

**ANALYSE DE L'IMPACT DU CAVALIER SUR LA SANTE
OSTEOPATHIQUE DU CHEVAL
PAR UNE APPROCHE BIOMECANIQUE**

Mémoire

Pour l'obtention du diplôme d'ostéopathe animalier

Présenté et soutenu publiquement le 16/06/2006 à Brighton

Devant l'European School of Animal Osteopathy

Par

BRASSAUD Catherine

Née le 11/07/1972 à Strasbourg, France

Membres du jury

M. Jean-Yves GIRARD, Directeur Général de l'ESAO

Dr Pascale SHOENBERG

Mlle Natacha BERTHON, Direction, Gestion et Organisation

Mme Bénédicte LUCAZEAU-HENNETIER, Professeur à l'ESAO

Mme Anne LAMBERMONT-FORD, Professeur à l'ESAO

M. Samuel COURVALLET, Professeur à l'ESAO

M. Thomas GUIMBELOT, Professeur à l'ESAO



European School of Animal Osteopathy Ltd

REMERCIEMENTS

Mes plus vifs remerciements vont au Dr Dominik Burger, Responsable de la section vétérinaire, techniques et méthode de production du Haras National d'Avenches, Suisse, pour son aide, ses idées, sa participation active (notamment les statistiques qui auraient été un cauchemard sinon !) et la supervision scientifique de ce travail. Merci infiniment.

Mes sincères remerciements également au Dr Eric Barrey et à M. Emmanuel Gloria de CentaureMetrix, créateurs du système Equimetrix utilisé dans cette étude, qui ont toujours été disponibles pour répondre à mes questions quant à cet appareil et à la recherche en locomotion équine.

Je tiens également à remercier le Dr André Poncet, Directeur du Haras National d'Avenches, qui a autorisé ce projet au sein de ses infrastructures.

Et je suis très reconnaissante à M. Jean-Yves Girard, ostéopathe équin et Directeur de l'European School of Animal Osteopathy, Brighton, UK, pour les données ostéopathiques qu'il a fourni pour ce travail.

Mes chaleureux remerciements vont également :

- Au personnel du Haras National d'Avenches et particulièrement à Mme Florine Hofer pour son aide avec la prise des données Equimetrix,
- Aux deux cavalières, Mme Nicola Heyser et Mme Christa Graf, qui ont généreusement participé à la prise des données Equimetrix
- A Mme Corinne Bicheron, collègue ostéopathe, pour son aide précieuse dans la prise des données ostéopathiques,
- A M. Marco Martin, ami mathématicien, pour son aide avec le dépouillement et la visualisation des données
- A M. Cristian Tiugan, mon compagnon, pour ses explications sans lesquelles les statistiques seraient restées un mystère !

MERCI A TOUS ! ☺

SOMMAIRE

Bibliographie	p.03
Introduction Générale	p.7
I/ Effets de la charge sur les paramètres de la foulée du cheval & développement de troubles locomoteurs chez le cheval monté	p.10
Introduction	p.10
I.1. Méthodologie	p.13
I.1.a. Chevaux	p.13
I.1.b. Equipement	p.16
I.1.c. Procédure	p.19
I.2. Résultats	p.26
I.3 Discussion	p.39
Conclusion	p.44
II/ Effets des manipulations ostéopathiques sur les paramètres de la foulée & amélioration des troubles locomoteurs chez le cheval monté	p.49
Introduction	p.49
II.1. Méthodologie	p.51
II.1.a. Chevaux	p.51
II.1.b. Equipement	p.51
II.1.c. Procédure	p.52
II.2. Résultats	p.53
II.2.a. Résultats ostéopathiques	p.53
II.2.b. Résultats Equimetric	p.57
II.3. Discussion	p.67
Conclusion	p.73
Conclusion Générale	p.74

BIBLIOGRAPHIE

Back, W., Schamhardt, H.C., Savelberg, H.H., van den Bogert, A.J., Buin, G, Haartman, W., & Barneveld, A. (1995). "How the horse moves: 1. Significance of graphical representations of equine forelimb kinematics." *Equine Veterinary Journal* 27: 31-38.

Barrey, E., Auvinet, B., & Couroucé, A. (1995). "Gait evaluation of race trotters using an accelerometric device." *Equine Veterinary Journal Supplement* 18: 156-160.

Biau, S., Couve, O., Lemaire, S., & Barrey, E. (2002). "The effect of reins on kinetic variables of locomotion." *Equine Veterinary Journal Supplement* 34: 359-362.

Buchner, H. H. F., Savelberg, H.H., Schamhardt, H.C., Merkens, H.W., & Barneveld, A. (1994). "a. Kinematics of treadmill versus overground locomotion in horses." *The Veterinary Quarterly* 16 (Suppl. 2): S87-90.

Buchner, H. H. F., Savelberg, H.H.C.M., Schamhardt, H.C., & Barneveld, A. (1995). "Temporal stride patterns in horses with experimentally induced fore- or hindlimb lameness." *Equine Veterinary Journal Supplement* 18: 161-165.

Buchner, H. H. F. (2001). Gait adaptation in lameness. *Equine locomotion*. W. Back, & Clayton, H., Saunders: 251-279.

Clarkson, P. M., Byrnes, W.C., McCormick, K.M., Turcotte, L.P., & White, J.S. (1986). "Muscle soreness and serum creatinine kinase activity following isometric, eccentric, and concentric muscle exercise." *International Journal of Sport Medicine* 7(3): 152-155.

Clayton, H. M. (1994). "Comparison of the stride kinematics of the collected, working, medium, and extended trot in horses." *Equine Veterinary Journal* 26: 230-234.

Clayton, H. M., & Bradbury, J.W. (1997). *Lameness dynamics*. Wild West Veterinary Conference.

Clayton, H. M., Lanovaz, J.L., Schamhardt, H.C., & van Wessum, R. (1999). "The effects of a rider's mass on ground reaction forces and fetlock kinematics at the trot." *Equine Veterinary Journal Supplement* 30: 218-221.

Degueurce, C., Pourcelot, P., Audigié, F., Denoix, J., & Geiger, M. (1997). "Variability of the limb joint patterns of sound horses at trot." *Equine Veterinary Journal Supplement* 23: 89-92.

Galisteo, A. M., Cano, M.R., Morales, J.L., Vivo, J., & Miro, F. (1998). "The influence of speed and height at the withers on the kinematics of sound horses at the hand-led trot." *Veterinary Research Communications* 22: 415-423.

Holmström, M., Fredricson, I., & Drevemo, S. (1994). "Biokinematics differences between riding horses judged as good and poor at the trot." *Equine Veterinary Journal Supplement 17*: 51-56.

Holmström, M. (2001). The effects of conformation. *Equine Locomotion*. W. Back, & Clayton, H. Philadelphia, W.B. Saunders & Co: 235-241.

Holt, K. G., Wagenaar, R.C., LaFiandra, M.E., Kubo, M., & Obusek, J.P. (2003). "Increased musculoskeletal stiffness during load carriage at increasing walking speeds maintains constant vertical excursion of the body center of mass." *Journal of Biomechanics 36*: 465-471.

Hoyt, D. F., & Taylor, R. (1981). "Gait and the energetics of locomotion in horses." *Nature(292)*: 239-240.

Johnston, C., Gottlieb-Vedi, M., Drevemo, S., & Johnston, L. (1999). "The kinematics of loading and fatigue in the Standardbred trotter." *Equine Veterinary Journal Supplement 30*: 249-253.

Johnston, C., Holm, K., Faber, M., Erichsen, C., Eksell, P., & Drevemo, S. (2002). "Effect of conformational aspects on the movement of the equine back." *Equine Veterinary Journal Supplement 34*: 314-318.

Knapik, J., Harman, E., & Reynolds, K. (1996). "Load carriage using packs: a review of physiological, biomechanical and medical aspects." *Applied Ergonomics 27*: 207-216.

Khumsap, S., Clayton, H.M., Lanovaz, J.L., & Bouchey, M. (2002). "Effect of walking velocity on forelimb kinematics and kinetics." *Equine Veterinary Journal Supplement 34*: 325-329.

LaFiandra, M., Holt, K.G., Wagenaar, R.C., & Obusek, J.P. (2002). "Transverse plane kinetics during treadmill walking with and without load." *Clinical Biomechanics 17*: 116-122.

LaFiandra, M., Wagenaar, R.C., Holt, K.G. & Obusek, J.P. (2003). "How do load carriage and walking speed influence trunk coordination and stride parameters?" *Journal of Biomechanics 36*: 87-95.

Leleu, C., Bariller, F., Cotrel, C., & Barrey, E. (2003). "Reproducibility of a locomotor test for trotter horses." *The Veterinary Journal xx*: 7pp.

Magnusson, L. E. (1985). Studies on the conformation and related traits of the Standardbred trotters in Sweden. Relationship between conformation and soundness in 4-year old Standardbred trotters. Uppsala, Sweden, University of Swedish Agricultural Sciences.

McLaughlin, J. R. M., Gaughan, E.M., Roush, J.K., & Skaggs, C.L. (1996). "Effects of subject velocity on ground reaction force measurements and stance times in clinically normal horses at the walk and trot." *American Journal of Veterinary Research 57*: 7-11.

Meyer, H. (1996). "Zum Zusammenhang von Halshaltung, Ruckentätigkeit und Bewegungsablauf beim Pferd." *Pferdeheilkunde* 12(6): 807-822.

Ministère de l'Agriculture, d. l. A., de la Pêche et des Affaires Rurales (2003). *Productions animales: Effectifs espèce équine. Agreste Chiffres et Données.*

Ministère de l'Agriculture, e. d. l. P. (2001). *Productions animales: Plus de chevaux pour le loisir et moins d'abeilles. Agreste Cahiers.*

Morales, J. L., Machado, M., Vivo, J., Galisteo, A.M., Agüera, E., & Miro, F. (1998). "Angular kinematic patterns of limbs in elite and riding horses at trot." *Equine Veterinary Journal* 30: 528-533.

Peham, C., Licka, T., Mayr, A., Scheidl, M., & Girtler, D. (1998). "Speed dependency of motion pattern consistency." *Journal of Biomechanics* 31: 769-772.

Peham, C., Licka, T., Mayr, A., & Scheidl, M. (2000). "Individual speed dependency of forelimb lameness in trotting horses." *The Veterinary Journal* 160: 135-138.

Powers, P. N. R., & Harrison, A.J. (2002). "Effect of the rider on the linear kinematics of jumping horses." *Sports Biomechanics* 1: 135-146.

Preuschott, H., Falaruri, P., & Lesh, C. (1995). "The influences of riders on their horses." *Tierärztliche Umschau* 50: 511-516, 519-521.

Robert, C., Valette, J.P., Pourcelot, P., Audigié, F., & Denoix, J.-M. (2002). "Effects of trotting speed on muscle activity and kinematics in saddlehorses." *Equine Veterinary Journal Supplement* 34: 2995-301.

Roepstorff, L., Johnston, C., Drevemo, S., & Gustas, P. (2002). "Influence of draw reins on ground reaction forces at the trot." *Equine Veterinary Journal Supplement* 34: 349-352.

Rossier, E. (2004). "La filière hippique en France: quelques repères et chiffres clés." *Bull. Acad. Vét. France* 157(1): 15-22.

Schamhardt, H. C., Merckens, H.W., & Van Osch, G.J.V.M. (1991). Ground reaction force analysis of horses ridden at the walk and trot. *Equine Exercise Physiology*. S. G. B. Persson, Lindholm, A., & Jeffcott, L.B., Davis, CA, ICEEP Publications: 120-127.

Seeherman, H. J. (1991). "a. The use of high-speed treadmills for lameness and hoof balance evaluations in the horse." *Veterinary Clinical North American Equine Practise* 7: 271-307.

Sloet, V. O.-O., M.M., Barneveld, A., & Schamhardt, H.C. (1995). "Effect of weight and riding on workload and locomotion during treadmill exercise." *Equine Veterinary Journal Supplement* 18: 413-417.

Sloet, V. O.-O., M.M., Barneveld, A., & Schamhardt, H.C. (1996). "a. Comparisons between track and treadmill: facts of weight on workload and locomotion". 42nd Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, Denver, Colorado.

Sloet, V. O.-O., M.M., Barneveld, A., & Schamhardt, H.C. (1996). "b. Kinematics of unmounted and mounted horses at walk before and after treadmill exercise." *Pfideheilkunde* 12(4): 651-655.

Sloet, V. O.-O., M.M., Barneveld, A., & Schamhardt, H.C. (1997). "Effect of treadmill inclination on kinematics of the trot in Dutch Warmblood horses." *Equine Veterinary Journal Supplement*(23): 71-75.

Sloet, V. O.-O., M.M., & Clayton, H.M. (1999). "Advantages and disadvantages of track versus treadmill tests." *Equine Veterinary Journal Supplement* 30: 645-647.

Weishaupt, M. A., Wiestner, T., Hogg, H.P., Jordan, P., & Auer, J.A. (2004). "Vertical ground reaction force-time histories of sound Warmblood horses trotting on a treadmill." *The Veterinary Journal* XX: 8pp.

INTRODUCTION GENERALE

La présente étude est basée sur les hypothèses suivantes:

1. La masse du cavalier a un impact sur la locomotion du cheval, induisant des changements dans les paramètres de la foulée, le cheval s'adaptant à la charge
2. L'équitation induit le développement de pathologies. Les chevaux montés ont une locomotion modifiée en raison de la charge (hypothèse 1) et développent par la suite des troubles musculosquelettiques
3. Ces troubles peuvent être soignés par le traitement ostéopathique qui annule tout ou partie des modifications des paramètres de la foulée

Dans le monde hippique, les effets de la masse du cavalier sur le dos du cheval et donc sur le profil de la foulée sont qualitativement et empiriquement connus. De nombreuses techniques équestres sont basées sur l'expérience pratique et la tradition, mais il existe très peu de données quantitatives quant à la manière dont elles influencent l'appareil locomoteur en charge (Roepstorff et al., 2002). Généralement, les cavaliers professionnels travaillent leurs chevaux en ayant 3 objectifs: (i) aider les chevaux à gérer la charge, (ii) obtenir des chevaux montés une locomotion proche des allures naturelles, (iii) prévenir le développement des pathologies générées par la charge.

Mais la plupart des cavaliers, parmi lesquels les débutants et les amateurs, n'ont pas les compétences techniques pour atteindre les objectifs des cavaliers professionnels. Ainsi, leur influence dynamique sur le dos des chevaux et les profils de foulées est sans doute plus importante en termes de biomécanique modifiée et de

troubles locomoteurs. L'atteinte de ces objectifs par les professionnels reste d'ailleurs discutable.

Cette étude est divisée en 2 parties : (I) les effets de la charge sur les paramètres de la foulée et le développement de troubles locomoteurs chez le cheval monté, et (II) les effets des manipulations ostéopathiques sur les paramètres de la foulée et l'améliorations des troubles locomoteurs chez le cheval monté

La première partie examine les effets de la masse et des compétences du cavalier, en comparant les paramètres de la foulée du cheval monté avec ceux du cheval non monté. Les chevaux sont étudiés dans les conditions suivantes: (1) nus (pas de cavalier ni de harnachement), (2) montés par un débutant et (3) montés par un cavalier expérimenté d'une masse similaire. Sous la selle, deux tests sont effectués : (2a. & 3a.) les chevaux sont tenus en main et les cavaliers essaient de ne pas interférer avec le déplacement en main, et (2b. & 3b.) les cavaliers utilisent toutes leurs aides (assiette, jambes et mains) et sont maîtres du déplacement.

La seconde partie examine l'impact de la consultation ostéopathique - soit des testings et des manipulations - sur les paramètres de la foulée du cheval. Le groupe de chevaux utilisés pour la première partie de l'étude est divisé en deux sous-groupes: la moitié des chevaux bénéficient de consultations complètes, soit de testings et manipulations ostéopathiques, tandis que la deuxième moitié des chevaux est utilisée comme contrôle, les chevaux étant testés mais non manipulés.

La première partie a pour objectif de déterminer l'impact de la charge sur le profil de la foulée équine et de faire le lien avec de possibles schémas de développement de pathologies ostéopathiques. La seconde partie vise à montrer comment les

manipulations ostéopathiques aident à restaurer une locomotion naturelle en réduisant les modifications des paramètres de la foulée.

Ces deux objectifs ont un intérêt économique et éthique, avec une population équine en nette augmentation en Europe ces dernières décades. En France, par exemple, selon les données publiées par le Ministère français de l'agriculture et de la pêche (2001), la population du cheval de selle a augmenté de 50% entre 1988 et 2000. Par ailleurs, la population équine française totale en 2002 comptait entre 450'915 (Ministère français de l'agriculture de l'alimentation, de la pêche et de la ruralité ; 2003) et 570'000 chevaux. (Rossier, 2004). Ces figures reflètent deux tendances majeures : la diminution de la population du cheval de trait et l'augmentation significative du nombre de chevaux de sport. En effet, parmi les 450'915 chevaux mentionnés ci-dessus, on dénombre 345'148 chevaux de selle, loisirs et courses.

I/ EFFETS DE LA CHARGE SUR LES PARAMETRES DE LA FOULEE DU CHEVAL & DEVELOPPEMENT DE TROUBLES LOCOMOTEURS CHEZ LE CHEVAL MONTE

INTRODUCTION

Plusieurs études ont démontré que la charge affecte la locomotion. Une recherche récente en humaine a montré que la charge induit une diminution de la longueur de la foulée et une augmentation de la fréquence de la foulée (LaFiandra et al., 2002 & 2003).

En revanche, la recherche chez les chevaux suggère que la charge affecte principalement les paramètres temporels avec une augmentation de la durée de la phase d'appui au pas et au trot (Sloet et al., 1995, 1996a, 1996b & 1997; Morales et al., 1998). Ceci est en accord avec le fait communément admis que les chevaux montés ont une phase de suspension moins longue. La charge ne semble pas influencer la durée globale de la foulée ni sa longueur de façon significative (Sloet et al., 1995 & 1996a) (bien que ces auteurs aient mis en évidence une durée de foulée réduite chez les chevaux montés au pas sur tapis roulant par comparaison avec des chevaux sans cavalier ; 1996b).

Sloet et al. (1995, 1996a & 1997) n'ont pas trouvé de différence significative au niveau des paramètres temporels et linéaires lorsque la charge est induite par un poids mort ou vivant chez les chevaux sur tapis roulant. Quant aux paramètres angulaires, les chevaux semblent conserver leur profil caractéristique ("empreinte cinématique") au niveau du boulet et du tarse, ainsi que dans la protraction et rétraction, qu'ils soient chargés d'un poids vivant ou mort (Sloet et al., 1997).

Toutefois, selon Powers et Harrison (2002), il est plus probable que le tapis roulant soit la cause de cette constance. Dans des activités où la vitesse ne serait pas maintenue constante, il est fort improbable qu'un poids inerte engendre la même réponse qu'un poids actif.

Il a été suggéré que le poids d'un cavalier déplace le centre de gravité du cheval vers l'avant-main (Schamhardt et al., 1991; Preuschoft et al., 1995). Schamhardt et al. ont mesuré et comparé les forces de réaction du sol générées par des chevaux montés, chargés d'un poids mort et sans charge au pas et au trot. Ils rapportent que l'augmentation de masse augmente les forces de réaction sur les membres antérieurs davantage que sur les membres postérieurs. Il a également pu être observé que le cavalier est capable de déplacer une partie de la masse additionnelle vers l'arrière-main, ce qui n'est pas le cas du poids mort. Clayton et al. (1999) ont étudié les effets de la masse du cavalier sur les forces de réaction du sol au trot et leurs résultats confirment que le cavalier affecte l'avant-main et l'arrière-main différemment. Ils suggèrent que l'effet dynamique du cavalier sur l'avant-main est ressenti essentiellement dans la phase terminale de l'appui, tandis qu'il est ressenti uniformément pendant toute la phase d'appui au niveau de l'arrière-main.

Les changements dans la locomotion des chevaux montés ne peuvent pas être attribués à la masse additionnelle seule. La technique et le harnachement ont également une influence. Biau et collègues (2002) ont comparé la locomotion de chevaux nus et enrênés dans un marcheur automatique et ils ont observés que les rênes (chambons, back lift, élastiques) augmentent significativement la propulsion des antérieurs au trot. Cette étude vise à déterminer quels sont les changements dus à la masse supplémentaire et quels sont ceux générés par l'équitation en comparant les profils de foulée de chevaux (1) nus tenus en main, (2a et 3a) chargés d'un

cavalier mais tenus en main et (2b et 3b) montés. Les cavaliers expérimentés ont une grande capacité à contrôler les mouvements et la locomotion de leurs chevaux. Un cavalier peut altérer les allures, la main, le profil de la foulée par des instructions et des ajustements de sa position corporelle (Powers and Harrison, 2002).

Le but de ce chapitre est de quantifier les effets de la masse et des compétences du cavalier sur les paramètres linéaires, temporels et cinétiques de la foulée au pas et au trot. L'hypothèse à tester est que la masse et la technique du cavalier influencent la locomotion du cheval, induisant des changements dans les paramètres de la foulée. L'influence dynamique du cavalier est supposée négativement corrélée à ses compétences équestres.

I.1. METHODOLOGIE

I.1.a. Chevaux

Sept chevaux de sang Suisse du Haras National d'Avenches ont été sélectionnés sur la base de leur disponibilité pendant la période d'étude.

1. Apologue



<i>Age:</i>	1993
<i>Sexe:</i>	Hongre
<i>Discipline:</i>	Saut d'obstacles
<i>Propriétaire:</i>	Haras National
<i>Données médicales:</i>	Tendinite postérieurs

2. Dante



<i>Age:</i>	1997
<i>Sexe:</i>	Hongre
<i>Discipline:</i>	Saut d'obstacles
<i>Propriétaire:</i>	Privé
<i>Données médicales:</i>	Ataxie

3. Darkine



Age: 1999
Sexe: Jument
Discipline: Saut d'obstacles
Propriétaire: Haras National
Données médicales: Sarcoides

4. India



Age: 1994
Sexe: Jument
Discipline: Loisir, saut d'obst.
Propriétaire : Privé
Données médicales: Azoturie

5. Léo



Age: 1993
Sexe: Hongre
Discipline: Saut d'obstacles
Propriétaire : Privé
Données médicales Bronchite chronique ;
Arthrose P2/P3 aux
deux antérieurs

6.Nameless



Age: 1993
Sexe: Etalon
Discipline: Saut d'obstacles
Propriétaire: Privé
Données médicales --

7.Pawel



Age: 1996
Sexe: Hongre
Discipline: Saut d'obstacles
Propriétaire: Haras National
Données médicales : Allergique à la pénicilline

I.1.b. Equipement

Les données sont collectées avec le système Equimetrix.

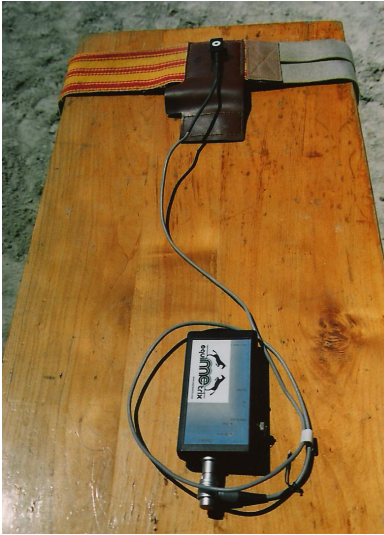


La description suivante du système est basée sur la méthodologie de la publication de Leleu et al. (2003). Certaines informations proviennent également de communications personnelles de Biau et Barrey (2004).

Equimetrix est basé sur les lois de l'accélérométrie et permet de mesurer les paramètres linéaires, temporels et cinétiques de la foulée du cheval.

Les accéléromètres mesurent les données selon trois dimensions : les mouvements verticaux (dorso-ventraux), latéraux (médio-latéraux) et longitudinaux (cranio-caudaux) du thorax.

