième edition abrégée, 1990,
450 p.

2. BALCH O.K., WHITE K. et BUTLER D. – 1993

How lameness is associated with selected aspects of hoof imbalance.
American Association of Equine Practicioners, 39th Annual convention
proceedings,
1993, 213-214.

3. BALCH O.K., BUTLER D. et COLLIER M.A. – 1997

Balancing the normal foot: Hoof preparation, shoe fit and shoe
modification in the performance horses.
Equine Veterinary Education, 1997, 9(3), 143-154.

4. BARONE R. – 1980

Anatomie compare des mammifères domestiques, Tome I : Ostéologie.
2nde Edition, Vigot, Paris, 1980.

5. BARONE R. – 1980

Anatomie compare des mammifères domestiques, Tome II : Arthrologie
et Myologie.
2nde Edition, Vigot, Paris, 1980.

6. BOULEY H. – 1851

Traité de l'organisation du pied du cheval.
Labé, Paris, 1851, 168p.

7. BUDRAS K.D., PELLMANN R. et BRAGULLA H. – 1998

Le support de charge de l'os du pied du cheval.
Infor Maréchalerie, 1998, n° 67, 6-34.

8. BUSHE T., TURNER T.A., POULOS P.W. et HARWELL N.M. – 1987

The effect of hoof angle on coffin, pastern and fetlock joint angles.
33th Annual convention of AAEP, 1987, 729-738.

9. CASTELIJNS Hans – 2003

Soins du pied adaptés à la fourbure.
Infor Maréchalerie, 2003, N° 100.

10. CHUIT Pierre – 2001

Notions de Ferrage et Ferrures orthopédiques I et II.
Cours T1 Pro, ENVT, 2001-2002.

11. **CLAYTON H.M. – 1987**
Comparison of the stride of trotting horses trimmed with a normal and a brocken-back hoof axis.
AAEP Proceedings, vol. 25, 289-298.
12. **D'AUTEVILLE P., FROMOND P. – 1982**
Précis de Maréchalerie.
Deuxième édition Maloine, Paris, 1982, 342p.
13. **DEGUEURCE C. – 1997**
Les conséquences d'une pince trop longue sur la mécanique des membres.
Infor Maréchalerie, 1997, vol. 65, 18-25.
14. **DENOIX JM. – 2000**
E.P.U. de Maréchalerie.
Polycopié, ENVA, Octobre 200, 210p.
15. **DENOIX JM., CREVIER-DENOIX N. – 2003**
Les lésions tendineuses.
Infor Maréchalerie, 2003, Vol. 103, 8-18.
16. **EMERY L., MILLER J. et VAN HOOSSEN N. – 1977**
Horse shoeing theory and hoof care.
Lea & Febiger, Philadelphia, 1977.
17. **FRANCHINI Maria – 1999**
Histoire de... Protéger les pieds des chevaux (I/IV)
Infor Maréchalerie, 1999, n°75, 53-60.
18. **GABRIEL A. et Coll. – 1997**
Etude morphométrique du sabot et du petit sésamoïde du cheval.
Annales de Médecine Vétérinaire, 1997, vol. 141, 319-340.
19. **HENNIG F. – 2003**
L'exemple NBS. L'utilisation des nouvelles théories, techniques et matériaux.
Infor Maréchalerie, 2003, n° 102, 56-62.
20. **HODSON E., CLAYTON H.M. et LANOVAZ J.L. – 2000**
The forelimb in walking horses : 1. Kinematics and ground reaction forces.
Equine Veterinary Journal, 2000, vol. 32(4), 287-294.
21. **HOULIEZ D. – 1995**
Anatomie et biomecanique du pied du cheval.
Thèse de doctorat vétérinaire, Alfort - Créteil, 1995, 94p.
22. **JONES L.E. et COLLIER M.A. – 1983**
Therapeutic horseshoeing : technical considerations.
Modern Veterinary Practice, 1983, June, 494-496.

