

**Dr Francis Desbrosse** est diplômé de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort en 1969 et de l'European College of Veterinary Surgeons (ECVS) en 1994. Praticien en Médecine et Chirurgie Equine jusqu'en 2007, il est membre titulaire de l'Académie Vétérinaire de France. Son centre d'intérêt est l'appareil locomoteur et le bien-être des chevaux. Il est l'auteur de plus d'une centaine de publications, bon nombre indexées sur [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net), les plus récentes datant de 2017.

Il pratique l'alpinisme et "drive" les chevaux de courses au trot.

## Connaissances fondamentales

### **Pieds serrés : Petits ? Resserrés ? Atrophiés ?**

Le terme de pieds serrés n'est pas clair. Parlons-nous de petits pieds, de pieds serrés, resserrés, atrophiés ? On trouve bien le terme d'aplomb serré en anatomie extérieure du cheval, défaut qui correspond à un rapprochement de l'extrémité distale des membres dans le plan frontal (de face), mais pas celui de pied serré.

Le langage courant fait allusion à l'application de pressions sur le pourtour du pied ce qui diminue son volume et le rend inconfortable. Cela nous oriente aussitôt vers un possible effet contraignant de la ferrure ! Nous allons voir que ce n'est pas directement cela, nous avons tous vus des ferrures vieilles de plusieurs mois « encastrées » à l'intérieur d'une paroi débordante chez des chevaux appartenant à des propriétaires négligents.

De l'inné à l'acquis les facteurs sont nombreux, sachant que dans son développement, l'individu (ontogenèse) garde des étapes du développement de l'espèce (phylogénie). Ainsi des équidés tels que les ânes et mulets présentent des petits pieds adaptés aux terrains arides, les conservent alors qu'ils vivent en Normandie, ceci malgré le sol humide.

Chez les chevaux, certaines races présentent des pieds petits, soit par adaptation aux terrains secs comme chez les chevaux ibériques, soit par la sélection en vue d'une fonction chez le Pur-Sang Anglais ou le Trakehner. Les petits pieds du cheval Quarter Horse sont le résultat de ses origines multiples (ibérique, arabe, barbe et pur sang) d'une part et de l'adaptation à la vitesse d'autre part. Le caractère inné est associé à une symétrie dans la taille des petits pieds. L'exemple du pied bot est intéressant : il s'agit d'une déformation du pied, en général d'un seul côté. Le pied atteint est petit avec des talons élevés. Certains l'attribuent à la génétique, en fait il s'agit d'une combinaison de facteurs chez un poulain qui présente une encolure courte avec de grandes jambes (facteurs génétiques et alimentaires) ce qui le handicape pour brouter ; il a alors deux solutions pour y arriver : soit en écartant les jambes, soit en les mettant en « ciseaux » (comportement ou imitation de la mère). Si cette dernière posture devient habituelle le pied placé en arrière devient « pied bot » plus petit et celui placé en avant devient « pied plat » plus grand (figure 1).



A.G.	A.D.
PROTRACTION	RETRAIT
SURCHARGE	DECHARGE
PIED PLAT	PIED BOT

**Figure 1 : Poulain en « ciseaux » et impact sur ses membres antérieurs**

Cet exemple nous montre l'influence de l'appui statique sur la conformation du pied, avec une application directe en maréchalerie par l'utilisation des leviers grâce à la localisation du centre de pression du pied selon la technique mise au point par D. Leveillard (Yverdon 2002).

L'anatomie fonctionnelle du pied du cheval a été très bien étudiée par M.T. Salvodi (Equine Research Center, Shandon, California, USA). Lors de la mise en charge du membre, la paroi du sabot se déforme différemment selon les zones :

- la mise en charge de la partie qui se trouve en avant de la zone la plus large du pied (la zone la plus large correspond à la projection des processus palmaires de la troisième phalange) provoque un resserrement de la paroi en pince sous la couronne et un écartement au niveau de la ligne blanche ;
- en arrière de la zone la plus large, la mise en charge est accompagnée d'une descente du paturon, ce qui provoque un écartement des talons.