Les valeurs positives sont obtenues quand les accélérations sont réalisées suivant les directions dorsale, craniale et gauche.



Les accéléromètres sont glués ensemble et forment un petit bloc inséré dans une pochette ajustée sur une sangle de surfaix (pour les chevaux non montés) ou sur une sangle de selle (chevaux montés).

Ce bloc est placé au niveau du sternum afin de lui assurer une bonne stabilité et d'être proche du centre de gravité du cheval en statique.



Un enregistreur de données est placé à la gauche du cheval dans une autre pochette cousue sur le surfaix (chevaux non montés, voir illustration de gauche) ou sur un tapis de selle (chevaux montés, voir illustrations ci-dessous).



La vitesse moyenne ou vélocité est mesurée séparément au moyen d'un chronomètre (la distance parcourue étant connue).

Les variables suivantes sont mesurées avec les accéléromètres d'Equimetrix :

- Vélocité ou vitesse moyenne (m/s): la distance en mètres parcourue par seconde
- La fréquence de la foulée (nb foulées ou cycles/s ou Hertz): le nombre de foulées ou de cycles par seconde
- La durée de la foulée (s): le temps en secondes entre les contacts successifs avec le sol du même membre
- La longueur de la foulée (m): la distance en mètres parcourue à chaque foulée

Mouvements verticaux:

- La régularité de la foulée (*/350 ; valeur maximale théorique*): la similarité de l'accélération des foulées successives
- La symétrie de la foulée (*/250 ; valeur maximale théorique*): comparaison des accélérations des diagonaux gauche et droit, des membres gauches et droits
- Le déplacement dorso-ventral (cm): l'amplitude du sternum dans son déplacement vertical en centimètres
- L'activité dorso-ventrale (W/kg): la puissance mécanique de la charge et de la suspension le long de l'axe dorso-ventral en watts par kilogramme
- La pureté de l'allure (%): pourcentage de 4, 2 et 3 temps pour le pas, le trot et le galop respectivement

Mouvements longitudinaux:

- L'activité longitudinale (caudo-craniale) (W/kg): la puissance de décélération et d'accélération suivant l'axe longitudinal en watts par kilogramme

Mouvements latéraux:

- L'activité médio-latérale (W/kg): la puissance de la charge et de la suspension suivant l'axe transverse (médio-latéral) en watts par kilogramme

Autres mouvements :

- La puissance totale (W/kg): la puissance mécanique incluant les accélérations dorso-ventrale, médio-laterale and longitudinale en watts par kilogramme ; il s'agit de la somme des puissances selon chaque axe

I.1.c. Procédure

Bien que le tapis roulant facilite la standardisation et la répétabilité (Sloet and Clayton, 1999), la locomotion sur le sol (le long d'un transect) est préférée. L'exercice sur tapis roulant présente quatre désavantages majeurs comparé au déplacement sur le sol (Buchner et al., 1994; Sloet and Clayton, 1999): premièrement, les chevaux doivent être entraînés à utiliser le tapis roulant; deuxièmement, certains paramètres de la locomotion sont modifiés avec une fréquence de foulée plus faible et une phase d'appui des antérieurs prolongée ; troisièmement, l'extrapolation des données obtenues sur tapis roulant à la locomotion sur le sol doit être faite très prudemment ; et dernièrement, monter à cheval sur tapis roulant est très dangereux. Par ailleurs, l'avantage principal du tapis roulant qui consiste à contrôler la vitesse et la régularité de la locomotion (Weishaupt et al., 2004) peut contrer l'influence dynamique du cavalier et masquer certains effets en lien avec les compétences de celui-ci. Les chevaux peuvent être montés de manière habituelle sur le sol, ce qui n'est pas possible sur tapis roulant.

Les chevaux sont donc testés au pas et au trot le long d'un transect préparé sur la carrière de sable extérieure du Haras National.



Le transect est défini avec des barres d'obstacles posées au sol afin d'assurer un déplacement standard en ligne droite.

Les chevaux sont testés et leurs foulées mesurées dans les conditions suivantes:

- Conduits en main, nus (pas de cavalier, ni de harnachement) (en anglais, « Loose » - L)
- Conduits en main, "chargés" d'une cavalière amatrice d'environ 80 kg qui n'utilise que son assiette (pas de jambe ni de main) (en anglais, « Amateur seat only » – ASo)
- Montés par la même cavalière amatrice de 80 kg utilisant toutes ses aides (assiette, jambes et mains) (en anglais « Amateur seat, legs and reins » – ASLR)
- Conduits en main, "chargés" d'une cavalière professionnelle d'environ 75 kg qui n'utilise que son assiette (pas de jambe ni de main) (en anglais, « Professional seat only » – PSo)

- Montés par la même cavalière professionnelle de 75 kg utilisant toutes ses aides (assiette, jambes et mains) (en anglais « Professional seat, legs and reins » – PSLR)



Cavalière professionnelle : Mme Nicola Heyser



Cavalière amatrice : Mme Christa Graf

Le pas et le trot sont choisis car le pas est l'allure la plus parlante ostéopathiquement lors des tests en dynamique et le trot est une allure très symétrique moins sujette aux perturbations externes (Barrey, comm. pers., 2005). Il est par ailleurs impossible de reproduire au galop les conditions de test décrites plus haut.

Les cavaliers sont assis dans une selle de dressage et utilisent des rênes simples. Lors des tests où ils sont conduits en main, ils essaient d'influencer le cheval le moins possible, sans main (pas de rênes) et sans jambes actives (les jambes restent le long du cheval, sans action voulue).



Cet arrangement n'est que très peu sujet aux perturbations extérieures. La carrière est suffisamment grande pour éviter les dérangements dus aux autres activités du haras et elle présente le grand avantage d'être familière aux chevaux qui y sont régulièrement montés et montrés en main. Au pas et au trot, les chevaux nus et « chargés » d'un cavalier sont conduits par leur licol sur lequel est fixé un mors fin sur le transect défini par les barres au sol. Les chevaux montés se déplacent sur le meme transect dirigés par leur cavalier.

La vitesse influence significativement le déplacement (Peham et al., 1998; Seeherman, 1991; Galisteo et al., 1998). Quand les chevaux modifient leur vitesse, ils changent généralement d'allure, mais au sein de la même allure, le profil de la locomotion varie avec la vitesse (Peham et al., 2000). La vitesse influence significativement les paramètres linéaires et temporels (Clayton, 1994; McLaughlin et al., 1996; Galisteo et al., 1998; Robert et al., 2002; Khumsap et al., 2002). Parmi les changements observés, une augmentation de la vitesse résulte en une diminution de la durée de la phase d'appui et de la foulée et une augmentation de la longueur de la foulée. Dans leur étude de trotteurs français sur piste, Barrey et al. (1995) ont montré

que plusieurs variables étaient influencées par la vitesse, le plus significativement la fréquence et la longueur de la foulée et l'amplitude du couple accélération/décélération longitudinales.

Une vitesse optimale pour chaque cheval a été observée, avec des variations minimales entre les cycles (Peham et al., 1998). Les mesures de variabilité intra-individuelle dans le déplacement de trotteurs conduits en main et autorisés à se déplacer à la vitesse de leur choix ont montré que les chevaux ont tendance à se maintenir à la vitesse choisie avec des profils de locomotion très similaires d'un test à l'autre (Degueurce et al., 1997; Galisteo et al, 1998). Les mesures effectuées à la vitesse choisie par le cheval ont une reproductibilité intra-individuelle plus élevée (Peham et al., 2000; Galisteo et al, 1998).

Ainsi, les chevaux conduits en main se déplacent au pas et au trot à la vitesse qui leur convient, sans être ralentis ni encouragés à accélérer; le conducteur essaie de minimiser son influence. Il est supposé que la vitesse choisie par le cheval est sa vitesse de confort, qui - d'après une étude de Hoyt et Taylor, 1981 - est économique en termes de dépense énergétique. Les chevaux montés sont maintenus à la vitesse qui paraît appropriée au cavalier ou que celui-ci est en mesure d'obtenir.

Les conditions de test sont groupées en deux sessions choisies au hasard pour chaque cheval. Les sessions sont comme suit :

S1 – Test L, suivi du test ASo puis du test ASLR, dans cet ordre spécifique

S2 – Test L, suivi du test Pso puis du test PSLR, dans cet ordre spécifique

Les sessions S1 et S2 ont lieu en des journées différentes pour éviter les interférences entre les conditions de test (par exemple, un cavalier débutant qui

monte un cheval venant d'être travaillé par un cavalier professionnel obtient une locomotion différente de ce qu'il est généralement capable d'obtenir par lui-même si le cheval est fraîchement sorti du boxe).

Chaque session est débutée par une courte marche de détente en main. Les mesures sont ensuite prises au pas puis au trot quelle que soit la condition de test.

Entre les conditions de test ASo/PSo et ASLR/PSLR, les cavaliers disposent de 15 à 20 minutes de travail avec le cheval pour maximiser l'influence de leur technique sur la locomotion de l'animal.

Comme il a été montré que la fatigue induit des changements dans le profil de la foulée du cheval, telles une augmentation de la longueur de la foulée et de la durée de la phase d'appui ainsi qu'une fréquence de foulée variable (Sloet et al., 1996; Johnston et al., 1999), les mesures sont faites dans un temps relativement court, approximativement 30 minutes par cheval.

Afin de minimiser les variations dues aux intervenants, la même équipe procède à la collection des données pour tous les chevaux.

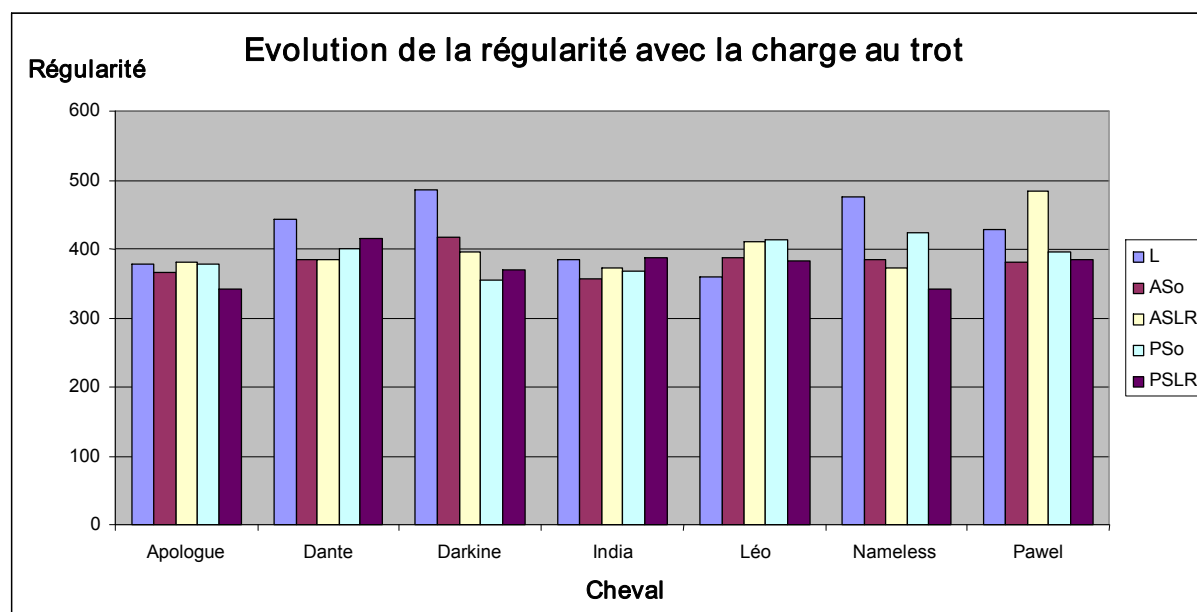
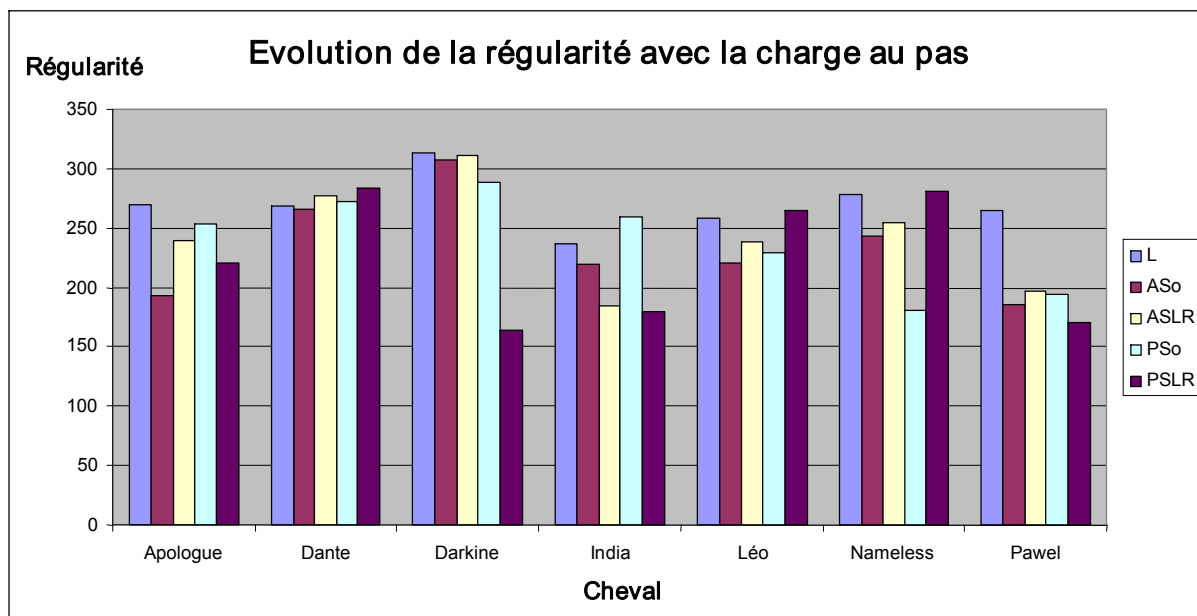
Les données enregistrées sont ensuite téléchargées sur l'ordinateur pour traitement.



I.2. RESULTATS

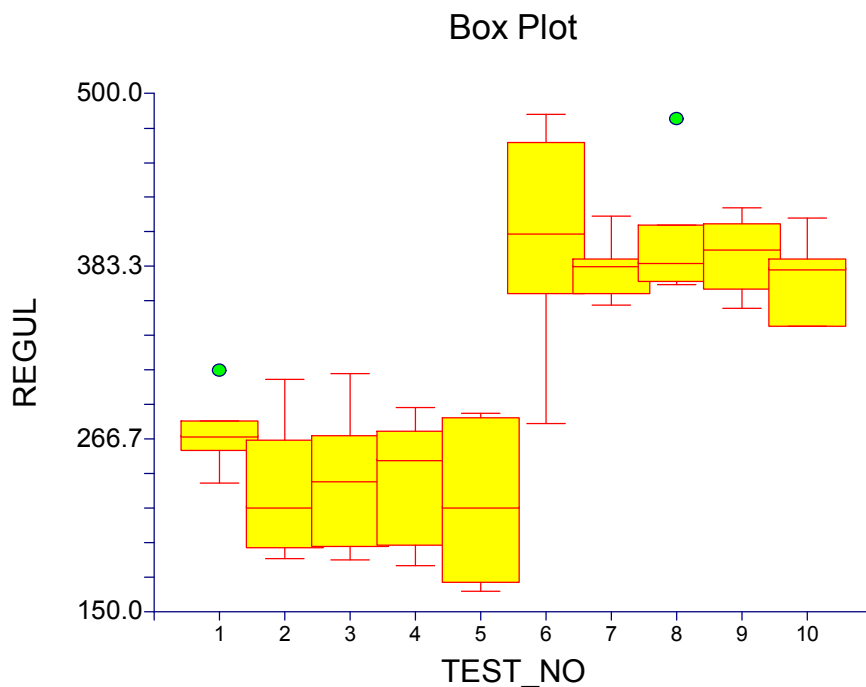
Evolution de la régularité avec la charge

« Résultats individuels »



La régularité dans la condition ASo est toujours plus faible que la régularité dans la condition L, sauf pour Léo au trot. La régularité dans la condition ASLR tend à être meilleure que la régularité dans la condition ASo. Toutefois, la valeur ASLR est généralement inférieure à la valeur L. La régularité dans la condition PSo est meilleure que la régularité dans la condition ASo, excepté pour deux chevaux dont un exceptionnellement boiteux le jour de l'enregistrement des valeurs PSo et PSLR. La régularité dans la condition PSLR est très variable et peut être soit supérieure soit inférieure à la régularité dans les conditions PSo, voire ASo et ASLR.

« Résultats groupés »



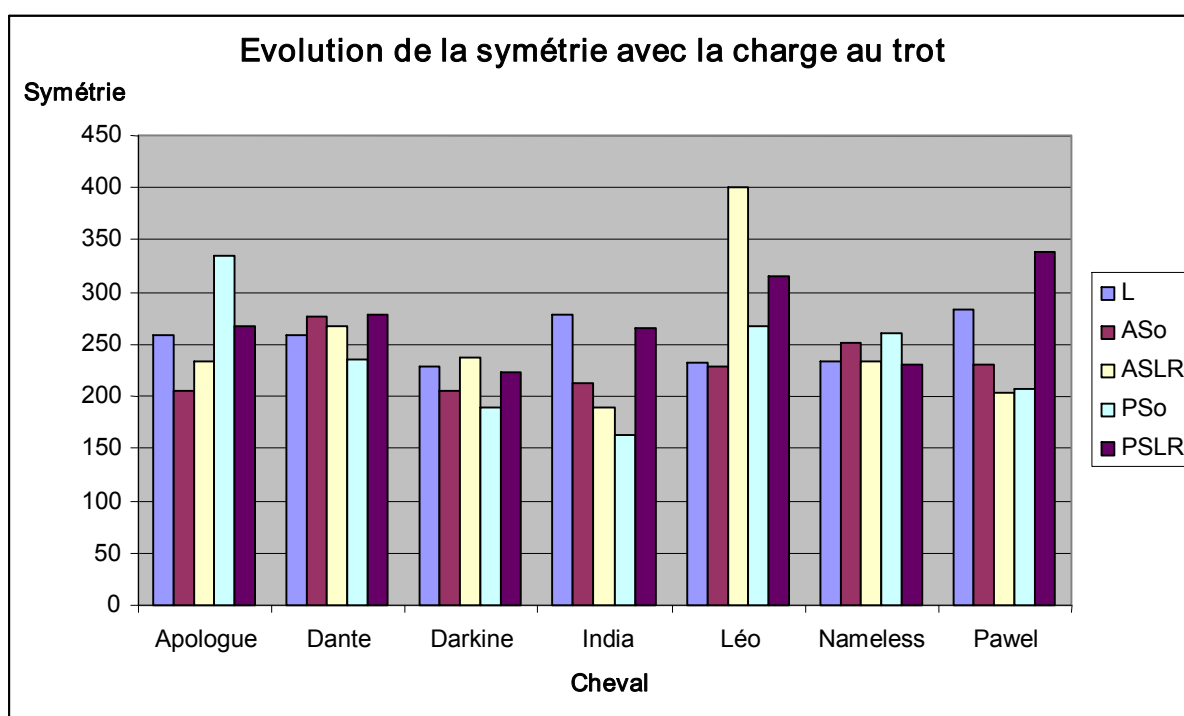
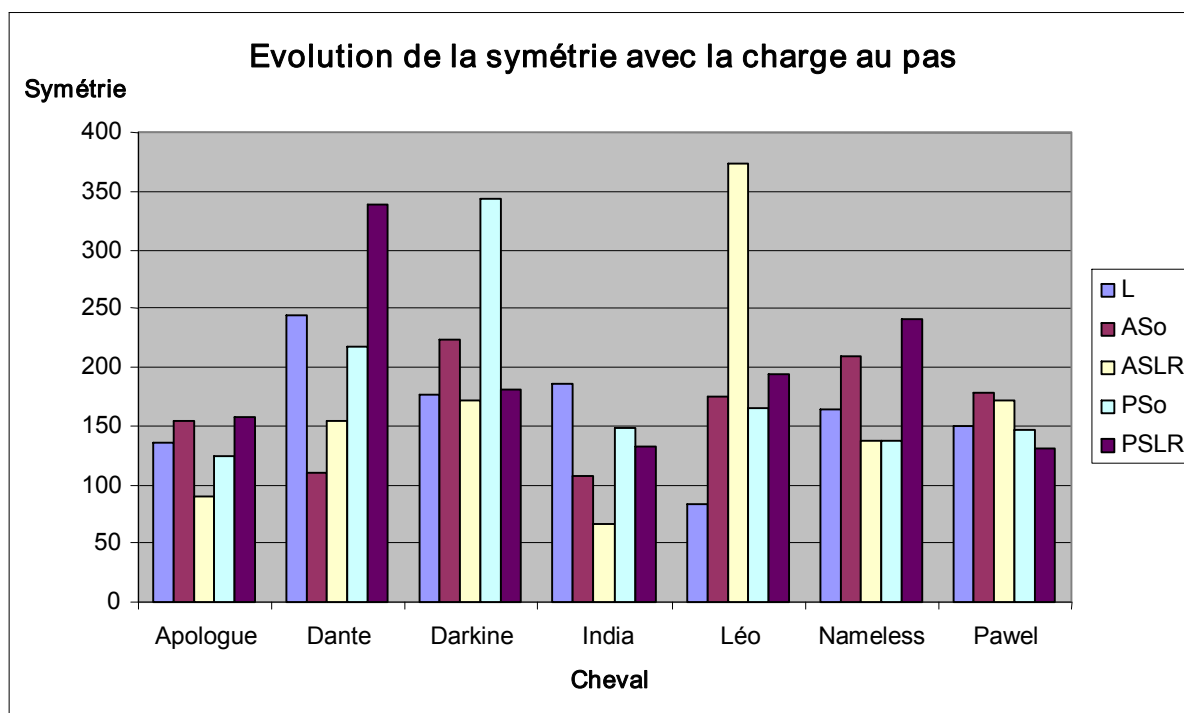
Numéro du test :

Tests au pas : 1 = L ; 2 = ASo ; 3 = ASLR ; 4 = PSo ; 5 = PSLR ; tests au trot : 6 = L ; 7 = ASo ; 8 = ASLR ; 9 = PSo ; 10 = PSLR

Ce graphique confirme le descriptif ci-dessus tout en mettant en évidence une tendance supplémentaire : la régularité sous la condition PSLR chute.

Evolution de la symétrie avec la charge

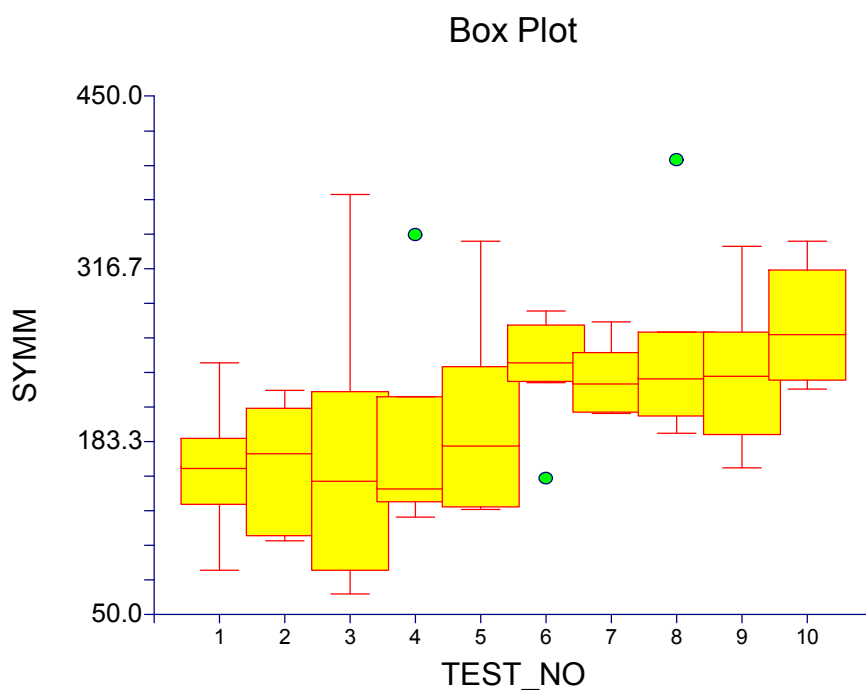
« Résultats individuels »



La symétrie dans la condition ASLR est soit inférieure soit supérieure aux valeurs dans les conditions L et ASo. Il n'y a pas de tendance nette.