- 23. KAINER R.A. – 1989**
Clinical anatomy of the equine foot.
The equine foot, Veterinary Clinics of North America : Equine Practice,
n° 5(1), 1989,
1-27.
- 24. KANE A.J. et Coll. – 1998**
Hoof size, shape, and balance as possible risk factors for catastrophic musculoskeletal injury of Thoroughbred racehorses.
American Journal of Veterinary Research, 1998, vol.59, n° 12, 1545-1552.
- 25. KUBBER P., GIRTLER D. – 1995**
La trajectoire du pied.
Infor Maréchalerie, 1995, n°55.
- 26. LEACH D. – 1983**
Biomechanical considerations in raising and lowering the heels.
AAEP Proceedings, 1983, n° 29, 333-342.
- 27. LECUYER P. - 1998**
Réflexions sur les conséquences de la domestication sur les pieds du cheval.
Infor Maréchalerie, 1998, n°69, 36-46.
- 28. OVNICEK G. - 1999**
Le cycle naturel de la vie du doigt du cheval.
Infor Maréchalerie, 1999, n° 75, 6-20.
- 29. PAGE B.T., BOWKER R.M., OVNICEK G., et HAGEN T.L. - 1999**
How to mark the foot for radiography.
AAEP Proceedings, vol. 45, 148-151.
- 30. POLLITT C.C. - 1993**
Color Atlas of The Horse's Foot.
Mosby-Wolfe, London, 1993, 205p.
- 31. RICKLIN O. - 1991**
Le cheval.
Editions Solar, Paris, 1991, traduction adaptation française, 8-13.
- 32. STASHAK T.S. – 1987**
Adams lameness in horses, 4th Edition.
Lea and Febiger, Philadelphia, 1987, 906p.
- 33. THOMPSON K.N. – 1993**
The effect of toe angle on tendon, ligament and hoof wall strains in vitro.

Journal of Equine Veterinary Science, 1993, vol. 13, n° 11, 651-654.

34. TURNER T.A. – 1996

The assessment of equine hoof balance and its relation to lameness.
Ippologia, 1996, n° 4, 31-38.

35. VANSCHÉPDAEL Philippe. – 1998

L'évolution d'un concept.
Infor Maréchalerie, 1998, n°69, 14-23.

36. VANSCHÉPDAEL Philippe. – 2003

Effets biomécaniques d'une augmentation de la base d'appui
postérieure du fer.
Infor Marechalerie, 2003, n° 102, 48-54.

Toulouse, 2004

NOM : VANDENHOUT

PRENOM : Geoffrey

TITRE : **Physiologie du pied du cheval et ferrure NBS**

RESUME :

En 1986-1987, Gene Ovnicek, maréchal-ferrant aux Etats-Unis, entreprend une étude sur un groupe de chevaux sauvages. Le but de cette étude est de comprendre comment les chevaux sauvages gèrent leurs pieds sans présenter les pathologies que l'on retrouve chez les chevaux domestiques. Après plusieurs mois, les résultats lui permettent d'émettre une théorie qui aboutira à l'apparition d'un nouveau type de fer, le NBS (Natural Balanced Shoe) et d'une méthode pour le parage et le ferrage des chevaux utilisant la ligne de bascule du pied. Ce travail nous permettra de décrire cette étude et de faire une critique objective des résultats obtenus. Nous verrons ensuite en détail la méthode de parage et de ferrure avec les fers NBS proposée par Ovnicek. Enfin, nous dégagerons les applications possibles de cette ferrure en pratique et les limites de ses applications.

MOTS-CLES : CHEVAL – SAUVAGE – PIED – BASCULE – FERRURE

ENGLISH TITLE : **Physiology of the horse foot and shoeing with NBS**

ABSTRACT :

In 1986-1987, farrier Gene Ovnicek conducted a research study on the feet of wild horses. The aim of this study was to understand how wild horses can exist very well on their own without presenting clinical pathology unlike domestic horses. After several months, results allowed him to present a theory that brought to a new type of shoe, the NBS (Natural Balanced Shoe) and a new trimming and shoeing methodology using breakover point. This work allows us to describe this study and to make an objective review of the results. Then, we will see the trimming and shoeing with NBS guidelines. Finally, we will bring out the possible applications of this shoe and the limits of its use.

KEY WORDS : HORSE – FERAL – FOOT – BREAKOVER - SHOE