Le parage et l'usure de la paroi ont une influence sur ces effets : ainsi, une pince longue ressert les talons et ovalise le pied, alors qu'une pince reculée par la ferrure arrondit le pied. Le resserrement des talons que l'on observe chez les chevaux à pinces longues est dû à la traction du tendon fléchisseur profond sur les tissus en région palmaire du pied, c'est le cas lors de fourbure chronique ou de réglage des allures (ancienne façon de faire qui n'a plus cours) chez les trotteurs. Chez les chevaux qui présentent une boiterie chronique on observe une différence dans la morphologie des pieds. Le pied du côté du membre atteint qui est en décharge apparaît encastelé (en italien in castello fait allusion à la tour d'un château fort) : ce pied est plus petit avec une paroi verticale, des talons plus hauts, une fourchette petite et des lacunes profondes ; alors que le pied opposé qui subit une surcharge permanente devient plus large avec une paroi évasée et prend l'allure d'un pied plat avec des talons plus bas, une grosse fourchette et des lacunes peu profondes. Le pied le plus petit est alors qualifié d'atrophie, c'est une situation fréquente à laquelle on attache beaucoup d'importance dans le diagnostic des boiteries.

Le pied atrophié n'est donc pas un pied serré. La ferrure joue un rôle indirect - mais pas des moindres - dans la genèse du pied atrophié. Par le confort et l'effet de kinésiothérapie (qui corrige une pathologie de l'appareil locomoteur par le mouvement naturel) qu'elle procure, la ferrure participe à la remise en charge correcte du membre, c'est un traitement du pied atrophié ; à l'inverse une ferrure inadéquate aggrave l'atrophie du pied.

La mise en charge ou, à l'inverse, le soulagement d'un membre, est responsable de la variation de volume du

ped ; l'effet dépend de la résistance du sabot. La corne est constituée, entre autres, d'une protéine soufrée qui conditionne sa qualité. La corne est sensible à l'humidité qui la rend moins résistante et augmente sa plasticité ; à l'inverse, la sécheresse la durcit et augmente sa résilience. On connaît l'influence de l'environnement sur l'état des pieds des chevaux mais aussi sur leur volume. On peut, ainsi expliquer l'effet de dés-encastelure des plaques qui augmentent l'humidité de la sole et des barres. La résistance du sabot ne dépend pas que de la corne de la paroi ; le complexe kéraphylle – podophylle – troisième phalange assure la cohésion de l'ensemble, c'est lui qui est atteint en cas de fourbure. Sa résistance est difficile à évaluer, la radiographie numérique est un moyen d'évaluation de son épaisseur, une épaisseur augmentée est interprétée comme un signe de faiblesse de ce complexe. Il est vraisemblable que la variable d'ajustement au resserrement du pied soit le corium. Les pieds dits « cerclés » présentent sur la paroi des bourrelets horizontaux qui suivent la pousse de la corne que l'on dénomme faussement « lignes de stress », il s'agit en fait de traces de poussées inflammatoires au niveau du corium coronae en relation avec l'état général du cheval et son alimentation.

L'évaluation du volume du pied se fait par l'inspection qui est bien codifiée. La description faite ici du pied atrophié en témoigne. Il existe un carnet de santé du pied du cheval conçu par le groupe de travail de maréchaux-ferrants (P. Doffemont, L. Leroy, D. Leveillard) et de vétérinaires (B. Baup, S. Caure) ; il est distribué par Lencare et par Mustad. L'utilisation de gabarit en fil de métal malléable a été présentée par C. Lortie lors d'équi-meeting maréchalerie 2015.