En revanche, les chevaux tendent à avoir une meilleure symétrie dans les conditions PSo et PSLR au pas et au trot. Excepté Darkine qui était boiteuse le jour du test dans les conditions PSo et PSLR, Pawel au pas et Léo qui montre une excellente symétrie ASLR, tous les chevaux sont plus symétriques sous les conditions PSo et PSLR.

« Résultats groupés »



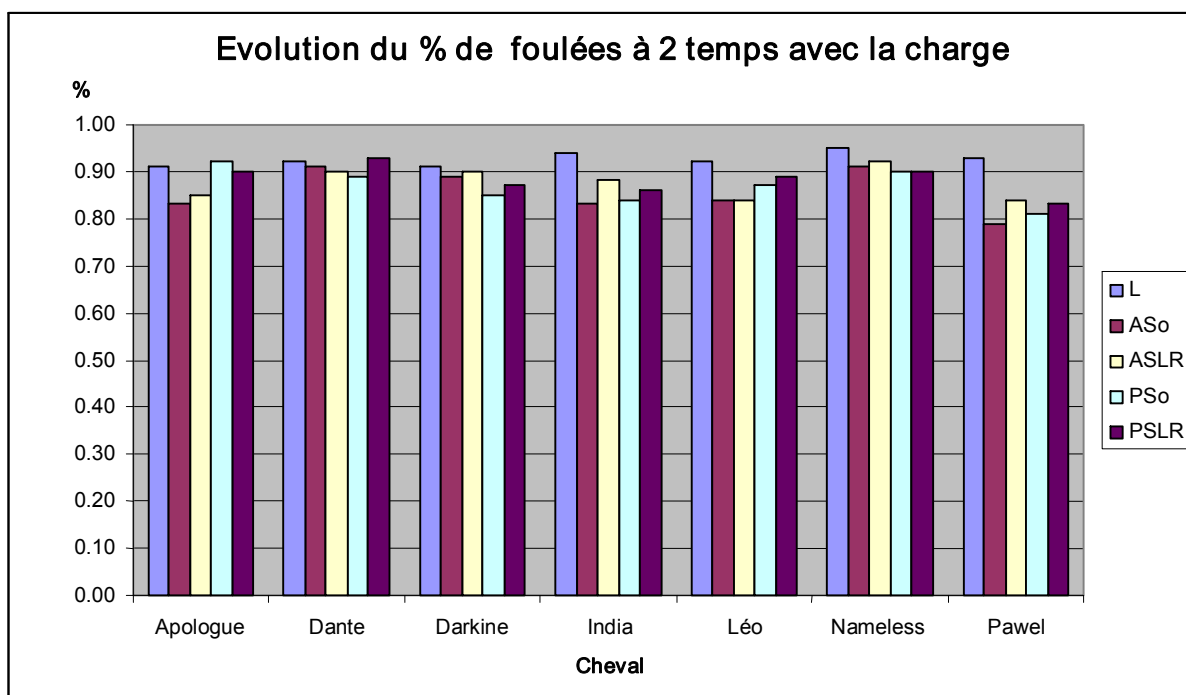
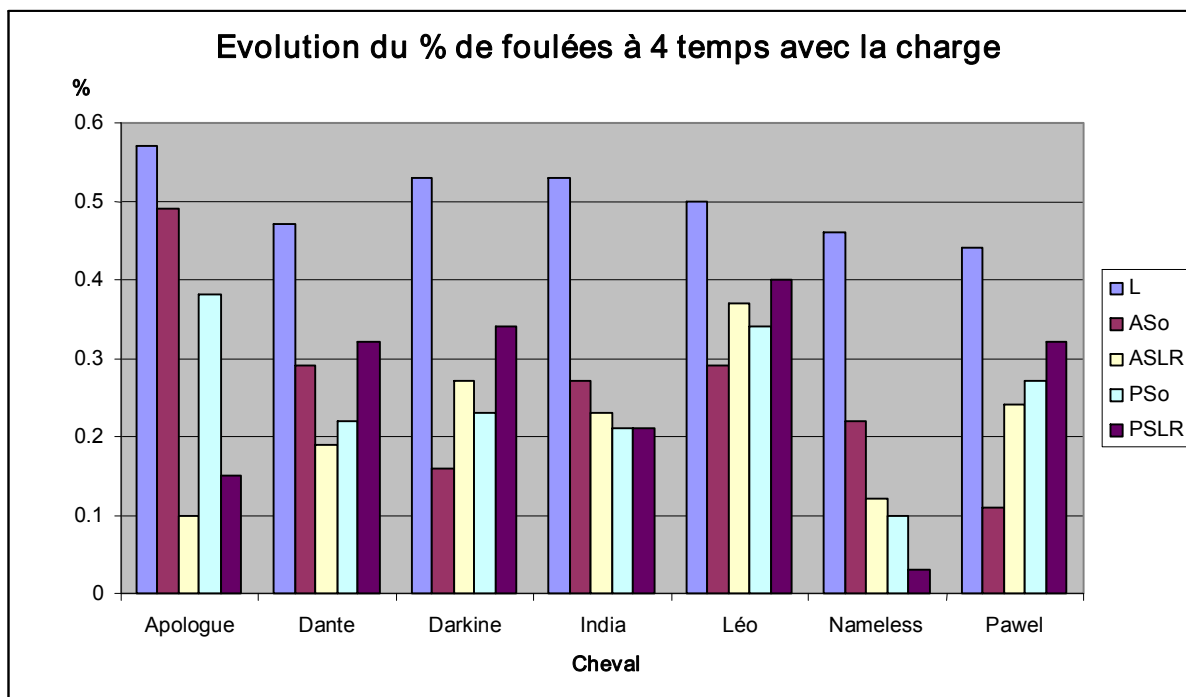
Numéro du test :

Tests au pas : 1 = L ; 2 = ASo ; 3 = ASLR ; 4 = PSo ; 5 = PSLR ; tests au trot : 6 = L ; 7 = ASo ; 8 = ASLR ; 9 = PSo ; 10 = PSLR

Ce graphique confirme que la symétrie tend à être supérieure dans les conditions PSLR, au pas comme au trot.

Evolution de la pureté de l'allure - soit, le pourcentage de foulées à 2 ou 4 temps – avec la charge

« Résultats individuels »



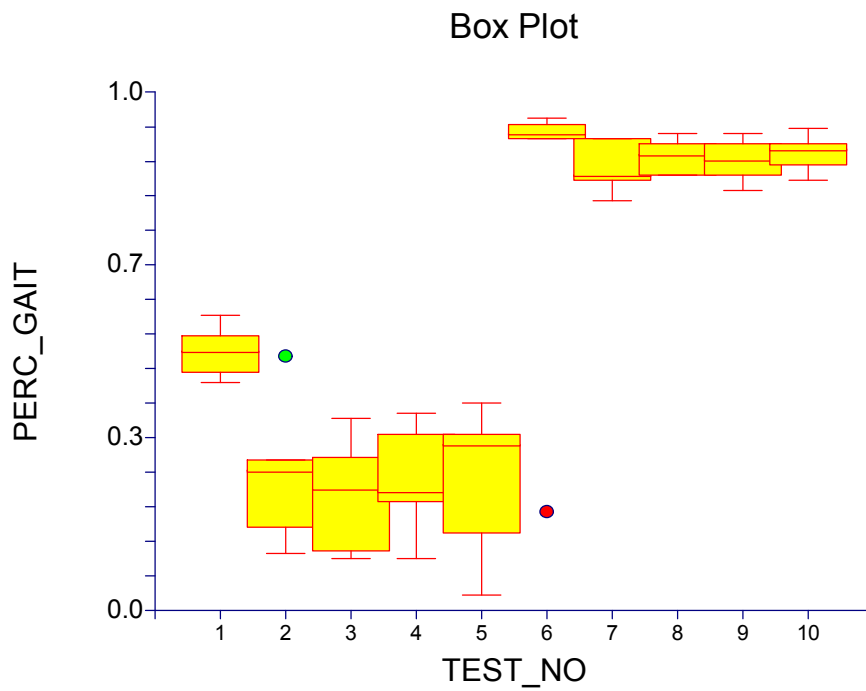
La charge semble dégrader significativement la pureté de l'allure. En effet, ce paramètre est à son maximum quand les chevaux sont testés nus (L).

De plus, la pureté du pas est davantage affectée par la charge que la pureté du trot. En effet, les valeurs au trot sont relativement similaires pour tous les chevaux et comprises entre 0.8 et 0.93, les valeurs pour la condition de test L se situant aux alentours de 0.9. Les valeurs pour le pas sont quant à elles comprises entre 0.1 et 0.57, les valeurs pour la condition L se situant entre 0.44 et 0.57. Il apparaît également que la valeur L de pureté du pas est davantage sujette aux variations que la valeur L de pureté du trot.

Au trot, les plus hautes valeurs de pureté de l'allure sont obtenues sous les conditions de test PSLR et ASLR. Les valeurs ASo et PSo sont inférieures, bien que de peu.

Au pas, quasiment tous les schémas possibles sont observés. Sur les sept chevaux testés, les plus hautes valeurs (mises à part les valeurs pour la condition de test L) sont obtenues 4 fois sous la condition de test PSLR et trois fois sous la condition de test ASo. Il n'y a pas de tendance qui se dégage.

« Résultats groupés »



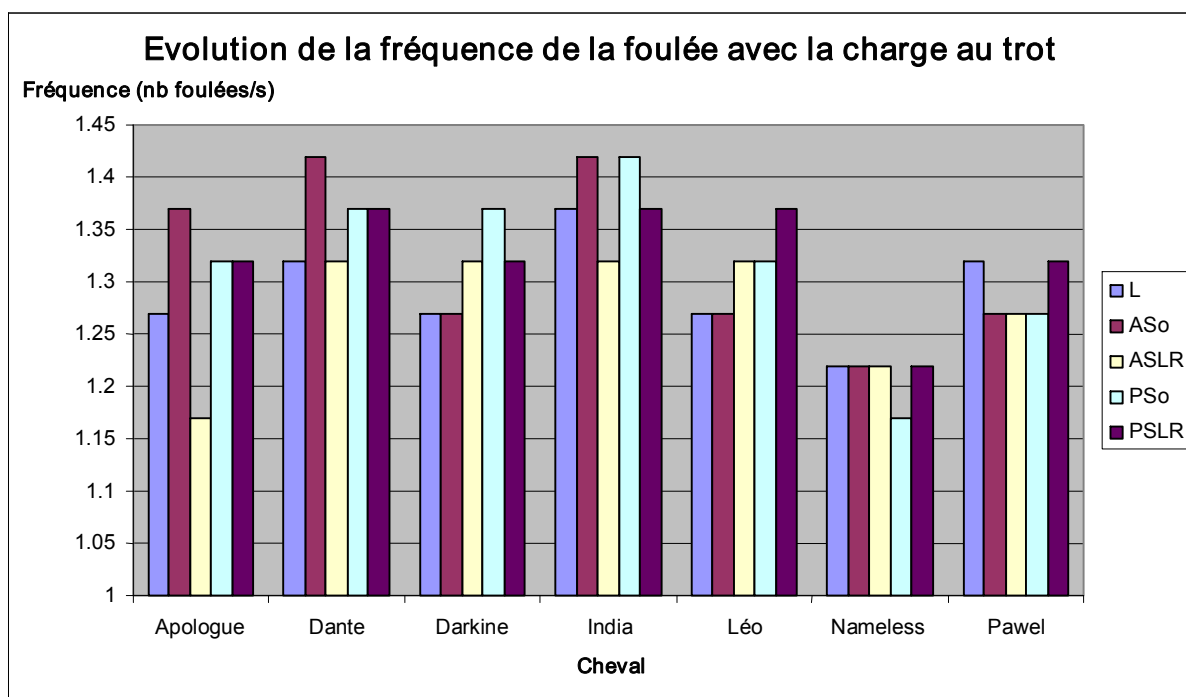
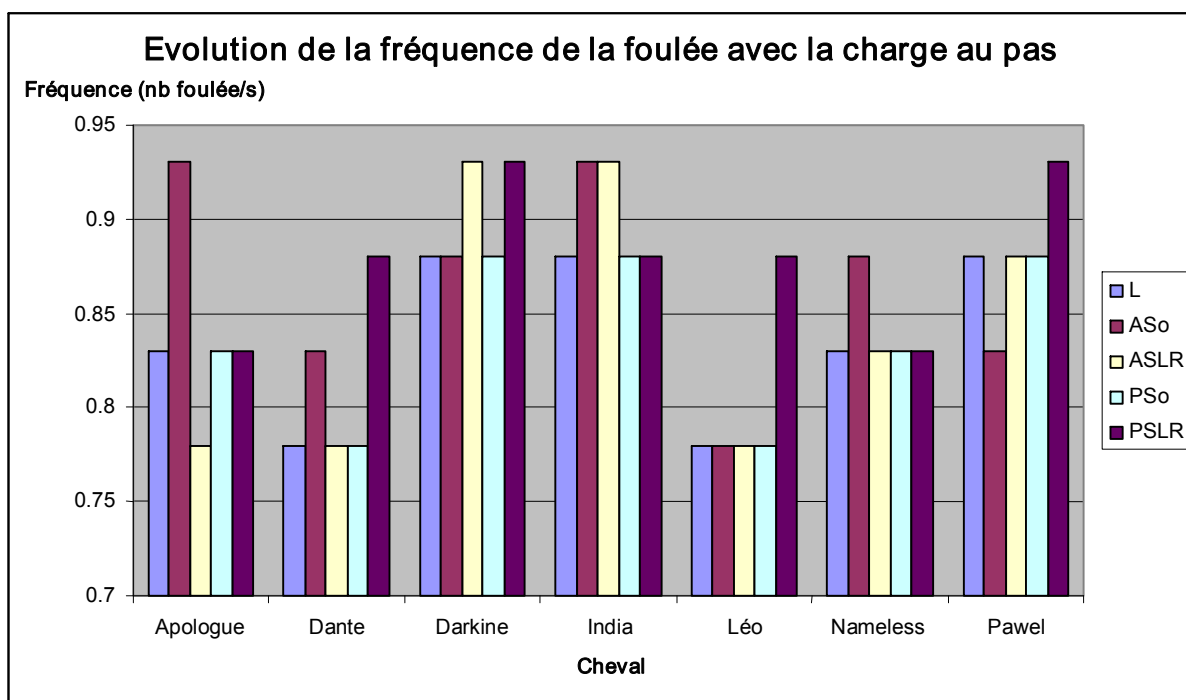
Numéro du test :

Tests au pas : 1= L ; 2 = ASo ; 3 = ASLR ; 4 = PSo ; 5 = PSLR ; tests au trot : 6 = L ; 7 = ASo ; 8 = ASLR ; 9 = PSo ; 10 = PSLR

Ce graphique confirme que la charge et l'équitation dégradent la pureté de l'allure, l'équitation professionnelle dans une moindre mesure. Le pas est davantage affecté que le trot.

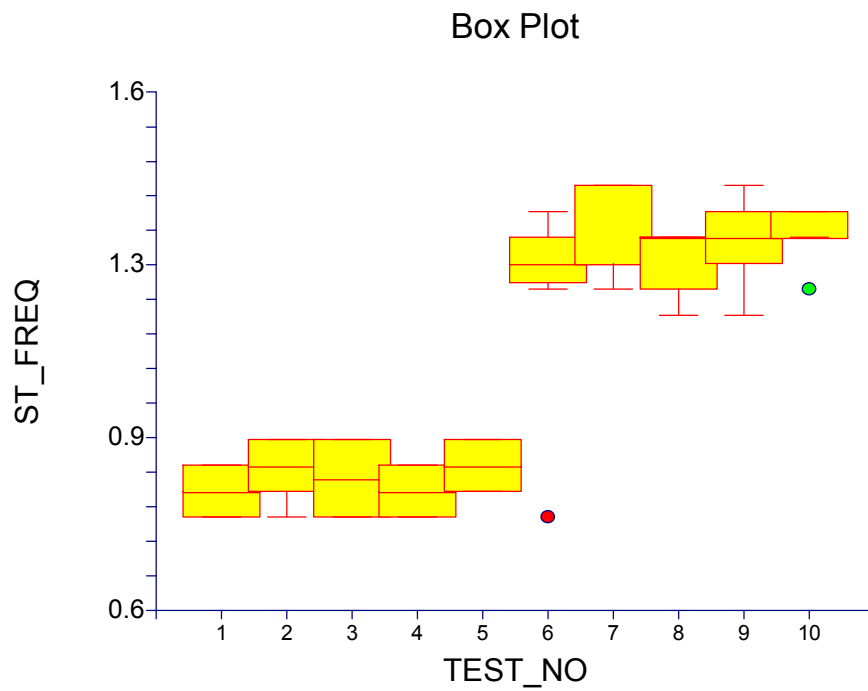
Evolution de la fréquence de la foulée avec la charge

« Résultats individuels »



La fréquence de la foulée tend à augmenter – par rapport à la valeur L - essentiellement sous la condition PSLR et ASo.

« Résultats groupés »



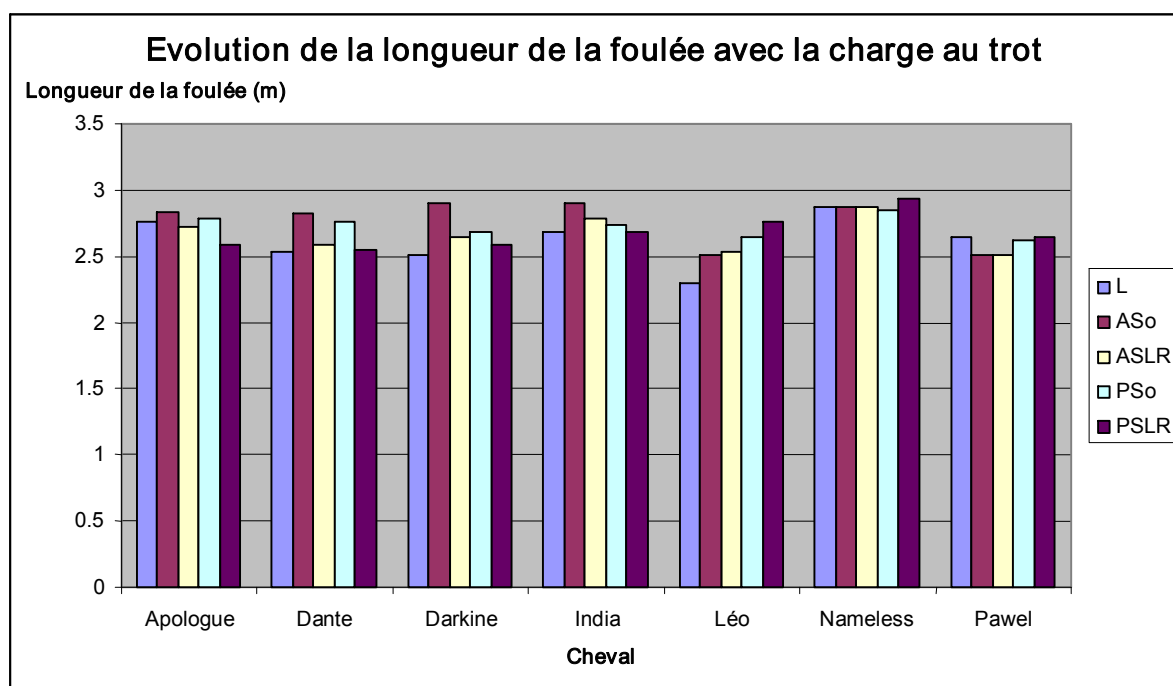
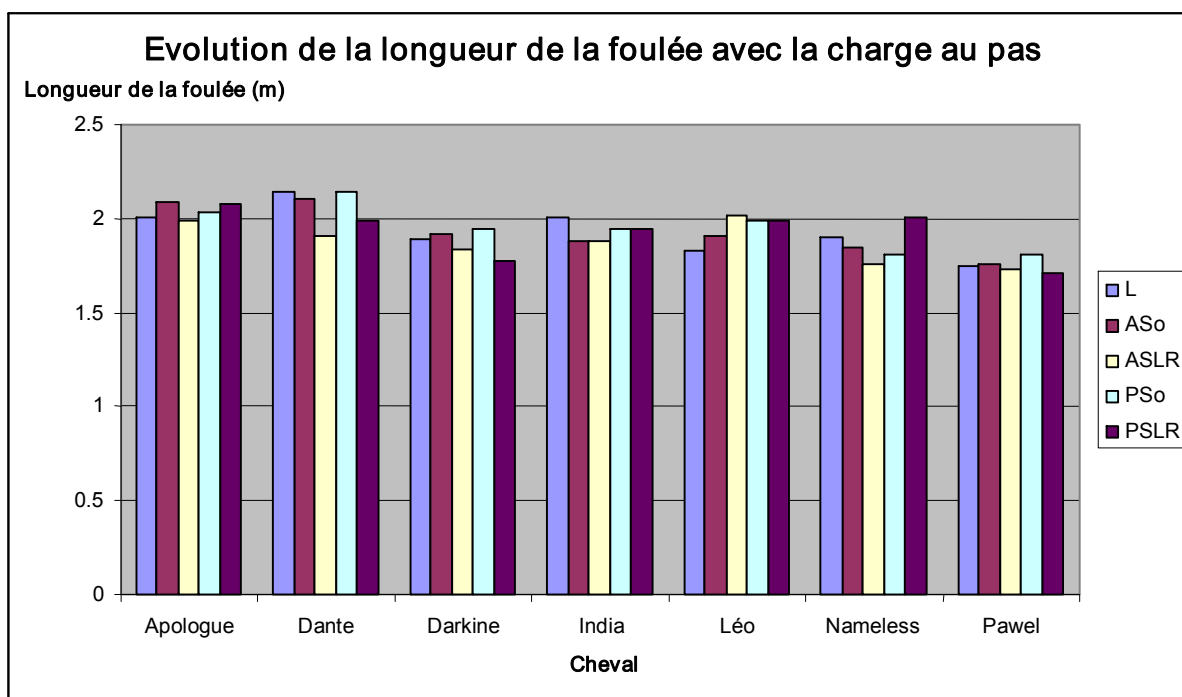
Numéro du test :

Tests au pas : 1= L ; 2 = ASo ; 3 = ASLR ; 4 = PSo ; 5 = PSLR ; tests au trot : 6 = L ; 7 = ASo ; 8 = ASLR ; 9 = PSo ; 10 = PSLR

Ce graphique confirme que la fréquence de la foulée tend à augmenter avec la charge et l'équitation. Il apparaît nettement que la fréquence de la foulée augmente sous la condition PSLR au pas comme au trot.

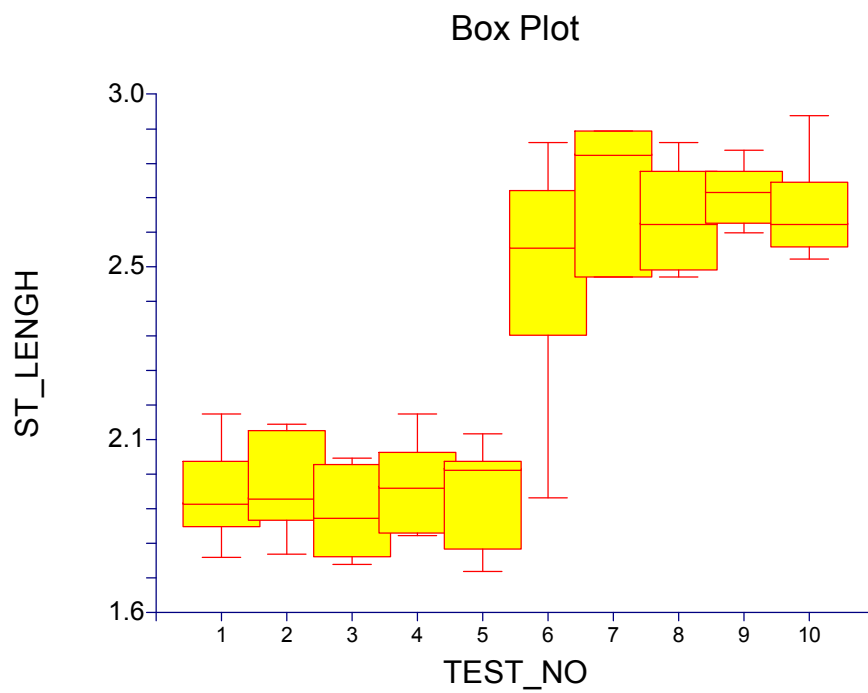
Evolution de la longueur de la foulée avec la charge

« Résultats individuels »



La longueur de la foulée tend à augmenter sous les conditions ASo et PSo. Sous les conditions ASLR et PSLR, la valeur de la longueur de la foulée tend à être proche voire inférieure à la valeur L.

« Résultats groupés »



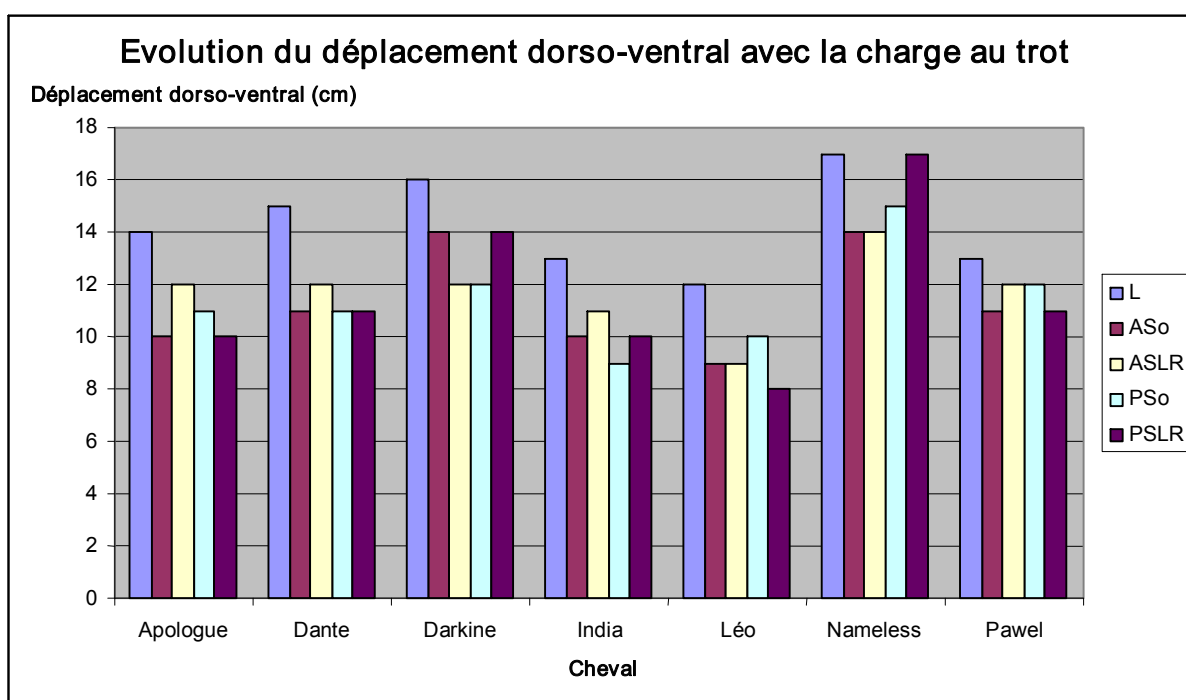
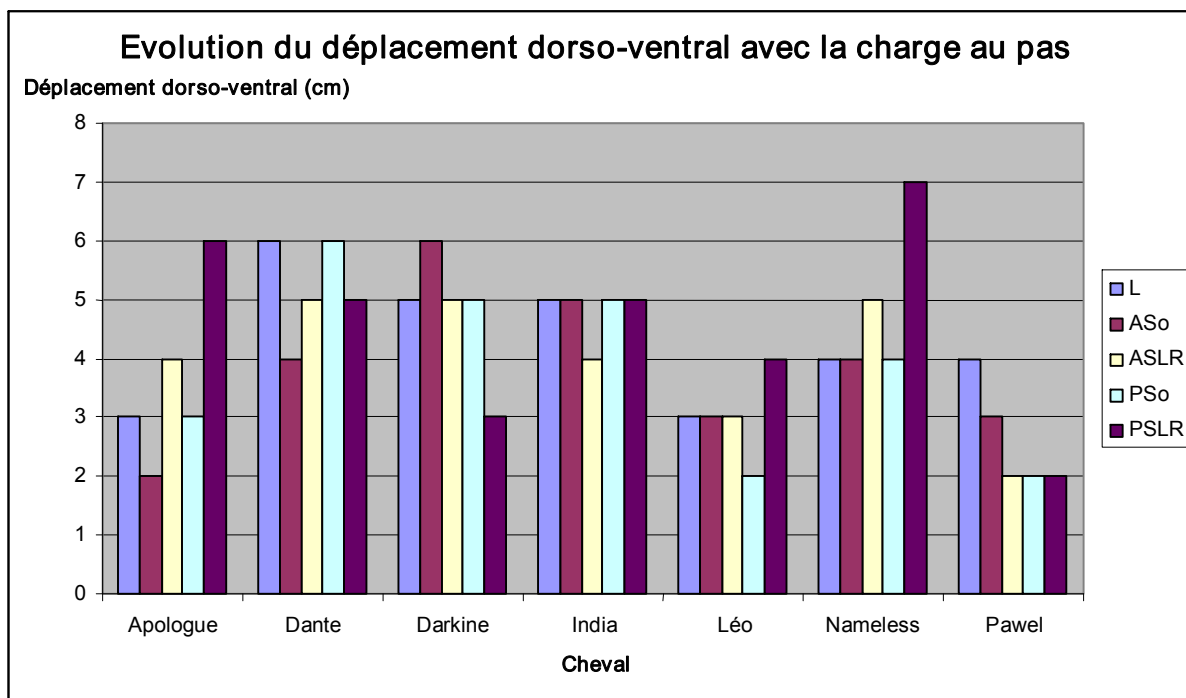
Numéro du test :

Tests au pas : 1 = L ; 2 = ASo ; 3 = ASLR ; 4 = PSo ; 5 = PSLR ; tests au trot : 6 = L ; 7 = ASo ; 8 = ASLR ; 9 = PSo ; 10 = PSLR

Ce graphique confirme la tendance décrite ci-dessus.

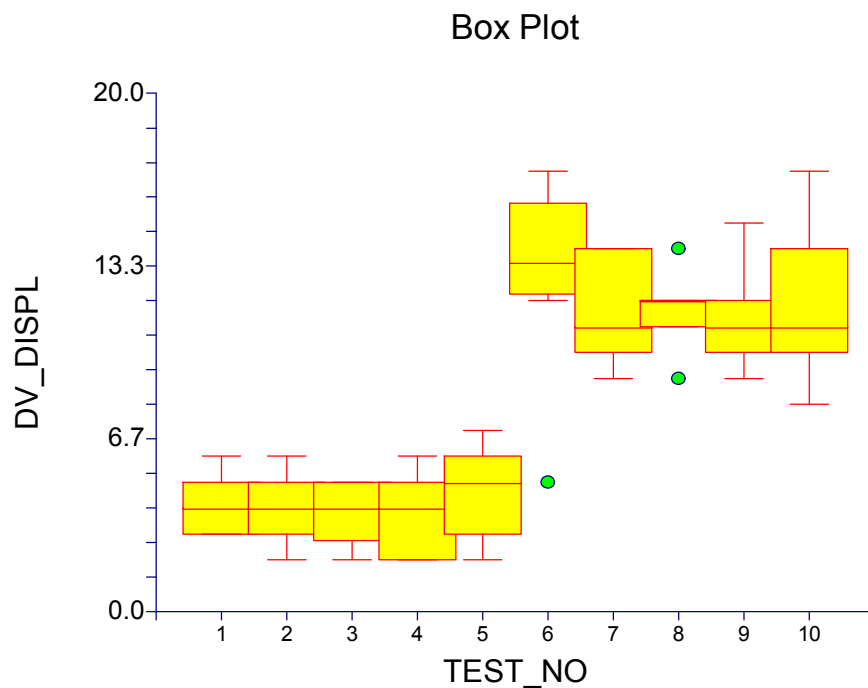
Evolution du déplacement dorso-ventral avec la charge

« Résultats individuels »



Dans la plupart des tests, les valeurs du déplacement dorso-ventral sous les conditions ASo, ASLR, PSo, et PSLR sont inférieures à la valeur L, et ce surtout au trot. En effet, au pas la valeur L est parfois inférieure à l'une ou l'autre valeur, tandis qu'au trot elle est toujours supérieure ou égale aux autres valeurs.

« Résultats groupés »



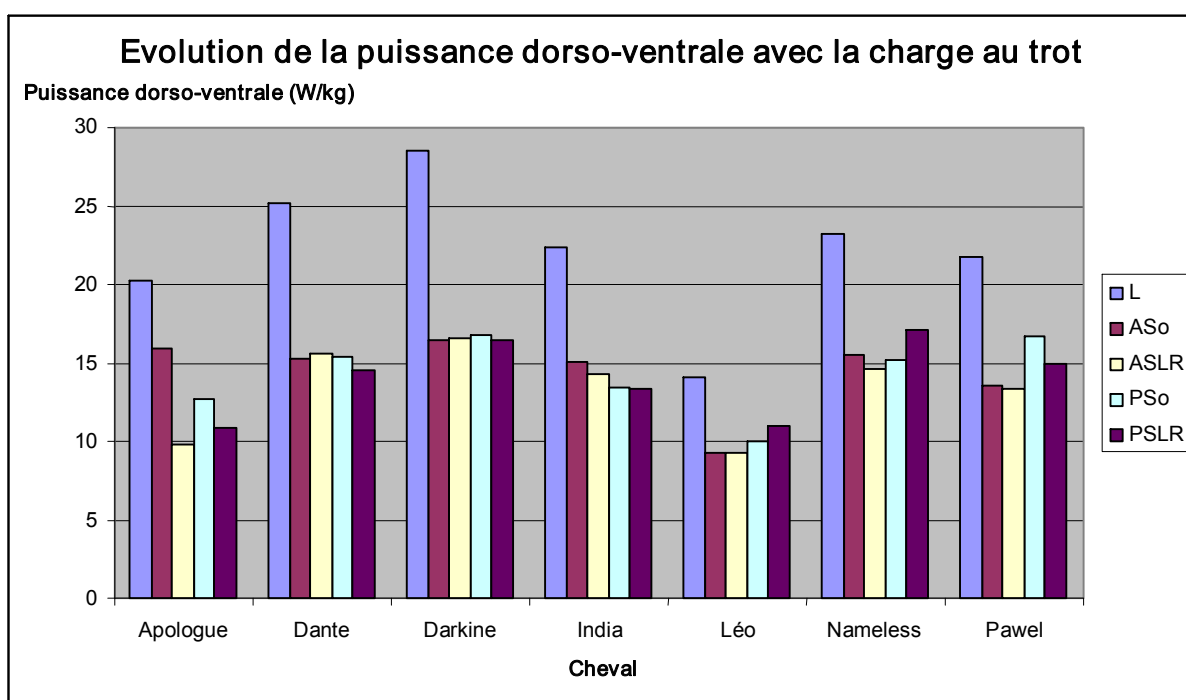
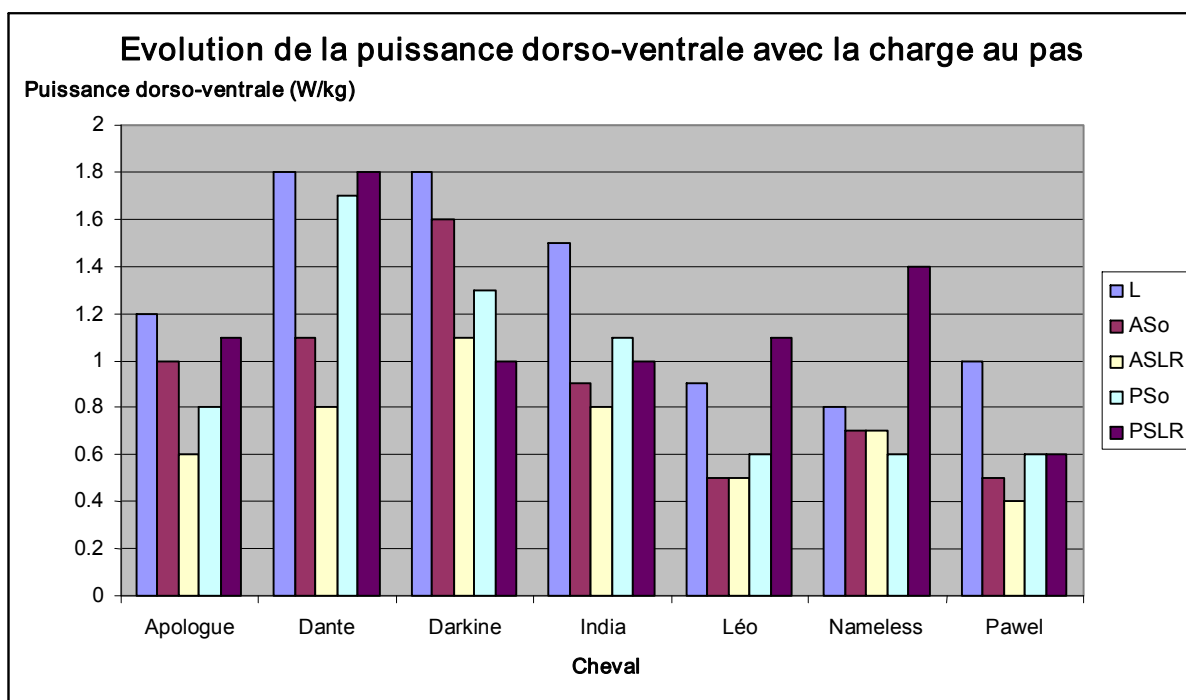
Numéro du test :

Tests au pas : 1 = L ; 2 = ASo ; 3 = ASLR ; 4 = PSo ; 5 = PSLR ; tests au trot : 6 = L ; 7 = ASo ; 8 = ASLR ; 9 = PSo ; 10 = PSLR

Ce graphique met en évidence un meilleur déplacement dorso-ventral avec l'équitation professionnelle au pas. Au trot, le déplacement est meilleur sous la condition de test L.

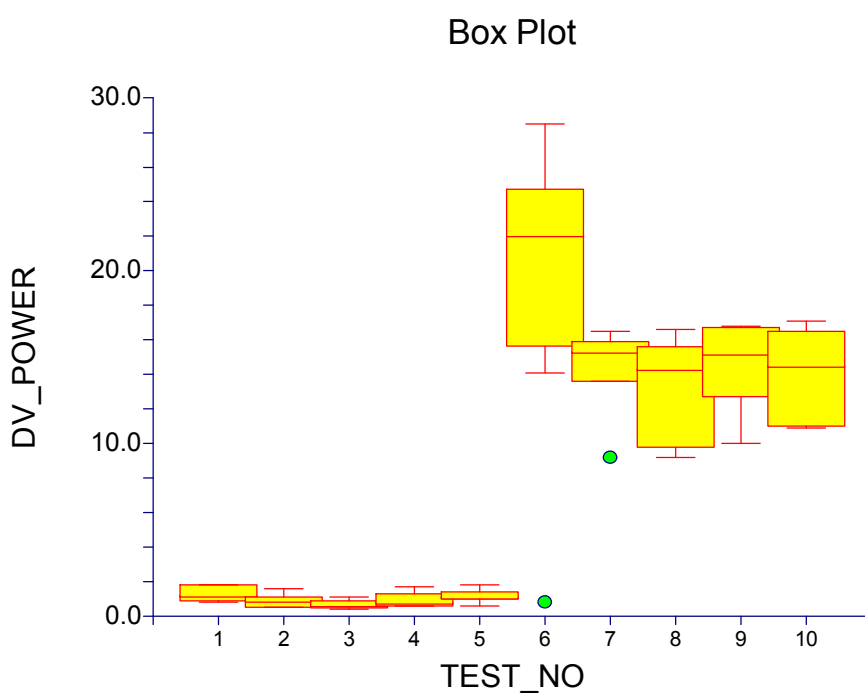
Evolution de la puissance dorso-ventrale avec la charge

« Résultats individuels »



Au pas, les valeurs les plus importantes sont réalisées sous les conditions L ou PSLR, excepté pour Darkine boiteuse le jour de l'enregistrement pour les conditions PSo et PSLR. Au trot, les données sont distribuées différemment. La valeur L est toujours la plus élevée. Par ailleurs, les valeurs ASo/ASLR sont indifféremment supérieures ou inférieures aux valeurs PSo/PSLR.

« Résultats groupés »



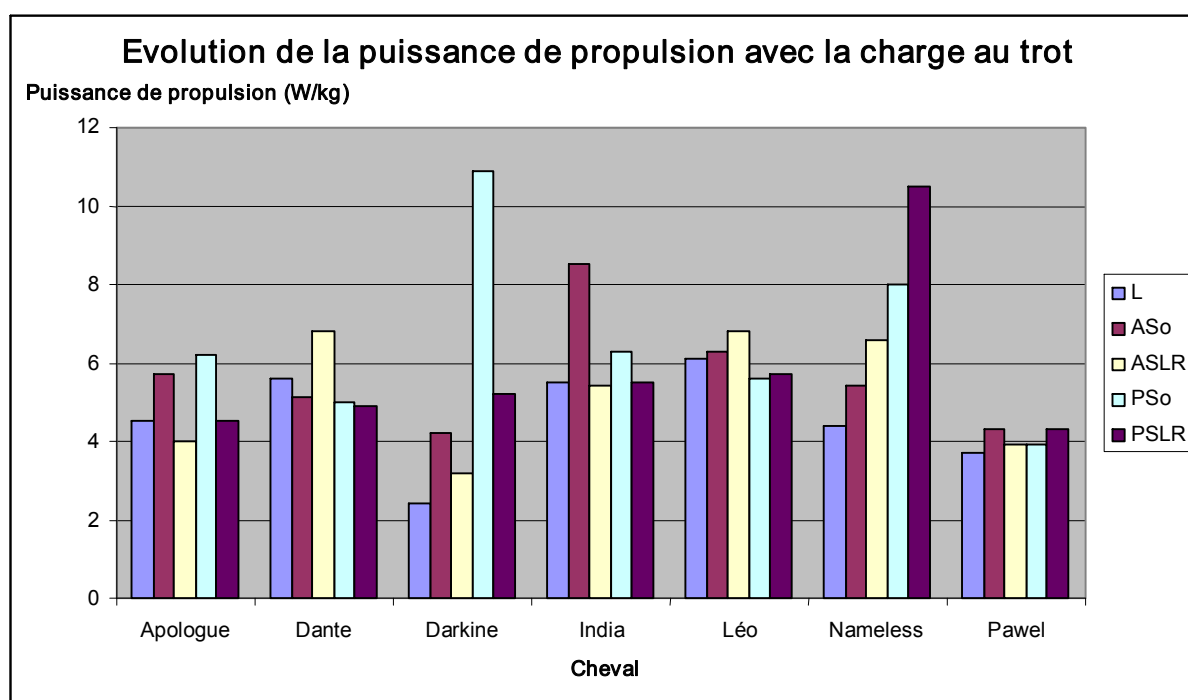
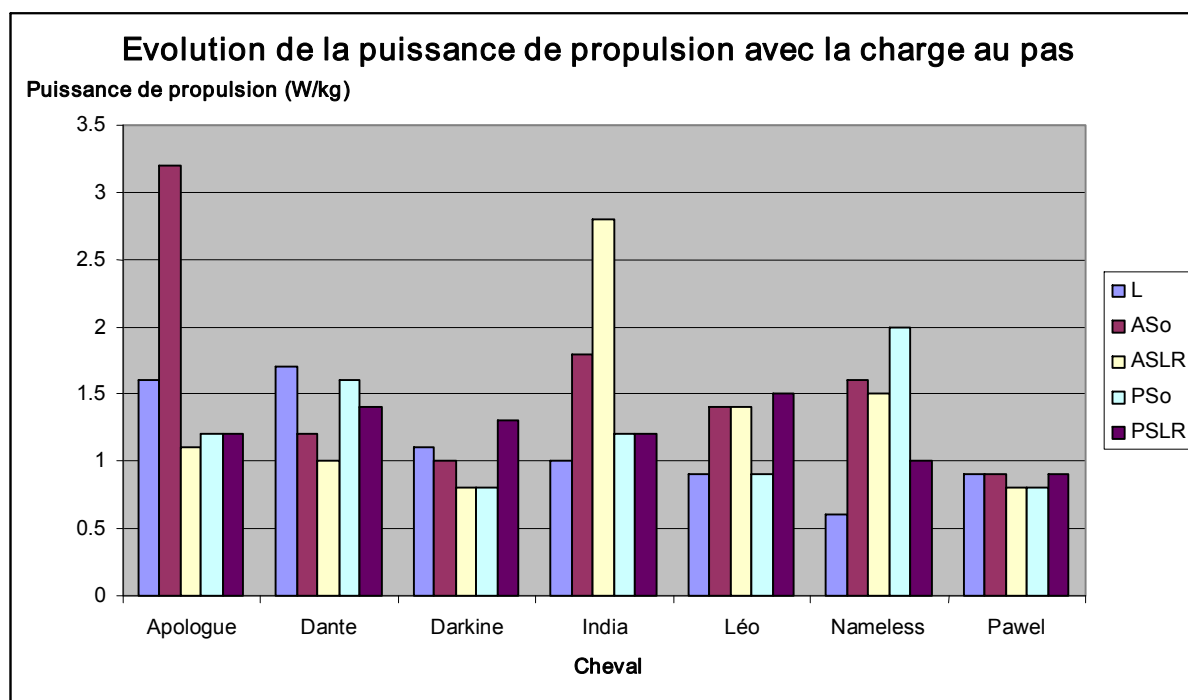
Numéro du test :

Tests au pas : 1 = L ; 2 = ASo ; 3 = ASLR ; 4 = PSo ; 5 = PSLR ; tests au trot : 6 = L ; 7 = ASo ; 8 = ASLR ; 9 = PSo ; 10 = PSLR

Ce graphique confirme une perte de puissance dorso-ventrale avec la charge et l'équitation, cette perte paraissant moins importante au pas et avec une équitation professionnelle.