Ceci permet de comparer la forme et les dimensions de la couronne avec celles de la ligne blanche, ce qui est un très bon moyen d'évaluer le « pied serré » en d'en faire le suivi. Nous avons vu l'intérêt de la radiologie numérique ; il existe, par ailleurs, des programmes de photographie du pied qui peuvent être couplés à la radiographie avec des échelles de mesure. La recherche utilise deux procédés. Le premier procédé consiste en l'utilisation d'une presse hydraulique calibrée qui met en charge le membre isolé préparé par plusieurs niveaux de dissection et équipé de différentes ferrures : dans ce procédé les déformations du pied sont filmées et radiographiées. L'autre procédé consiste à pratiquer sur le cheval en mouvement des mesures à l'aide de capteurs piézo-résistifs (Tekscan) sur différents sols : on enregistre en continu durant la phase d'appui les pressions au niveau du sabot, ce qui a un grand intérêt en maréchalerie puisqu'une des facettes de cet art est de bien répartir les pressions. Grâce à cette méthode on visualise le déplacement du centre de pression, ce qui permet de calculer les leviers en fonction des phases d'appui : si la calibration a bien été faite, la conversion des pressions (KPa) par le logiciel permet de connaître point par point les pics de force de réaction du sol (KN), ce qui nous fournit en plus une image inverse de l'empreinte du pied au sol. Le fer « Wide toe shoe » de chez Werkman a été mis au point en utilisant cette méthode.

Comment une ferrure peut-elle resserrer le pied ou non ? Nous avons développé le rôle de la mise en charge du membre, mais la réponse n'est pas que mécanique, ici intervient la notion de douleur. La douleur est définie comme une expérience sensitive et émotionnelle, désagréable, associée à une atteinte tissulaire présente ou potentielle. Les nerfs périphériques ne

transmettent donc pas de la douleur mais un influx généré par les extrémités nerveuses libres ou par les nocicepteurs. Le pied cheval est équipé de divers récepteurs (capteurs), voir figure 2. C'est au niveau cortical (conscience) de l'hippocampe (mémoire) et de l'amygdale (émotion) que la nociception devient douleur. Ainsi les mécanismes de la douleur, de son contrôle, et du traitement, sont complexes.

La perception, la localisation, la caractérisation du type de douleur et son contrôle sont autant d'étapes à maîtriser pour la conception et la réalisation d'une ferrure confortable à effet de kinésiphysiothérapie (mentionné plus haut). Ce qu'il convient de retenir de tout cela c'est que la douleur supprime la force et diminue la charge sur le membre concerné, c'est la première cause d'atrophie du pied. Si une ferrure crée de la douleur elle peut être responsable d'un resserrement du pied. A l'inverse, une ferrure confortable bloque la douleur par le mécanisme de contrôle de porte (Gate control) situé dans la corne dorsale de moelle spinale, elle évite ainsi le resserrement du pied. Les ferrures responsables de douleur peuvent l'être par défaut de conception ou d'exécution. Concernant la conception, le fait de modifier la géométrie du fer pour soulager l'appareil ostéo-articulaire, ligamentaire ou tendineux, peut provoquer des pressions excessives en certains points du podophylle et aboutir au résultat inverse de celui attendu en raison de douleur provoquée, qui peut être masquée mais

non contrôlée si un anti-inflammatoire a été utilisé en même temps que la prescription. On voit ici l'intérêt de dissocier les deux actions : maréchalerie vs thérapeutique. Concernant l'exécution, la douleur peut provenir de clous brochés en arrière de la zone la plus large du pied, de pinçons qui n'ont pas été tirés obliquement mais simplement rabattus au marteau, de défaut de tournure ou d'ajusture provoquant des tensions ou des pressions mal réparties.

### **Conclusion**

En conclusion nous retenons les points suivants :

- Un pied que l'on pourrait qualifier de serré peut être petit de façon innée, en raison de la race, ou de façon acquise en fonction de l'environnement (sec ou humide) et du comportement du cheval.
- La qualité de la corne n'est pas le seul élément qui favorise ou limite l'expansion du sabot, le complexe kérafolle – podophylle – troisième phalange assurant la cohésion de l'ensemble.
- Le pied dit « serré » est plus dû à un défaut de charge sur membre qu'à une pression exercée mécaniquement par la ferrure sur la paroi externe du sabot.
- Les mécanismes de la douleur et de son contrôle confèrent à la ferrure le pouvoir d'induire le resserrement du pied ou, à l'inverse, de le stopper. La coopération maréchal – vétérinaire est nécessaire.
- Le pied atrophié est en général associé à une boiterie chronique du même membre.