Evolution de la puissance de propulsion avec la charge

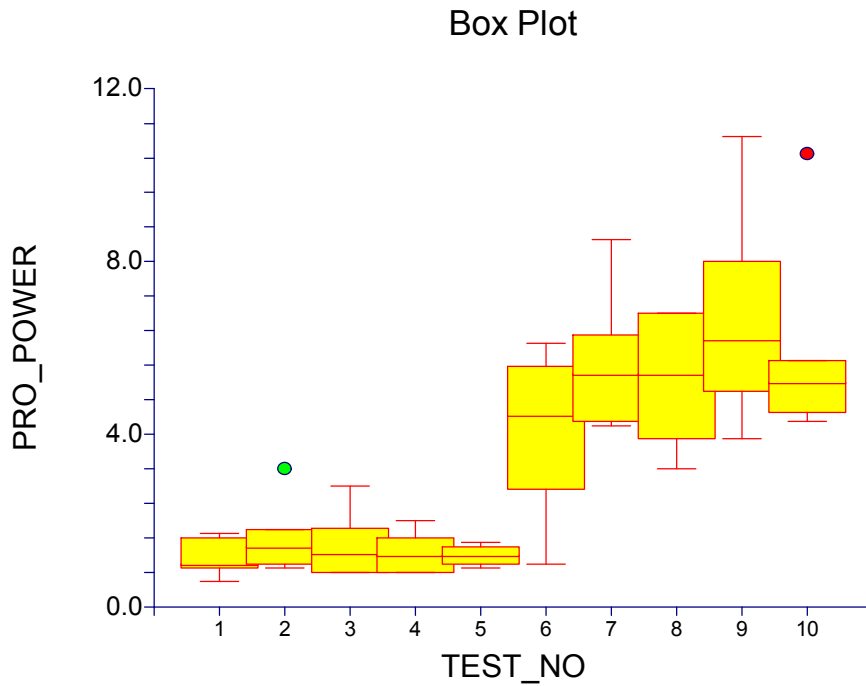
« Résultats individuels »



La valeur L est généralement plus faible que les valeurs ASo, ASLR, PSo et PSLR.

En dehors de cela, il n'y a pas de tendance apparente.

« Résultats groupés »



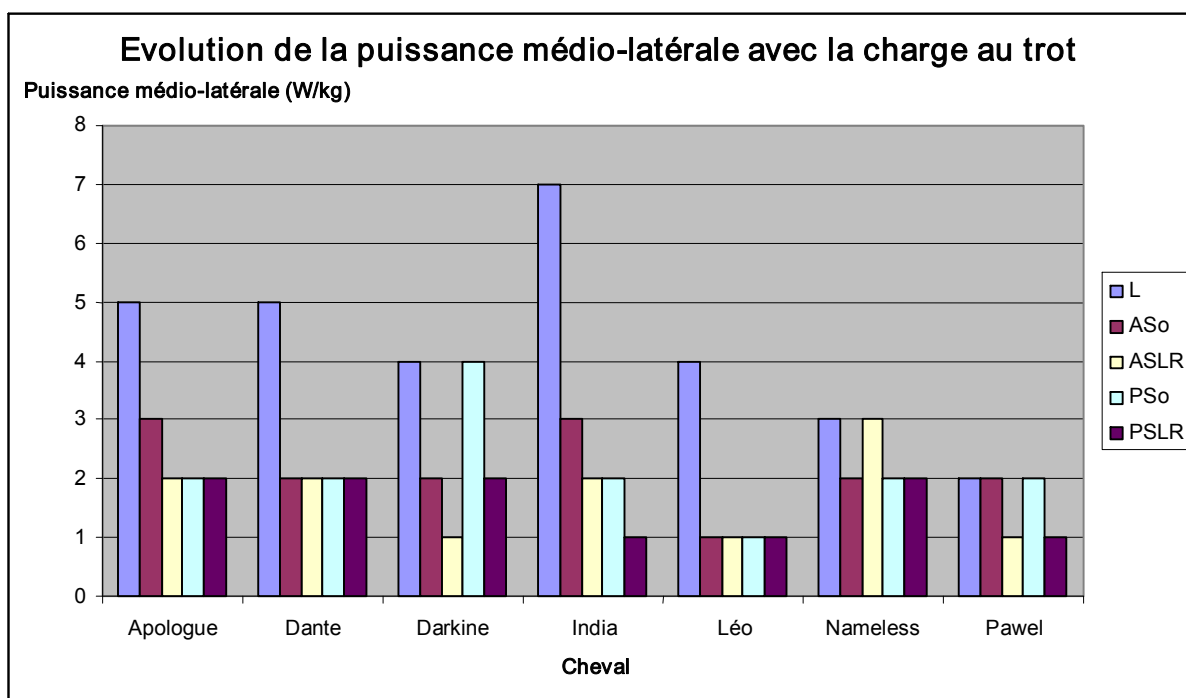
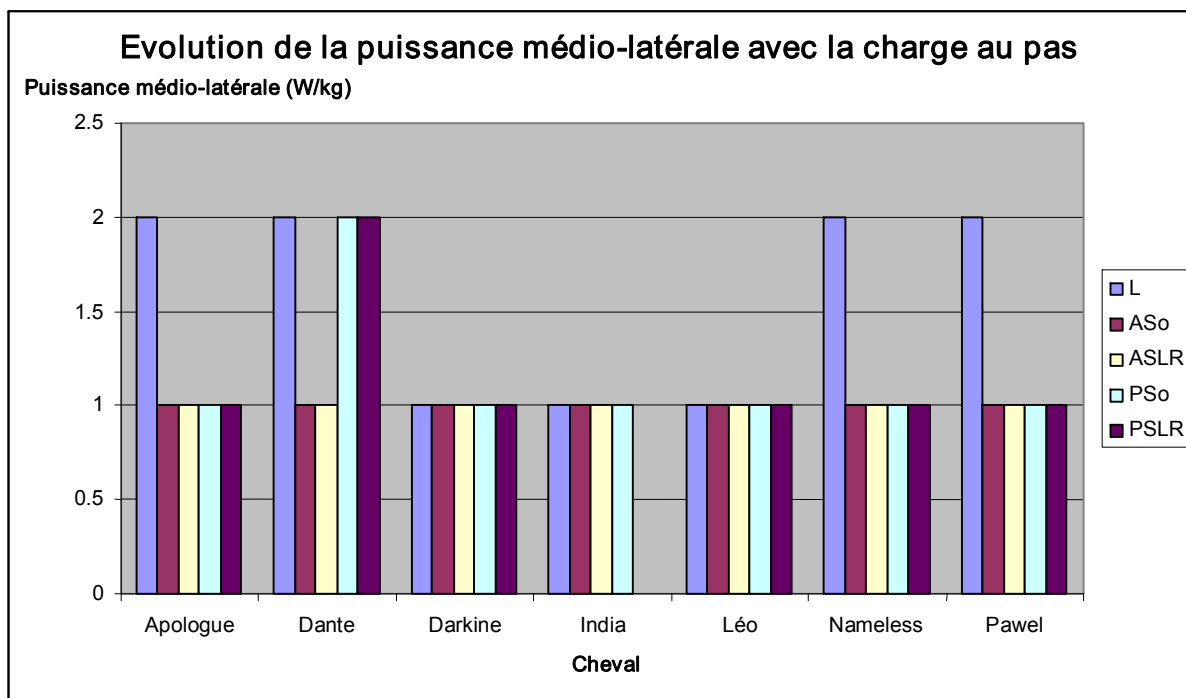
Numéro du test :

Tests au pas : 1= L ; 2 = ASo ; 3 = ASLR ; 4 = PSo ; 5 = PSLR ; tests au trot : 6 = L ; 7 = ASo ; 8 = ASLR ; 9 = PSo ; 10 = PSLR

Ce graphique confirme que l'augmentation de la puissance de propulsion avec la charge et l'équitation. On constate étonnement une perte de puissance de propulsion au trot avec l'équitation professionnelle.

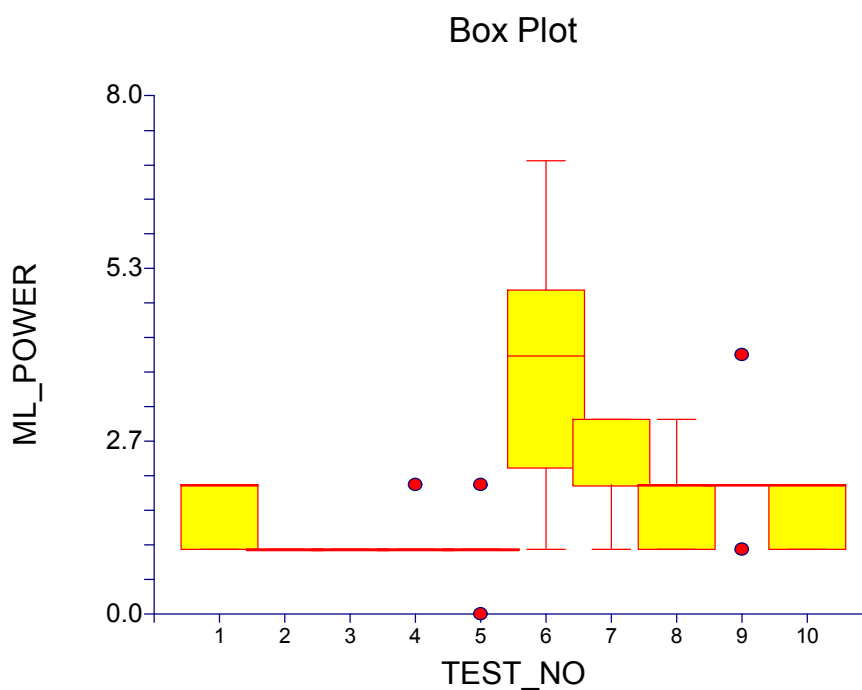
Evolution de la puissance médio-latérale avec la charge

« Résultats individuels »



Au pas et au trot, la valeur L est soit supérieure ou égale aux valeurs sous les autres conditions. Les valeurs ASo, ASLR, PSo et PSLR peuvent être égales ou varier les unes par rapport aux autres sans qu'une tendance se dégage.

« Résultats groupés »



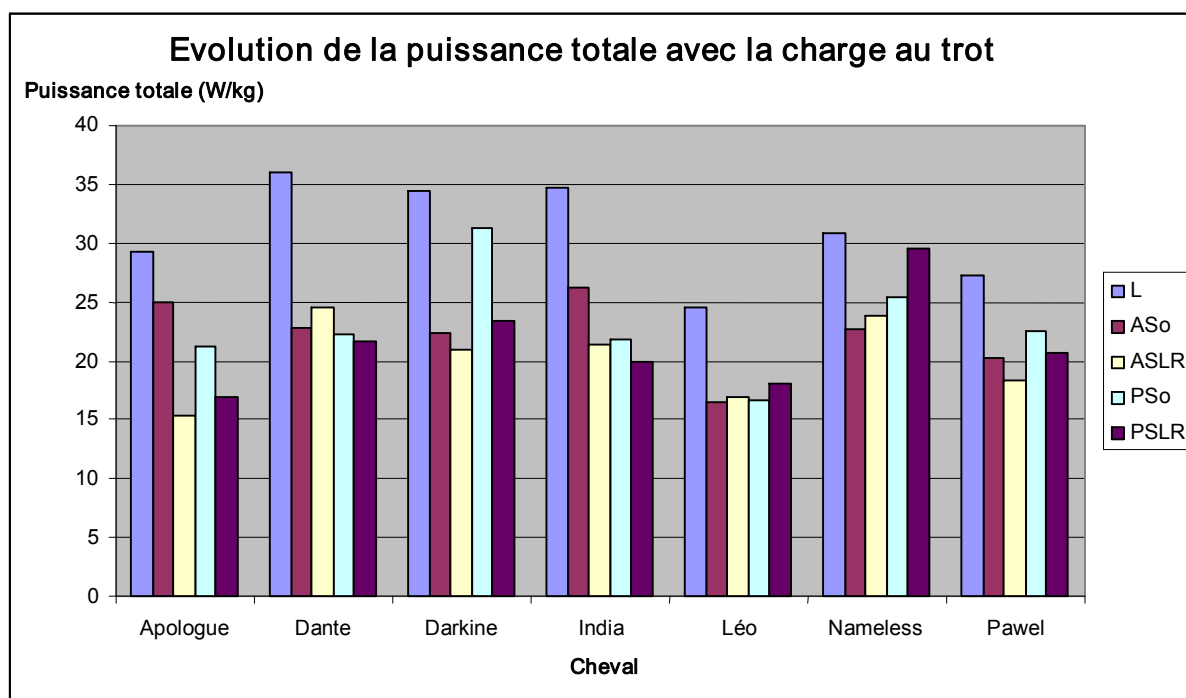
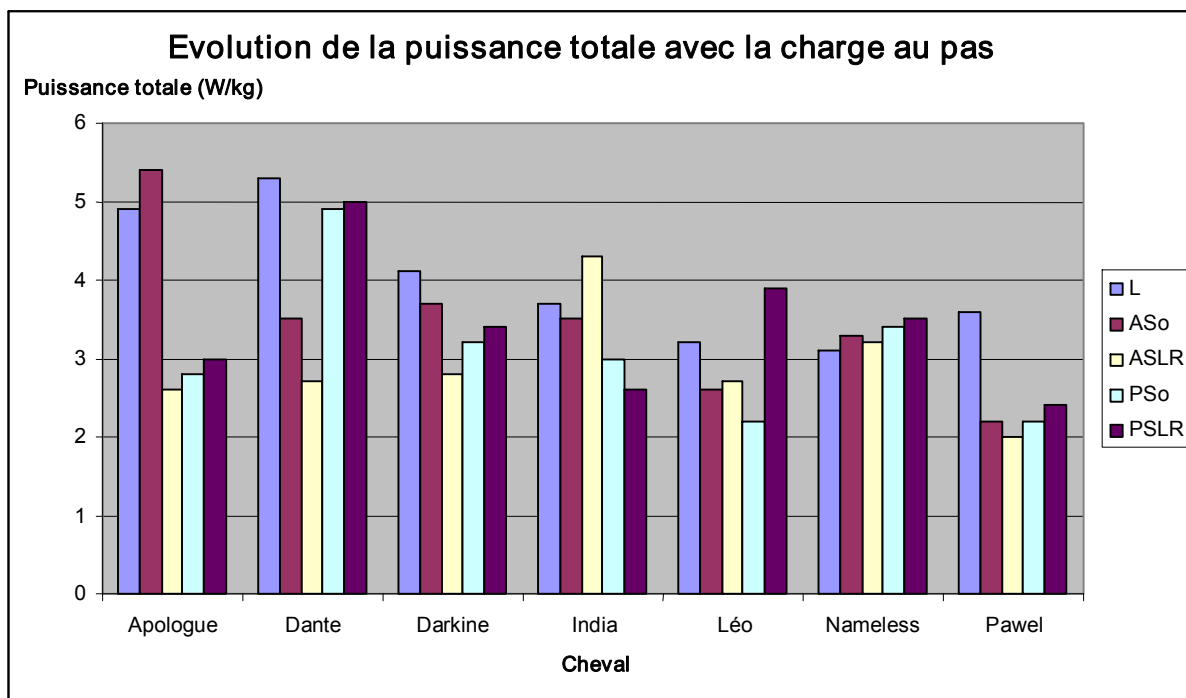
Numéro du test :

Tests au pas : 1 = L ; 2 = ASo ; 3 = ASLR ; 4 = PSo ; 5 = PSLR ; tests au trot : 6 = L ; 7 = ASo ; 8 = ASLR ; 9 = PSo ; 10 = PSLR

Ce graphique confirme une perte de puissance médio-latérale avec l'équitation et la charge.

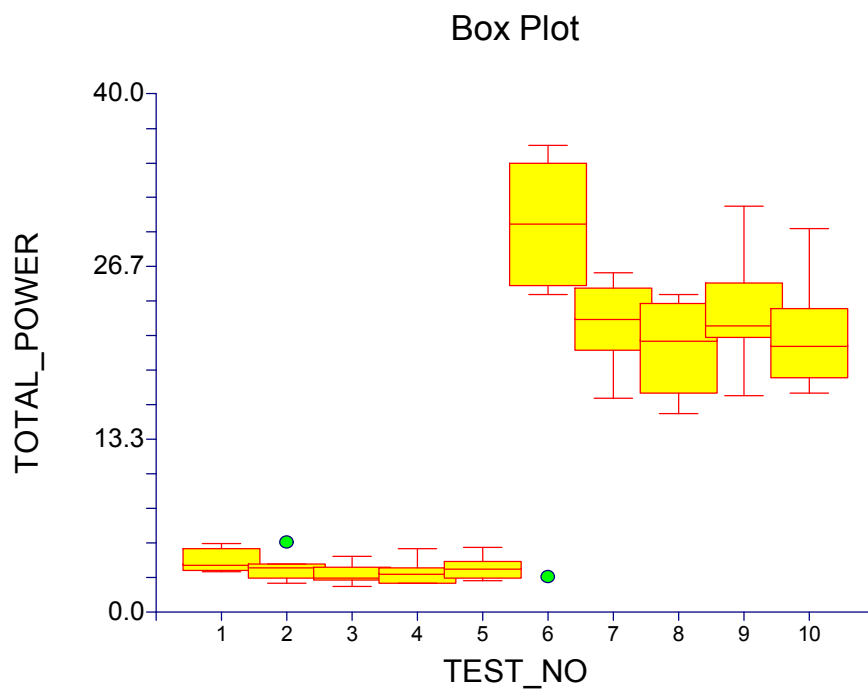
Evolution de la puissance totale avec la charge

« Résultats individuels »



Dans la plupart des tests (10 sur 14), la valeur L est la plus haute.

« Résultats groupés »



Numéro du test :

Tests au pas : 1 = L ; 2 = ASo ; 3 = ASLR ; 4 = PSo ; 5 = PSLR ; tests au trot : 6 = L ; 7 = ASo ; 8 = ASLR ; 9 = PSo ; 10 = PSLR

Ce graphique confirme une perte de puissance totale avec la charge et l'équitation, cette diminution étant moins importante au pas avec une équitation professionnelle.

I.3. DISCUSSION

Evolution de la régularité avec la charge

La valeur ASo est généralement inférieure à la valeur L :

Ceci est sans doute dû aux difficultés qu'éprouve le cavalier amateur à trouver son équilibre sans l'usage de ses jambes et mains, perturbant ainsi la locomotion du cheval.

La valeur ASLR est meilleure que la valeur ASo, mais généralement inférieure à la valeur L :

Le cavalier amateur gère mieux son centre de gravité/d'équilibre avec l'usage de ses mains et de ses jambes, mais il reste néanmoins un élément perturbateur de la régularité de la locomotion. Toutefois, dans deux tests les valeurs L et ASLR sont très proches. Ceci peut être interprété comme un échec de la part du cavalier amateur à obtenir un certain travail du cheval ; celui-ci n'étant que peu ou pas sollicité, il se déplace alors avec sa régularité naturelle, L.

La valeur PSo est meilleure que la valeur ASo:

Le cavalier professionnel gère mieux son équilibre que le cavalier amateur. Il représente donc un élément moins perturbateur de la régularité de la locomotion.

La valeur PSLR est souvent inférieure à la valeur PSo, voire aux valeurs ASLR et ASo:

Ceci est probablement dû aux demandes constantes du cavalier professionnel à son cheval pour obtenir le travail souhaité. Toutefois, dans 5 tests sur 12, la régularité PSLR est meilleure que les autres ; le cavalier a sans doute réussi à obtenir le travail souhaité de la part de son cheval.

Evolution de la symétrie avec la charge

Les chevaux tendent à montrer une meilleure symétrie sous les conditions PSo & PSLR :

Ceci peut s'interpréter comme la conséquence directe au travail réalisé par le cavalier professionnel. Une bonne symétrie est l'un des buts du cavalier de dressage. Mais ce but est difficile à atteindre dans les conditions de cette étude, puisque le cavalier ne dispose que de très peu de temps (15 à 20 minutes) pour préparer son cheval à l'enregistrement PSLR.

Evolution de la pureté de l'allure avec la charge

Le cavalier professionnel comme le cavalier amateur perturbent la pureté de l'allure, et ce particulièrement au pas. La pureté du trot est moins affectée par la charge et l'équitation, et le cavalier professionnel est moins perturbateur que le cavalier amateur.

Evolution de la fréquence de la foulée avec la charge

La fréquence de la foulée tend à augmenter sous la condition ASo:

Ceci peut-être interprété comme une manière de gérer la charge (LaFiandra et al., 2002 & 2003), ce qui est moins le cas sous la condition PSo car le cavalier professionnel gère mieux son équilibre. De plus, cette tendance est plus nette au trot lorsque l'équilibre est plus difficile à conserver.

La fréquence de la foulée tend à augmenter quand le cheval est monté par le cavalier professionnel: Il s'agit sans doute d'une réaction du cheval au travail demandé.

Evolution de la longueur de la foulée avec la charge

Par rapport à la valeur sous la condition L, la longueur de la foulée tend à augmenter sous les conditions ASo et PSo et à diminuer sous les conditions ASLR et PSLR:

La longueur de la foulée augmente sous l'effet de la charge (ASo & PSo), ce qui est en accord avec le travail de LaFiandra et al., 2002 & 2003. Elle semble en revanche diminuer sous l'effet du travail du cavalier qui cherche à rassembler son cheval.

Evolution du déplacement dorso-ventral avec la charge

Dans la plupart des tests, le déplacement dorso-ventral du cheval chargé ou monté est inférieur à la valeur L, surtout au trot :

Ceci est accord avec la recherche chez les humains qui montre que la charge induit une augmentation de la rigidité articulaire (Clarkson et al., 1986; Holt et al., 2003) et donc une diminution du déplacement vertical chez l'homme soit dorso-ventral chez le cheval. Par ailleurs, la diminution du déplacement dorso-ventral est plus importante au trot, ce qui est en accord avec le travail de Holt et al. (2003) qui stipule que plus la vitesse augmente, plus la rigidité articulaire est importante.

Toutefois, l'équitation professionnelle améliore ce déplacement chez certains chevaux au pas. Il s'agit là d'un des buts de l'équitation. On peut supposer que cette réussite aurait été plus franche avec davantage de temps pour travailler les chevaux.

Evolution de la puissance dorso-ventrale avec la charge

Au pas, les valeurs L et PSLR sont les plus élevées, tandis qu'au trot, la valeur L reste la plus importante avec des valeurs PSo/PSLR et ASo/ASLR inférieures ou supérieures les unes aux autres:

Il semblerait que le cavalier professionnel génère davantage de puissance dorso-ventrale que le cavalier amateur, sans toutefois dépasser les valeurs que le cheval non monté ni chargé est capable de déployer. Par ailleurs, cette puissance semble plus facilement générée au pas qu'au trot où les valeurs pour le cavalier professionnel sont moins distinctes de celles obtenues par le cavalier amateur. Il est possible que le cavalier professionnel aurait eu besoin de plus de temps pour travailler les chevaux et obtenir une meilleure réponse. Par ailleurs, il paraît logique que le cheval diminue la puissance verticale en raison de l'augmentation de masse (au profit de la puissance de propulsion, soit longitudinale, voir ci-dessous). Ceci est également en accord avec la diminution du déplacement dorso-ventral et le travail de Holt et al. (2003). Si le déplacement vertical diminue, la puissance nécessaire à le générer diminue également.

Evolution de la puissance de propulsion avec la charge

La valeur L est généralement inférieure aux autres valeurs. Il paraît logique que le déplacement d'une masse plus importante (cheval chargé d'un cavalier) demande une puissance augmentée.

Evolution de la puissance médio-latérale avec la charge

Au pas et au trot, la valeur L reste supérieure aux autres valeurs qui restent soit égales les unes aux autres ou montrent des variations sans tendance particulière :

Ceci est également en accord avec ce qui a été montré en recherche humaine quant à l'augmentation de rigidité articulaire avec la charge (Clarkson et al., 1986; Holt et al., 2003).

Il est probable qu'avec la charge le déplacement médio-latéral (non mesuré ici) diminue et donc la propulsion médio-latérale avec lui. En théorie, le déplacement favorisé est celui qui va dans le sens du mouvement, donc en principe le déplacement longitudinal avec la puissance qui lui est associée (puissance de propulsion, voir ci-dessus).

Evolution de la puissance totale avec la charge

La valeur L reste la plus importante dans la plupart des tests:

Ainsi, on constate une diminution de puissance totale avec la charge et l'équitation, que l'équitation professionnelle ne semble pas à même de compenser. Il faut évidemment tenir compte du manque de temps laissé aux cavaliers pour amener les chevaux à retrouver leur locomotion naturelle.

CONCLUSION

- La régularité de la locomotion est diminuée par la charge et l'équitation (résultat validé statistiquement à $P < 0.001$) ; elle est apparemment encore diminuée par l'équitation professionnelle comparée à une équitation d'amateur
- La symétrie est aussi altérée par la charge et l'équitation, avec une altération moindre quand les compétences techniques sont élevées voire même une amélioration par rapport à la symétrie du cheval au naturel
- La pureté des allures est altérée par la charge et l'équitation, particulièrement celle du pas, mais elle est améliorée par une bonne équitation sans toutefois atteindre les valeurs obtenues sur les chevaux non chargés
- La fréquence de la foulée augmente avec la charge (LaFiandra et al., 2002 & 2003) et l'équitation, le cavalier demandant probablement un rythme plus soutenu
- La longueur de la foulée augmente avec la charge (LaFiandra et al., 2002 & 2003) et l'équitation d'amateur (gestion de la charge), et diminue avec l'équitation professionnelle qui tend à rassembler le cheval
- Le déplacement dorso-ventral diminue avec la charge et l'équitation (résultat validé statistiquement à $P < 0.001$), et le passage à l'allure supérieure ; toutefois, les résultats laissent supposer qu'une équitation professionnelle peut améliorer ce paramètre
- La puissance dorso-ventrale est affectée par la charge et l'équitation (résultat validé statistiquement à $P < 0.001$), mais elle est améliorée par une bonne équitation sans toutefois atteindre les valeurs obtenues sur les chevaux non chargés
- La puissance de propulsion est augmentée par la charge et l'équitation
- La puissance médio-latérale est altérée par la charge (résultat validé statistiquement à $P < 0.001$)

- La puissance totale est altérée par l'équitation et la charge (résultat validé statistiquement à $P < 0.001$), mais elle paraît améliorée par une bonne équitation sans toutefois atteindre les valeurs obtenues sur les chevaux non chargés

Ainsi, la charge et l'équitation modifient les paramètres de la foulée du cheval, soit : la régularité, la symétrie, la pureté de l'allure, la fréquence, la longueur, le déplacement et la puissance dorso-ventraux, la puissance de propulsion, la puissance totale.

A partir de ces constatations, il peut être envisagé que les dysfonctions ostéopathiques - fréquemment observées chez les chevaux de sport et de loisirs - apparaissent par le biais des phénomènes suivants :

- Les diminutions de la régularité et de la pureté de l'allure conduisent à un manque de coordination et donc à des faux-mouvements
- Une diminution de la symétrie conduit à la sur-sollicitation d'une main ou un diagonal, reflétant:
 - Un déséquilibre des forces musculaires en jeu entre les côtés gauche et droit (main gauche et main droite)
 - Des positions corporelles inadaptées, du tronc ou des membres
- Une diminution de l'amplitude des mouvements articulaires. La charge et l'équitation rigidifient les articulations avec une diminution des déplacements dorso-ventraux et probablement médio-latéraux :
 - La rigidité articulaire, particulièrement avec une vitesse augmentée, implique une transmission plus importante des forces intra-articulaires et des forces de réaction à la colonne vertébrale, ainsi qu'une diminution de la capacité d'absorption des chocs dans les segments distaux des

membres. L'ensemble de ces facteurs induit un potentiel plus important de lésions du rachis (Holt et al., 2003)

- Une augmentation de la rigidité articulaire implique une capacité augmentée à éviter les faux-mouvements, mais cela signifie également des muscles fournissant un effort de contraction plus important
- Un déséquilibre des forces intra-articulaires, en raison de la diminution des forces dorso-ventrales et médio-latérales (traduites par la diminution des puissances dorso-ventrales et médio-latérale) et de l'augmentation des forces longitudinales (augmentation de la puissance de propulsion)

Tout déséquilibre dans l'exercice des forces, des contractions musculaires et du travail articulaire conduit à une sur-utilisation de certaines structures d'où une fatigue qui augmente les chances d'apparition d'une lésion ostéopathique. Cette fatigue diminue les réflexes corporels et augmente les risques de mauvaise coordination et faux-mouvements, rejoignant les effets d'une altération de la régularité et de la pureté de l'allure.

Par ailleurs, les contractions musculaires et la rigidité articulaire avec diminution d'amplitude sont responsables d'une diminution de vascularisation des zones concernées, facilitant également le développement de pathologies.

Au stade actuel de la connaissance des effets quantifiés de l'équitation, il est difficile de prédire si telle ou telle technique équestre est bénéfique ou augmente au contraire les risques de blessure (Roepstorff et al, 2002). Meyer, 1996, souligne qu'une position constamment incorrecte du cavalier peut générer des pathologies aiguës et chroniques chez le cheval.

La recherche sur les humains suggère que la charge résulte en l'augmentation des probabilités de lésions du bas du dos et de fractures de stress (Knapik et al., 1996), bien que peu de choses soient sues quant aux mécanismes sous-jacents par le biais desquels la charge influence les divers paramètres de l'allure (LaFiandra et al., 2002). Chez les humains, certains mécanismes en lien avec l'augmentation de la rigidité articulaire due à la charge et avec la souffrance musculaire dans des exercices prolongés ont été proposés afin d'expliquer la plus grande fréquence des blessures (Clarkson et al., 1986; Holt et al., 2003). La présente recherche sur les chevaux paraît aller en ce sens : la charge engendre une certaine rigidité articulaire et un travail musculaire et articulaire augmenté et/ou déséquilibré.

Chez les chevaux, l'impact des forces de réaction du sol a été étudié et il a été observé que la plupart des lésions a lieu à la suite de la mise en charge répétée des membres pendant la phase d'appui de la foulée (Clayton, 1997). La répétition des sollicitations résulte en une sur-utilisation et une fatigue qui précèdent une lésion majeure.

Clayton et al. (1999) ont étudié les effets de la masse du cavalier sur les forces de réaction du sol au trot. Ils suggèrent que, dans les antérieurs, des forces supérieures de réactions du sol et une angulation d'extension du boulet plus importante peuvent éventuellement être associées à une tension augmentée dans les tissus mous palmaires qui soutiennent le boulet. Ceci soulève la possibilité que la présence d'un cavalier contribue à l'étiologie des blessures des tissus mous. En sus de la plus longue et plus importante extension des boulets, Morales et al. (1998) rapportent une flexion augmentée des articulations de l'épaule et une hyper-extension des articulations du carpe pendant la phase d'appui de chevaux montés au trot. Ceci suggère que ces articulations agissent comme des ressorts qui amortissent le poids

du cavalier, en accord avec le travail de Holmström et al. (1994) et de Back et al. (1995). Ainsi, au niveau des articulations mentionnées, l'effet de la charge paraît au contraire augmenter l'amplitude des mouvements (hyper-flexions et extensions). Du point de vue ostéopathique, si la perte d'amplitude est néfaste quant à l'irrigation des zones concernées, l'augmentation de l'amplitude peut conduire au déclenchement de mécanismes de défense du corps qui verrouille par réaction réflexe les articulations concernées conduisant à la lésion ostéopathique. En effet, pour éviter de franchir la barrière anatomique, voire physiologique, le corps n'autorise qu'une certaine amplitude dans les mouvements de flexion et d'extension qui, lorsqu'elle est franchie, déclenche le verrouillage des structures sur-sollicitées.

Il paraît également logique que certains chevaux soient davantage affectés dans leur locomotion en fonction des exercices demandés et de leurs conformations particulières. Les données de Holmström (2001) indiquent que la conformation a toujours été considérée comme un indicateur important de santé, certaines spécificités de conformation fragilisant le cheval quant au développement de troubles locomoteurs. Johnston et al (2002) affirment qu'il existe des relations nettes entre la conformation du dos et les mouvements importants à la santé orthopédique du cheval. La partie caudale du rachis paraît davantage sujette aux lésions chez les chevaux avec un dos court, une partie thoracique longue et une faible incurvation de la zone thoracique moyenne. L'inclinaison du pelvis semble également un indicateur de santé et de performance chez les chevaux de sport (Magnusson, 1985; Holmström, 2001). En effet, ils ont démontré une relation entre un dos en bonne santé et un angle pelvien faible. Johnston et al. (2002) émettent l'hypothèse que les chevaux montés avec une conformation appropriée sont moins sujets aux lésions, devant effectuer des mouvements d'une amplitude plus faible pour la même performance que les chevaux avec une conformation inadaptée. Ceci rejoint l'idée

émise plus haut : les mouvements d'une amplitude exagérée approchent les limitations des barrières physiologique puis anatomique d'où un risque accru de lésion allopathique ou ostéopathique. Il serait intéressant à ce niveau de poursuivre l'étude avec le système Confométrie qui analyse les angulations de la conformation.

III/ EFFETS DES MANIPULATIONS OSTÉOPATHIQUES SUR LES PARAMÈTRES DE LA FOULÉE & AMÉLIORATION DES TROUBLES LOCOMOTEURS CHEZ LE CHEVAL MONTE

Afin de simplifier et de standardiser la lecture de ce chapitre, les définitions suivantes ont été établies :

- Les testings ostéopathiques évoquent l'évaluation ostéopathique du cheval par des tests spécifiques
- Les manipulations ostéopathiques évoquent la méthode curative, le traitement ostéopathique
- La consultation ostéopathique évoque les deux étapes ci-dessus ou seulement l'une d'entre elle: testings, éventuellement suivis de manipulations ostéopathiques

INTRODUCTION

Ce chapitre a pour but de montrer comment la consultation ostéopathique influence les paramètres de la foulée du cheval et de vérifier la troisième hypothèse énoncée dans l'introduction générale de ce travail. Cet objectif est atteint en comparant les profils de foulées de chevaux au bénéfice de manipulations ostéopathiques (chevaux du sous-groupe Test) avec les profils de foulées de chevaux qui sont uniquement testés pour un diagnostic mais non manipulés (chevaux du sous-groupe Contrôle). Les profils des foulées sont analysés à la lumière du bilan ostéopathique effectué grâce aux testings et avant manipulation si manipulation il y a.

L'hypothèse de départ est que les manipulations ostéopathiques annulent tout ou partie des modifications des paramètres de la foulée, soignant les pathologies de l'appareil musculosquelettique du cheval et minimisant ainsi l'impact de la charge et de l'équitation.

En effet, les modifications de ces paramètres envisagées tout d'abord comme des causes du développement des pathologies ostéopathiques peuvent également en être les conséquences. Le raisonnement ici est le suivant : ces modifications tout d'abord uniquement perceptibles sous l'effet de la charge sont réversibles jusqu'à la lésion ostéopathique. Une fois la lésion installée, les altérations des paramètres de la foulée sont fixées et ne peuvent être levées que par le traitement ostéopathique.

Ainsi, en théorie, les chevaux manipulés devraient montrer les changements suivants dans les paramètres de leur foulée:

- Une augmentation de la régularité
- Une augmentation de la symétrie
- Une augmentation de la pureté de l'allure
- Une diminution de la fréquence
- Une diminution de la longueur
- Une augmentation du déplacement dorso-ventral
- Une augmentation de la puissance dorso-ventrale
- Une diminution de la puissance de propulsion
- Une augmentation de la puissance médio-latérale
- Une augmentation de la puissance totale

II.1. METHODOLOGIE

II.1.a. Chevaux

Huit chevaux sont utilisés pour ce chapitre: les sept chevaux sélectionnés pour le chapitre I (voir "Chapitre I.1.a. Chevaux) plus le cheval Fidélio qui n'était pas disponible lors des tests du chapitre I.

8. Fidélio



<i>Age:</i>	1985
<i>Sexe:</i>	Hongre
<i>Discipline:</i>	Dressage et saut
<i>Propriétaire:</i>	Haras National
<i>Données médicales:</i>	Naviculaire Ant. G.

II.1.b. Equipement

Les données sont collectées avec le système Equimetrix (voir chapitre « I.1.b. Equipement »).

II.1.c. Procédure

Parmi les huit chevaux utilisés pour cette partie de l'étude, quatre sont manipulés. Le choix des chevaux «test» (manipulés) ou «contrôle» (uniquement testés utilisés comme référence, moyen comparatif) est effectué par le responsable des chevaux, le Dr Burger. Durant la durée de l'étude (du 21 au 27 juin), les chevaux des deux sous-groupes sont utilisés de manière habituelle, selon le programme du haras.

Le 21 juin, une première évaluation ostéopathique est effectuée pour les huit chevaux par une ostéopathe fraîchement diplômée, Mme Corinne Bicheron. Le 22 juin, la confirmation des diagnostics et les manipulations sont effectuées par un ostéopathe expérimenté, M. Jean-Yves Girard.

Afin d'éviter tout biais dû aux effets placebo auprès du personnel puis des chevaux, les personnes impliquées dans la collection des données Equimetrix (Mme Catherine Brassaud et Mme Florine Hofer) n'ont pas connaissance de la répartition des chevaux dans les deux sous-groupes. Cette information ne sera connue qu'au moment d'analyser les résultats obtenus.

Les chevaux sont testés et les paramètres de leur foulée sont enregistrés avant les consultations ostéopathiques (le 21 juin au matin) et après les consultations suivies d'une période de repos de 5 jours (le 27 juin). Les mesures sont effectuées au moyen du système Equimetrix, en suivant la procédure décrite au chapitre I.1.c., conduits en main nus (« Loose » - L) le long du transect standardisé dans la carrière de sable d'extérieur, au pas et au trot.

III.3. RESULTATS

III.3.a. Résultats ostéopathiques

Darkine: cheval non manipulé – appartient au sous-groupe Contrôle

- La seconde vertèbre cervicale, C2, est en rotation horizontale droite (RHD) par rapport au reste du rachis cervical
- Les troisième et quatrième vertèbres lombaires, L3 & L4, sont en rotation frontale droite (RFD) par rapport au reste du rachis lombaire
- A droite, les muqueuses sont jaunâtres
- Le jarret droit présente un capelet
- Des traitements vésicatoires ont été effectués sur les tendons superficiels et profonds du membre antérieur droit

India: cheval non manipulé – appartient au sous-groupe Contrôle

- Les muqueuses sont jaunâtres
- Les seconde, troisième et quatrième vertèbres cervicales, C2, C3 & C4, sont en rotation horizontale droite (RHD) par rapport au reste du rachis cervical
- La première vertèbre dorsale, D1, est en rotation horizontale droite (RHD) par rapport au rachis dorsal (ou thoracique)
- Les troisième, quatrième et cinquième vertèbres lombaires, L3, L4 & L5, sont en rotation frontale gauche (RFG) par rapport au reste du rachis lombaire ; beaucoup de tensions sont observées dans cette zone
- Le jarret droit présente un vessigon à sa face médiale
- Un certain degré d'ataxie est observé
- Un certain degré de douleur est observé

Apologue: cheval manipulé - appartient au sous-groupe Test

- Les muqueuses sont jaunâtres
- La troisième vertèbre cervicale, C3, est en rotation horizontale droite (RHD) par rapport au rachis cervical
- La troisième vertèbre lombaire, L3, est en rotation frontale droite (RFD) par rapport au rachis lombaire
- Le sacrum est en rotation sagittale postérieure (RSP) sur son axe droit avec une supériorité gauche (sacrum en DG)
- La sixième vertèbre dorsale, D6, est en rotation frontale gauche (RFG)
- Une boiterie du membre postérieur droit de degré 4/5 est observée
- La probabilité que l'effet des manipulations ostéopathiques ne dure pas dans le temps est importante en raison de la chirurgie effectuée au niveau des grassetts et en particulier au niveau du grasset droit

Dante : cheval manipulé - appartient au sous-groupe Test

- La première vertèbre cervicale, C1, est en rotation horizontale droite (RHD) par rapport au rachis cervical
- Les deux carpes présentent un ressenti anormal à la palpation
- Les cinquième et sixième vertèbres lombaires, L5 & L6, sont en rotation frontale gauche (RFG) par rapport au rachis lombaire
- Le cheval tique à l'air
- Une laxité du ligament patellaire médial gauche est observée

Fidelio : cheval non manipulé – appartient au sous-groupe Contrôle

- Les seconde, troisième et quatrième vertèbres cervicales, C2, C3 & C4, sont en rotation horizontale droite (RHD) par rapport au rachis cervical

- Les quatrième et cinquième vertèbres lombaires, L4 & L5, sont en rotation frontale gauche (RFG) par rapport au rachis lombaire
- Les tendons superficiels et profonds des deux membres antérieurs présentent un ressenti anormal à la palpation dans leur portion distale, proche des os sésamoïdes proximaux
- Un certain degré d'oedème est observé sur les ligaments patellaires gauches et droits, l'oedème gauche étant plus important
- Le cheval est boiteux du membre antérieur gauche et du membre postérieur droit, soit du diagonal gauche
- Les jarrets présentent un ressenti anormal à la palpation

Pawel : cheval non manipulé – appartient au sous-groupe Contrôle

- La dentition a besoin d'être contrôlée par un dentiste équin
- Les muqueuses sont jaunâtres
- Les quatrième et cinquième vertèbres lombaires, L4 & L5, sont en rotation frontale gauche (RFG) par rapport au reste du rachis lombaire
- Le sacrum est en rotation sagittale antérieure (RSA) sur son axe droit avec une supériorité droite (sacrum en DD)

Nameless : cheval manipulé - appartient au sous-groupe Test

- La troisième vertèbre cervicale, C3, est en rotation horizontale droite (RHD) par rapport au rachis cervical
- La quatrième vertèbre cervicale, C4, est en rotation horizontale gauche (RHG) par rapport au reste du rachis cervical
- Les cinquième et sixième vertèbres lombaires, L5 & L6, sont en sévère rotation frontale droite (RFD) – *non manipulées*
- L'ilium droit est en translation verticale inférieure (TVI) – *non manipulé*

- Les os sésamoïdes proximaux du membre antérieur droit sont en restriction de mobilité
- De l'œdème et des molettes sont observés sur les boulets des deux membres antérieurs
- Les muscles semi-tendineux sont très développés sur les deux membres postérieurs

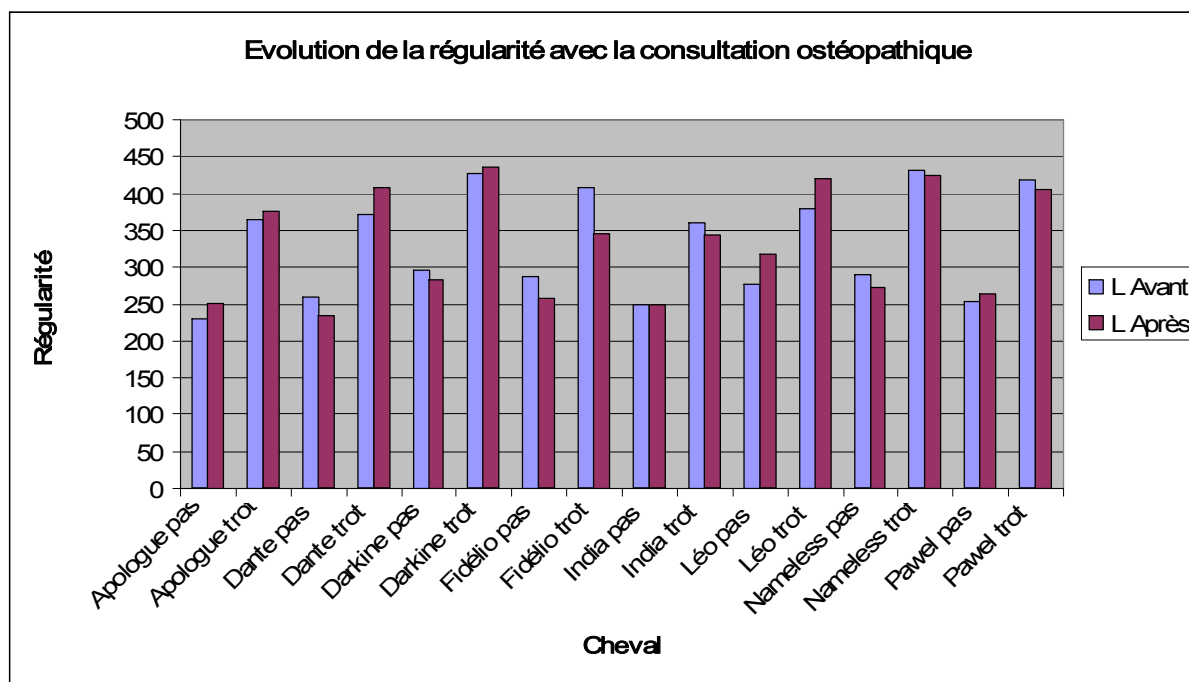
Leo : cheval manipulé - appartient au sous-groupe Test

- La seconde vertèbre cervicale, C2, est en rotation horizontale droite (RHD) par rapport au rachis cervical
- La seconde vertèbre lombaire, L2, est en sévère rotation frontale droite (RFD) par rapport au rachis lombaire
- Le sacrum est en rotation sagittale postérieure (RSP) sur son axe gauche avec une supériorité droite (sacrum en GD) – *non manipulé*
- L'ilium gauche est en translation verticale inférieure (TVI) depuis une période de temps assez importante déjà – *non manipulé*
- De l'œdème est observé sur la partie proximale des tibias gauche et droit, altérant le fonctionnement des rotules

III.3.b. Résultats Equimetric

Evolution de la régularité avec la consultation ostéopathe

« Résultats individuels »



Chevaux Contrôle:

- Darkine: diminution au pas et augmentation au trot
- Fidélité: diminution au pas et au trot
- India: pas de changement au pas et augmentation au trot
- Pawel: augmentation au pas et diminution au trot

Pas de tendance apparente dans l'évolution de la régularité, soit aucun résultat - augmentation ou diminution - à plus de 50%

Chevaux Test:

- Apologue: augmentation au pas et au trot
- Dante: diminution au pas et augmentation au trot
- Léo: augmentation au pas et au trot
- Nameless: diminution au pas et au trot

Tendance apparente à l'augmentation de la régularité avec 5 augmentations sur 8 résultats

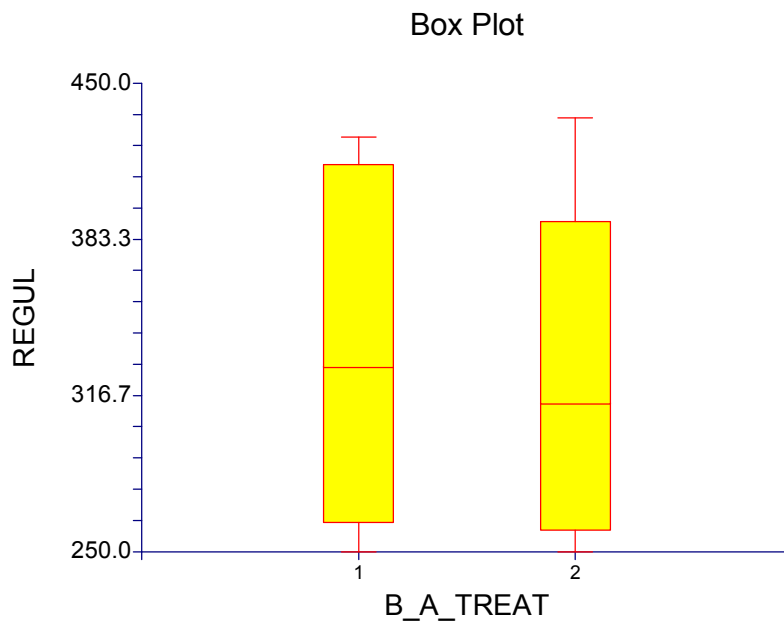
« Résultats groupés »

Numéro des tests :

1 = mesures avant consultation le 21.06.05 au pas et au trot

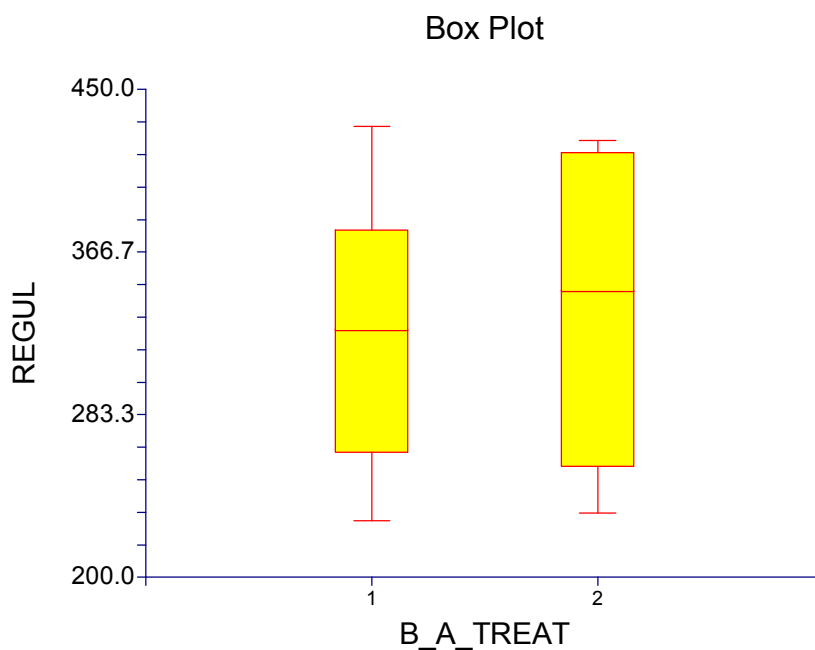
2 = mesures après consultation le 27.06.05 au pas et au trot

Chevaux Contrôle



Diminution de la régularité (diminution de la médiane et de la fourchette des valeurs).

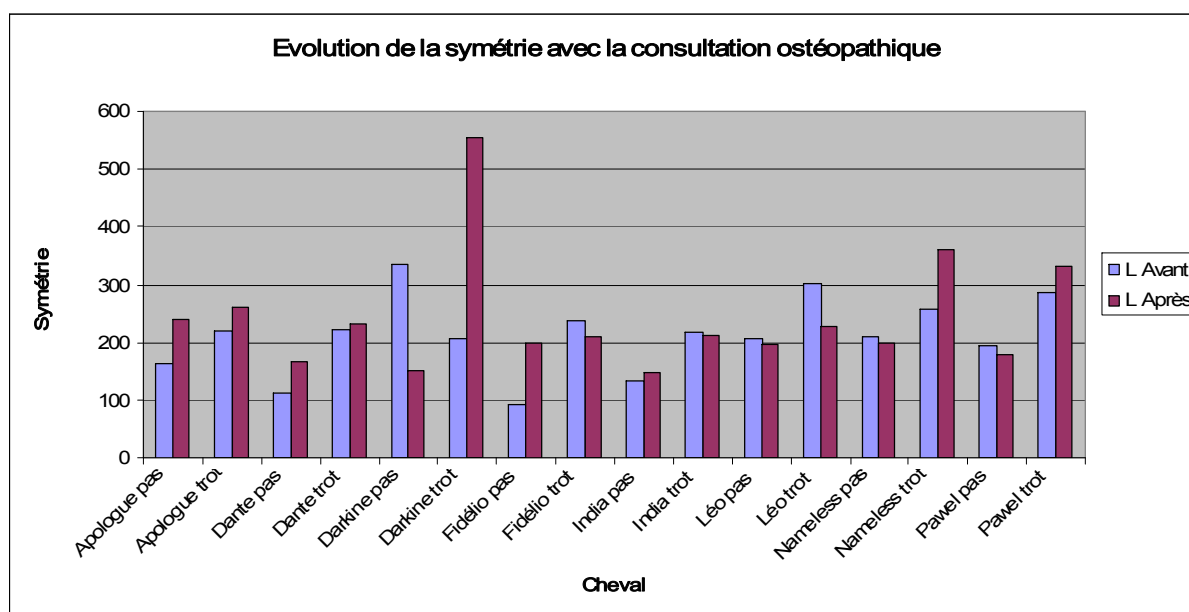
Chevaux Test



Augmentation de la régularité (augmentation de la médiane et de la fourchette des valeurs).

Evolution of de la symétrie avec la consultation ostéopathique

« Résultats individuels »



Chevaux Contrôle:

Darkine: diminution au pas et augmentation au trot
Fidélío: augmentation au pas et diminution au trot
India: augmentation au pas et diminution au trot (variation < 5%)
Pawel: diminution au pas et augmentation au trot

Pas de tendance apparente dans l'évolution de la symétrie, soit aucun résultat - augmentation ou diminution - à plus de 50%

Chevaux Test:

Apologue: augmentation au pas et au trot
Dante: augmentation au pas et augmentation au trot (variation < 5%)
Léo: diminution au pas et diminution au trot
Nameless: diminution au pas (variation < 5%) et augmentation au trot

Tendance apparente à l'augmentation de la symétrie sauf pour Léo avec 5 augmentations sur 8 résultats

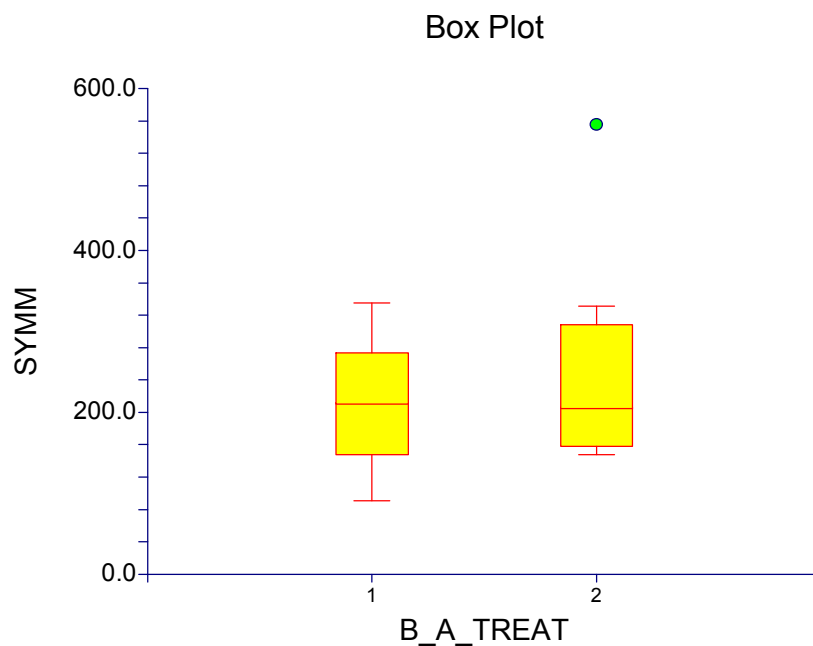
« Résultats groupés »

Numéro des tests :

1 = mesures avant consultation le 21.06.05 au pas et au trot

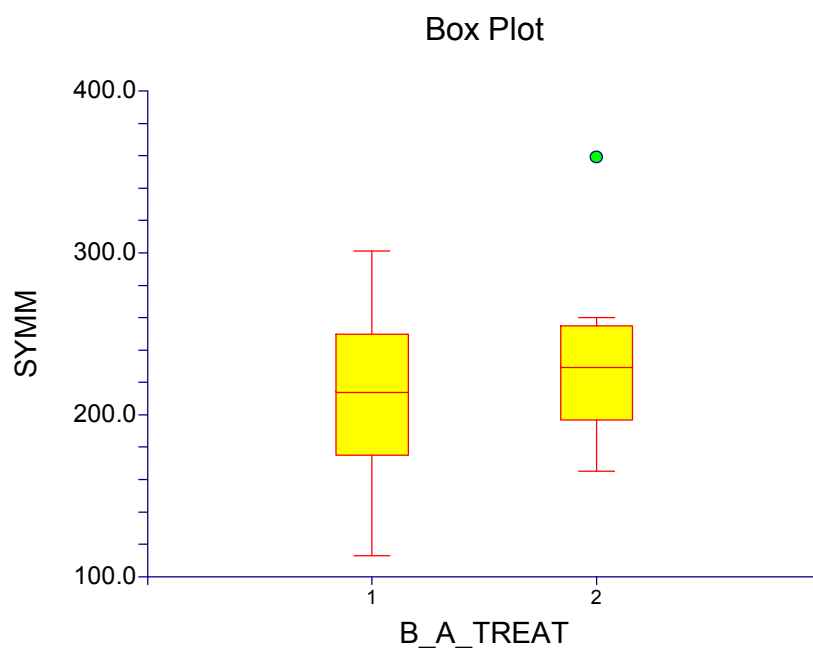
2 = mesures après consultation le 27.06.05 au pas et au trot

Chevaux Contrôle



Pas d'évolution de la symétrie (diminution de la médiane avec une augmentation de la fourchette des valeurs).

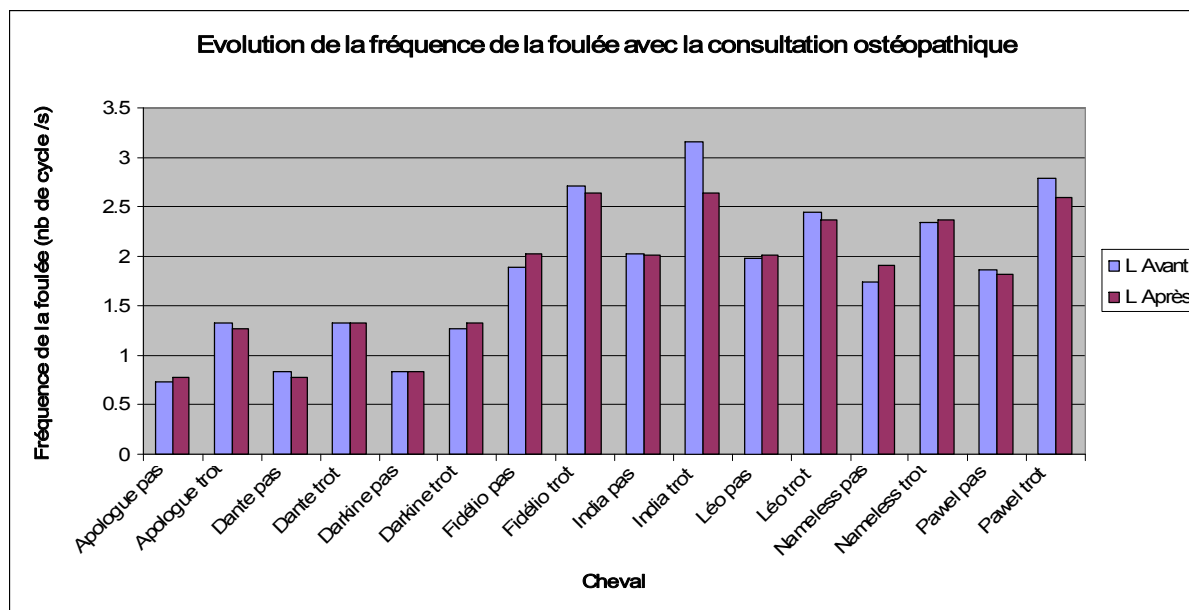
Chevaux Test



Tendance à l'augmentation de la symétrie (augmentation de la médiane et des valeurs).

Evolution de la fréquence de la foulée avec la consultation ostéopathique

« Résultats individuels »



Chevaux Contrôle:

- Darkine: pas de changement au pas et augmentation au trot
Fidélío: augmentation au pas et diminution au trot (variation < 5%)
India: diminution au pas (variation < 5%) et diminution au trot
Pawel: pas de changement au pas et diminution au trot

Pas de tendance apparente dans l'évolution de la fréquence de la foulée, soit aucun résultat - augmentation ou diminution - à plus de 50%

Chevaux Test:

- Apologue: augmentation au pas et diminution au trot (variation < 5%)
Dante: diminution au pas et pas de changement au trot
Léo: augmentation au pas (variation < 5%) et diminution au trot (variation < 5%)
Nameless: augmentation au pas et augmentation au trot

Pas de tendance apparente dans l'évolution de la fréquence de la foulée, soit aucun résultat - augmentation ou diminution - à plus de 50%

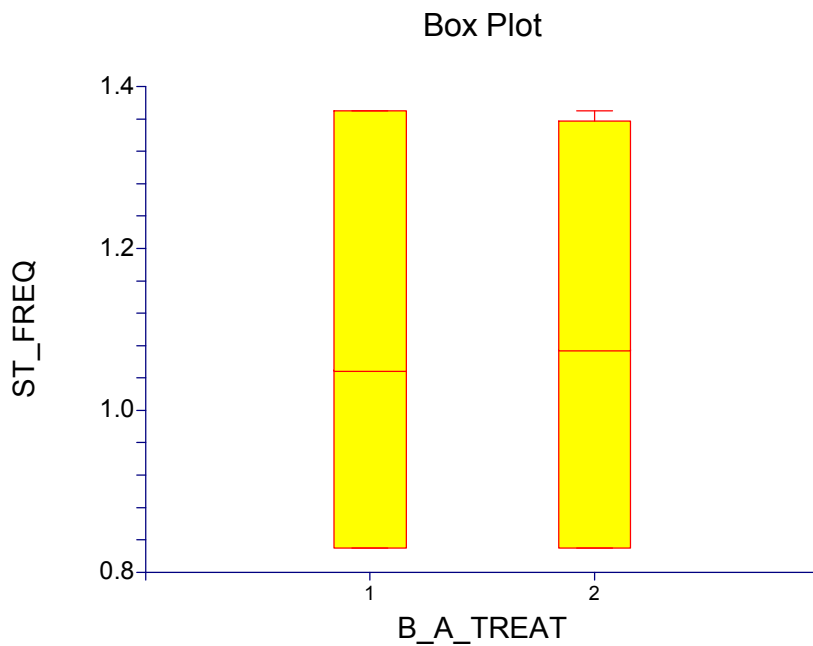
« Résultats groupés »

Numéro des tests :

1 = mesures avant consultation le 21.06.05 au pas et au trot

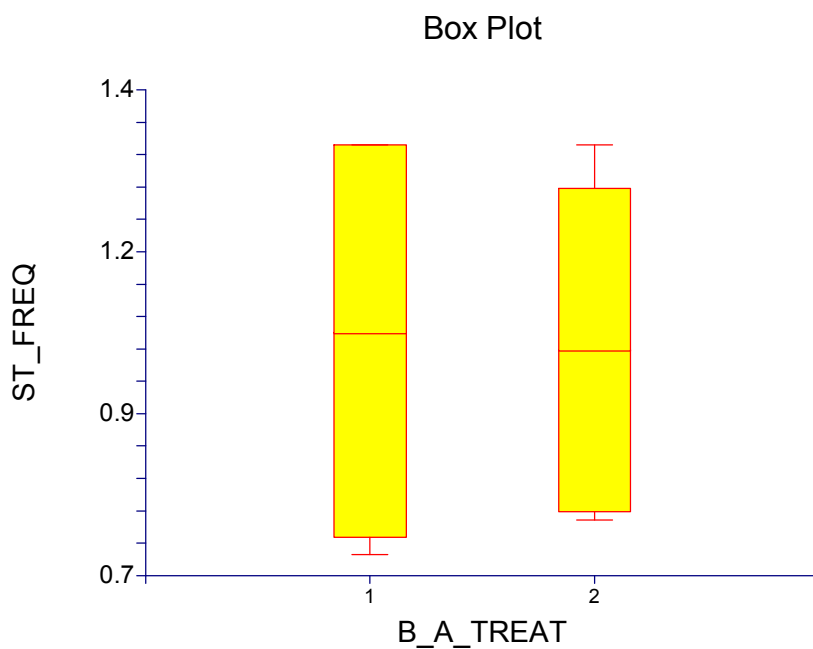
2 = mesures après consultation le 27.06.05 au pas et au trot

Chevaux Contrôle



Pas d'évolution de la fréquence de la foulée.

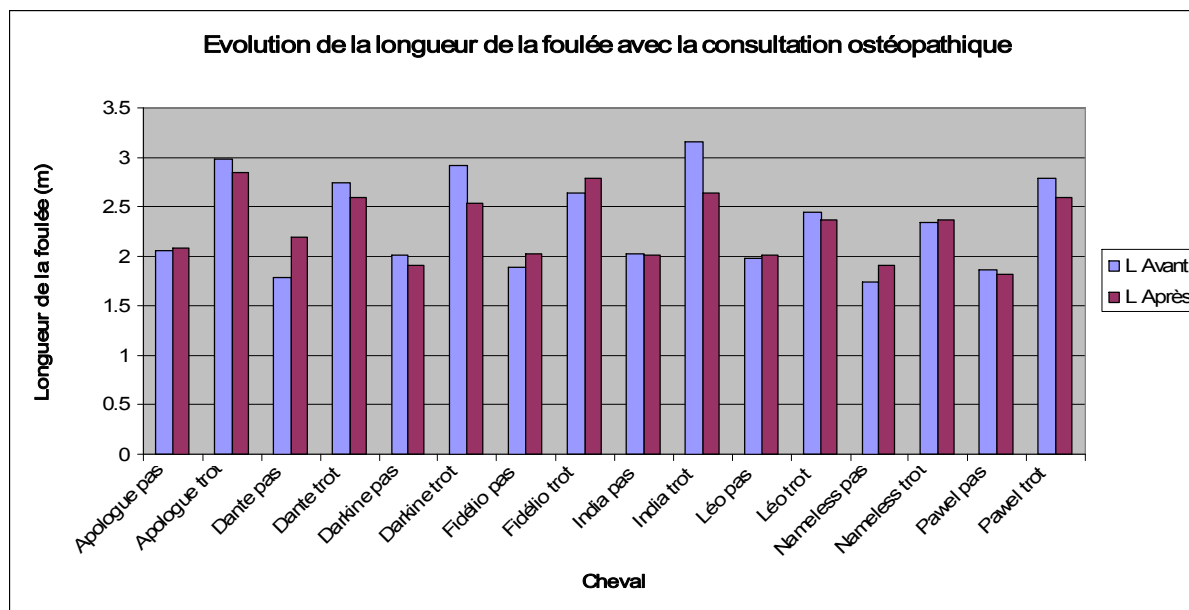
Chevaux Test



Diminution de la fréquence de la foulée (diminution de la médiane, et des valeurs et de la fourchette des valeurs).

Evolution de la longueur de la foulée avec la consultation ostéopathe

« Résultats individuels »



Chevaux Contrôle:

Darkine: diminution au pas (variation < 5%) et diminution au trot
Fidéléo: augmentation au pas et au trot
India: diminution au pas (variation < 5%) et importante diminution au trot
Pawel: diminution au pas (variation < 5%) et diminution au trot

Pas de tendance apparente dans l'évolution de la longueur de la foulée, soit aucun résultat - augmentation ou diminution - à plus de 50%

Chevaux Test:

Apologue: augmentation au pas (variation < 5%) et diminution au trot (variation < 5%)
Dante: augmentation au pas et diminution au trot
Léo: augmentation au pas (variation < 5%) et diminution au trot (variation < 5%)
Nameless: augmentation au pas et augmentation au trot (variation < 5%)

Pas de tendance apparente dans l'évolution de la longueur de la foulée, soit aucun résultat - augmentation ou diminution - à plus de 50%

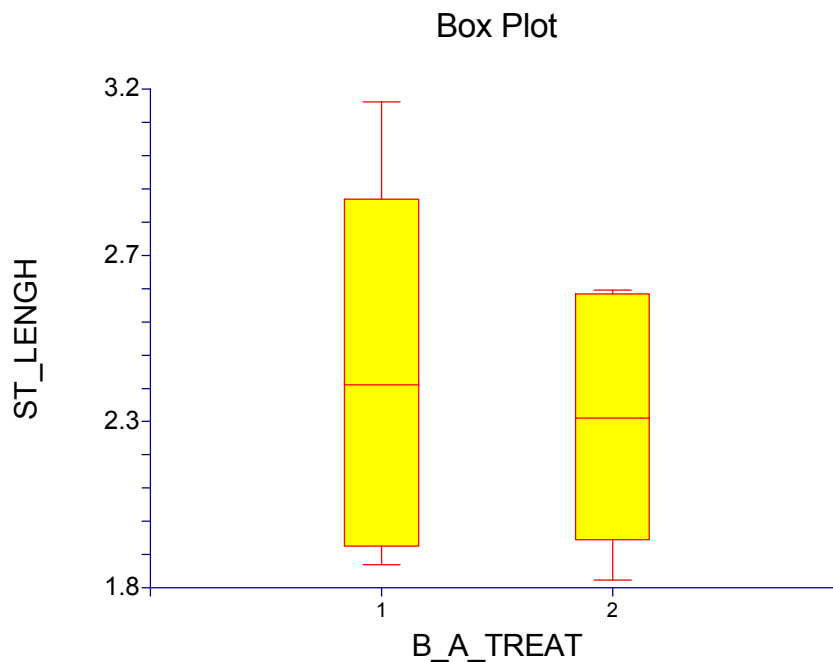
« Résultats groupés »

Numéro des tests :

1 = mesures avant consultation le 21.06.05 au pas et au trot

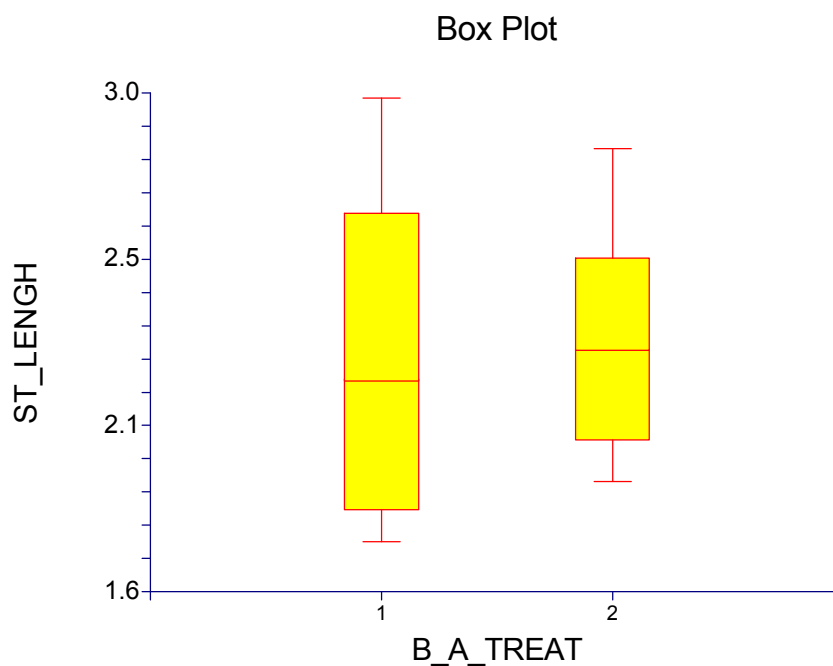
2 = mesures après consultation le 27.06.05 au pas et au trot

Chevaux Contrôle



Diminution de la longueur de la foulée (diminution de la médiane et des valeurs).

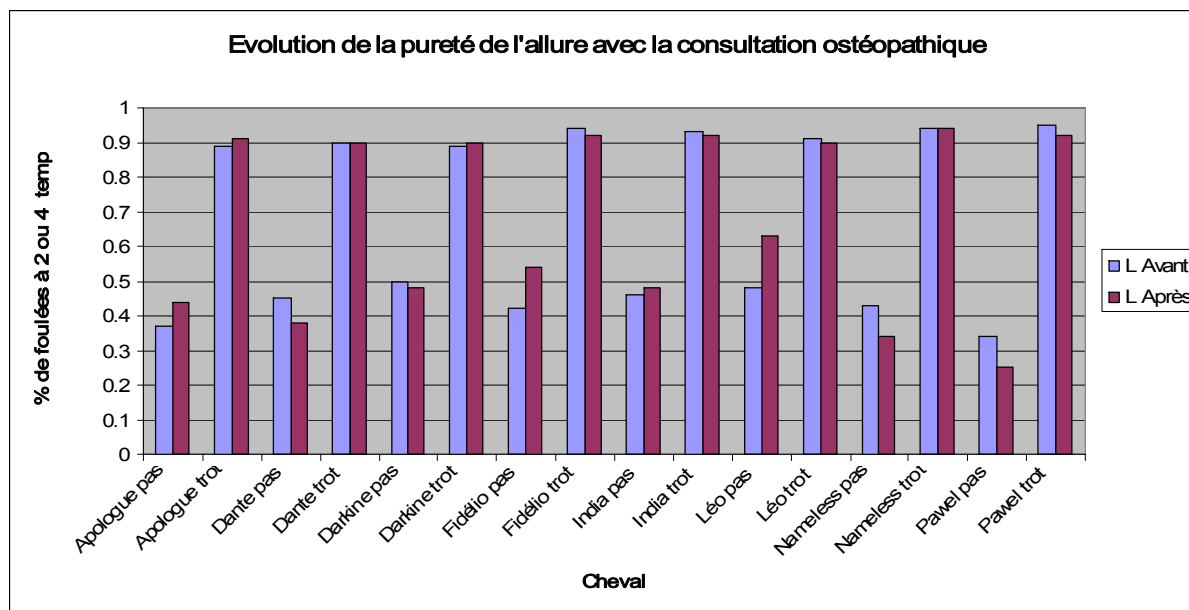
Chevaux Test



Diminution de la longueur de la foulée (augmentation de la médiane, et diminution de la fourchette des valeurs et des valeurs).

Evolution de la pureté de l'allure avec la consultation ostéopathique

« Résultats individuels »



Chevaux Contrôle:

- Darkine: diminution au pas (variation < 5%) et augmentation au trot (variation < 5%)
Fidélío: augmentation au pas et diminution au trot (variation < 5%)
India: augmentation au pas (variation < 5%) et diminution au trot (variation < 5%)
Pawel: diminution au pas et diminution au trot (variation < 5%)

Pas de tendance apparente dans l'évolution de la pureté de l'allure, soit aucun résultat - augmentation ou diminution - à plus de 50%

Chevaux Test:

- Apologue: augmentation au pas et diminution au trot (variation < 5%)
Dante: diminution au pas et pas de changement au trot
Léo: augmentation au pas et diminution au trot (variation < 5%)
Nameless: diminution au pas et pas de changement au trot

Pas de tendance apparente dans l'évolution de la pureté de l'allure, soit aucun résultat - augmentation ou diminution - à plus de 50%

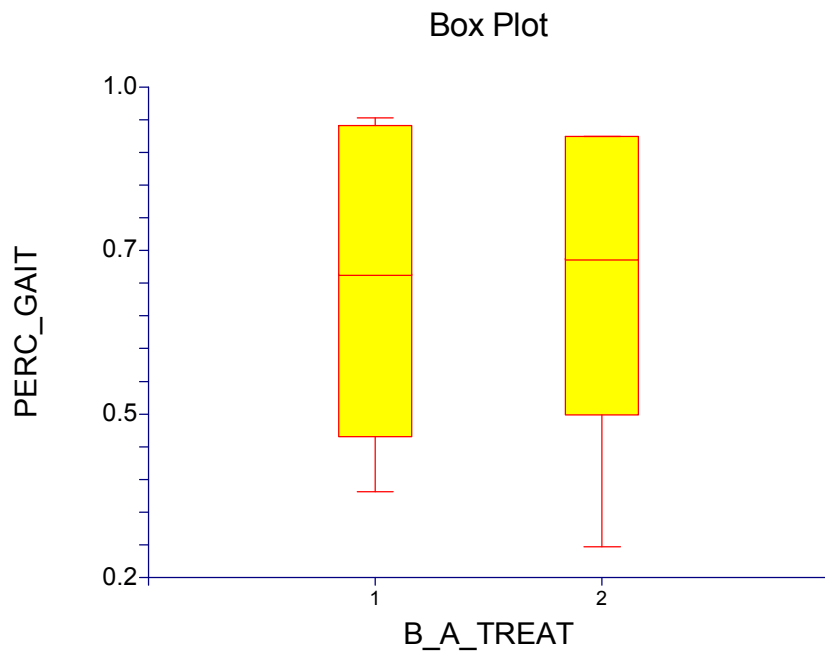
« Résultats groupés »

Numéro des tests :

1 = mesures avant consultation le 21.06.05 au pas et au trot

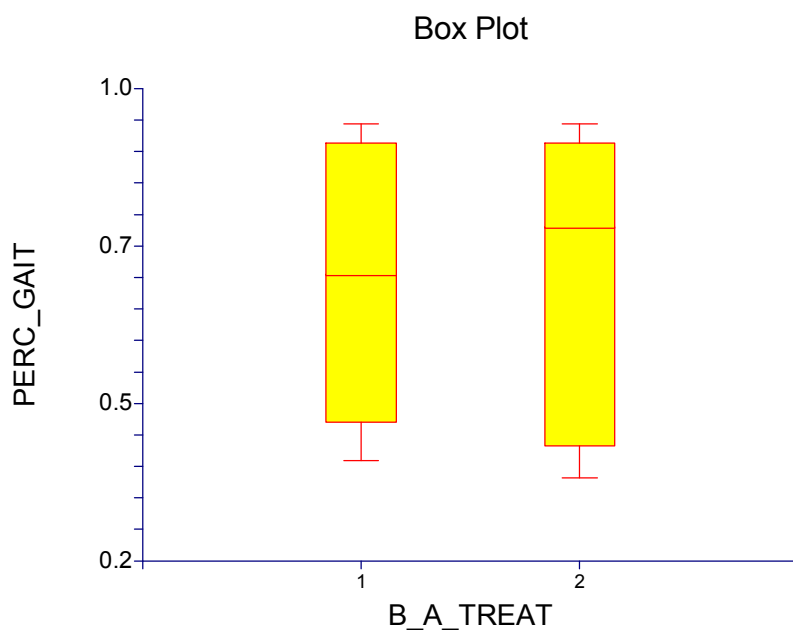
2 = mesures après consultation le 27.06.05 au pas et au trot

Chevaux Contrôle



Pas d'évolution significative de la pureté de l'allure.

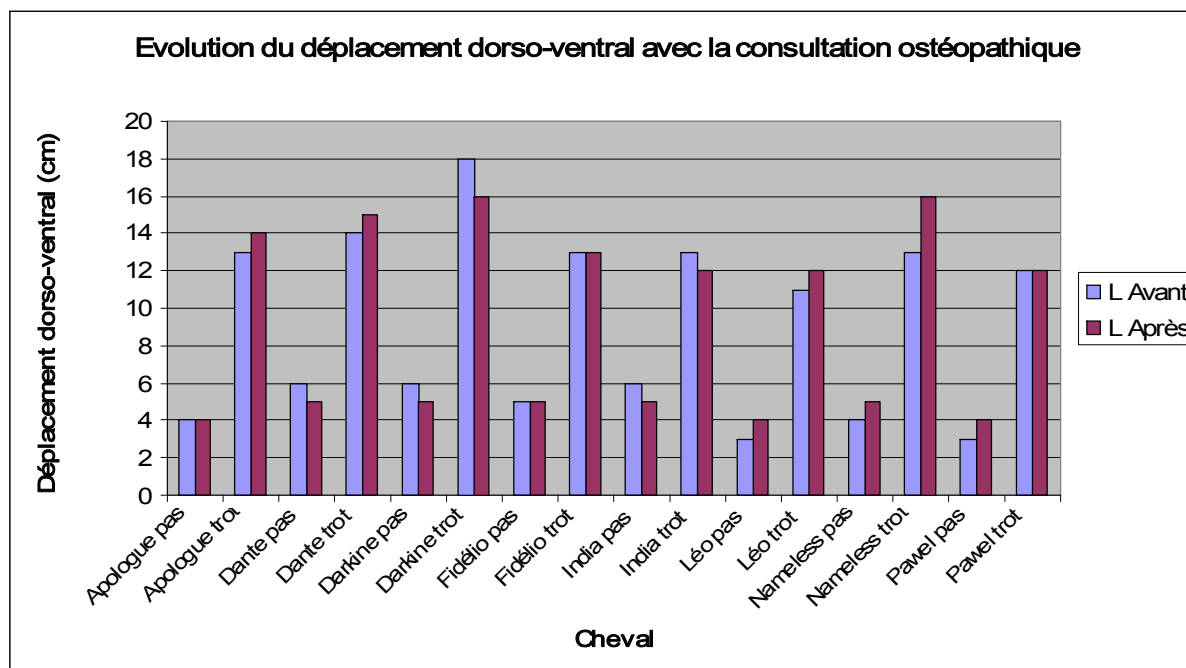
Chevaux Test



Pas d'évolution significative de la pureté de l'allure (augmentation de la médiane, mais augmentation de la fourchette des valeurs vers des valeurs plus faibles).

Evolution du déplacement dorso-ventral avec la consultation ostéopathe

« Résultats individuels »



Chevaux Contrôle:

Darkine: diminution au pas et au trot
Fidélío: pas de changement au pas et au trot
India: diminution au pas et au trot
Pawel: augmentation au pas et pas de changement au trot

Pas de tendance apparente dans l'évolution du déplacement dorso-ventral, soit aucun résultat - augmentation ou diminution - à plus de 50%

Chevaux Test:

Apologue: pas de changement au pas et augmentation au trot
Dante: diminution au pas et augmentation au trot
Léo: augmentation au pas et au trot
Nameless: augmentation au pas et au trot

Tendance apparente à l'augmentation du déplacement dorso-ventral avec 6 augmentations sur 8 résultats

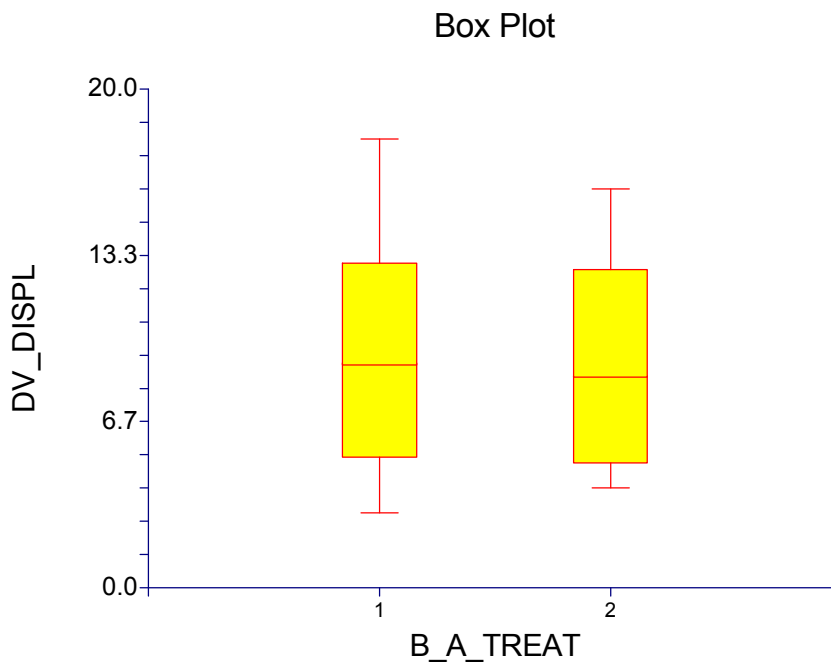
« Résultats groupés »

Numéro des tests :

1 = mesures avant consultation le 21.06.05 au pas et au trot

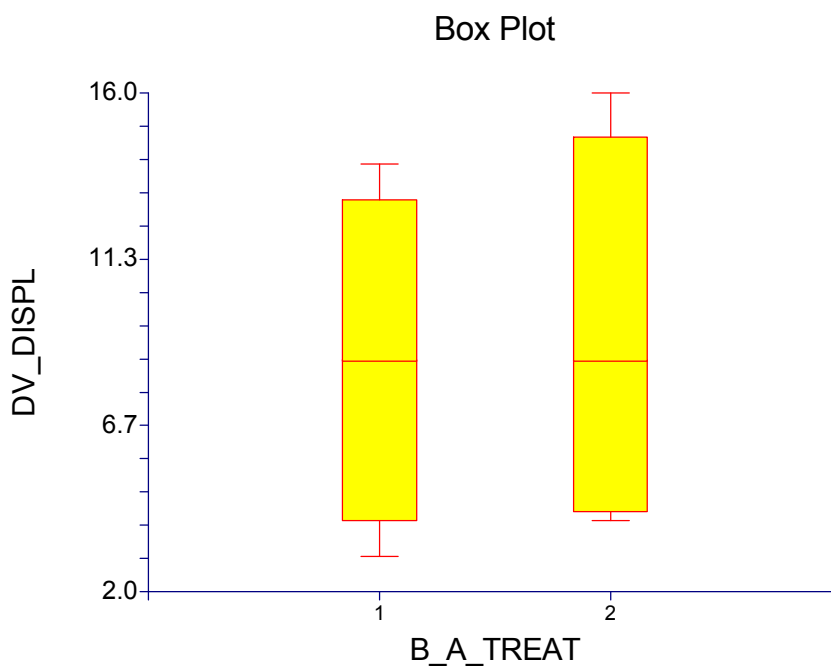
2 = mesures après consultation le 27.06.05 au pas et au trot

Chevaux Contrôle



Pas d'évolution du déplacement dorso-ventral.

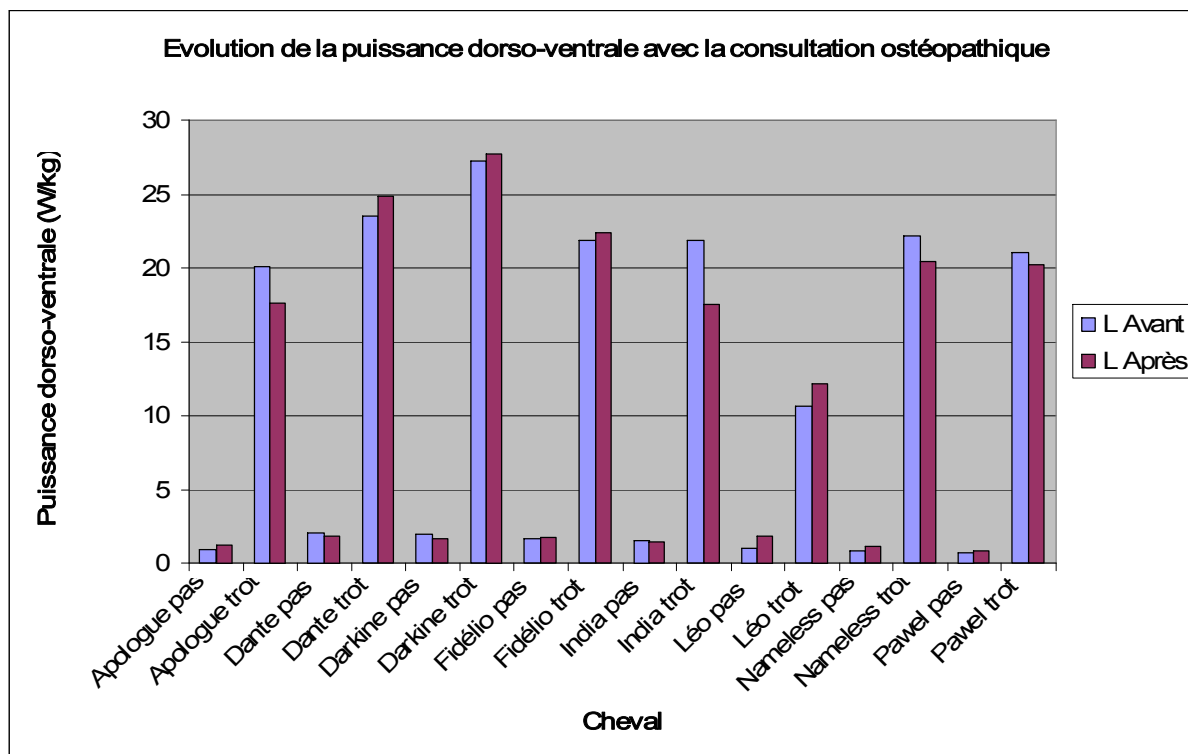
Chevaux Test



Augmentation du déplacement dorso-ventral (même médiane, mais les valeurs sont supérieures).

Evolution de la puissance dorso-ventrale avec la consultation ostéopathe

« Résultats individuels »



Chevaux Contrôle:

- Darkine: diminution au pas et diminution au trot (variation < 5%)
Fidélío: augmentation au pas et augmentation au trot (variation < 5%)
India: diminution au pas et diminution au trot
Pawel: augmentation au pas et diminution au trot (variation < 5%)

Pas de tendance apparente dans l'évolution de la puissance dorso-ventrale, soit aucun résultat - augmentation ou diminution - à plus de 50%

Chevaux Test:

- Apologue: augmentation au pas et diminution au trot
Dante: diminution au pas et augmentation au trot
Léo: augmentation au pas et au trot
Nameless: augmentation au pas et diminution au trot

Tendance apparente à l'augmentation de la puissance dorso-ventrale avec 5 augmentations sur 8 résultats

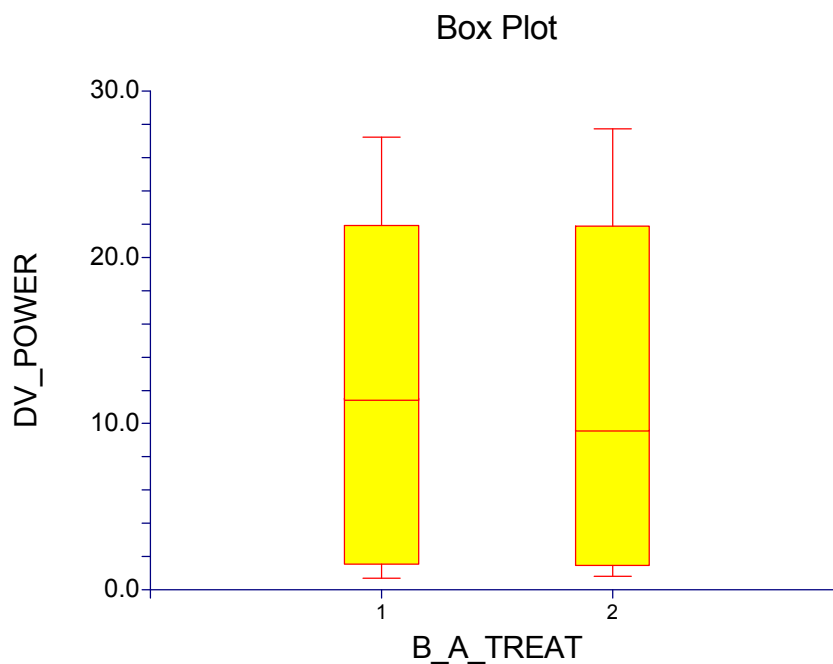
« Résultats groupés »

Numéro des tests :

1 = mesures avant consultation le 21.06.05 au pas et au trot

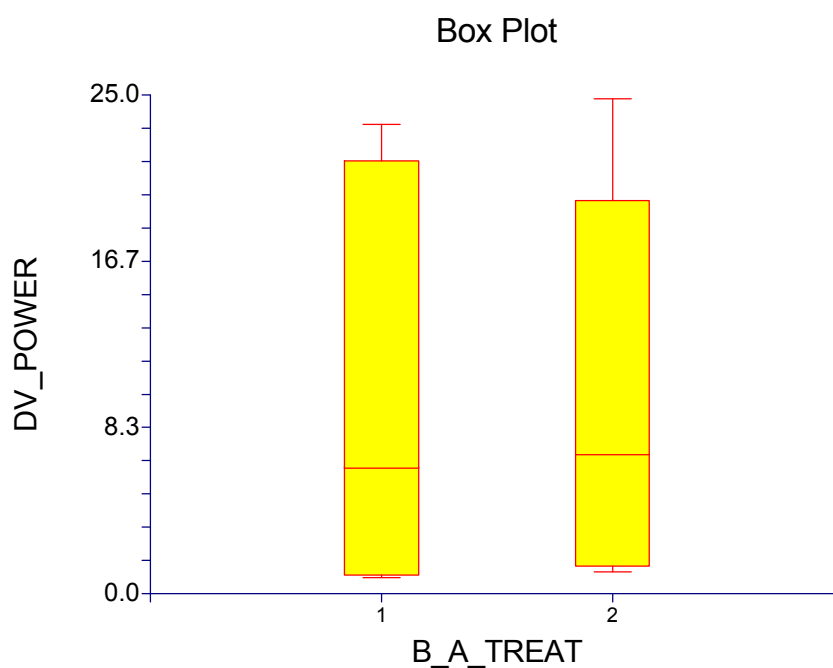
2 = mesures après consultation le 27.06.05 au pas et au trot

Chevaux Contrôle



Pas d'évolution notable de la puissance dorso-ventrale (diminution de la médiane)

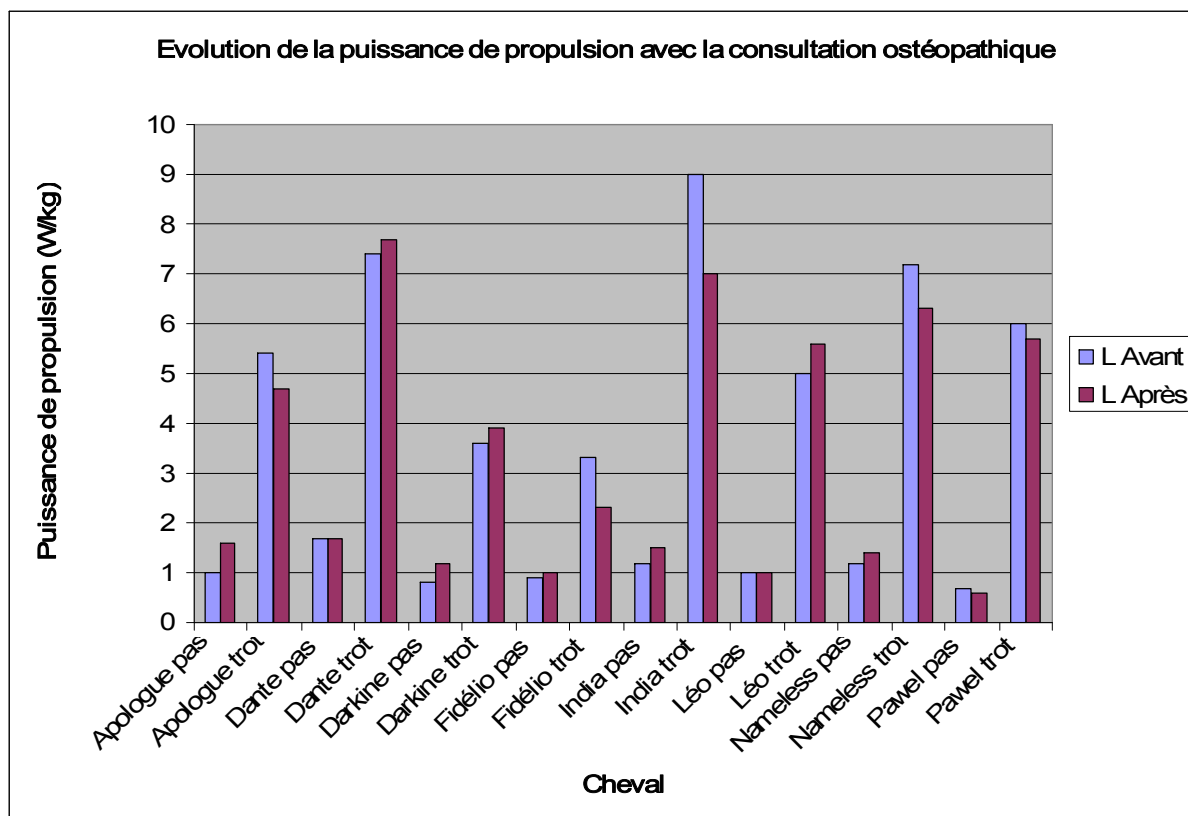
Chevaux Test



Pas d'évolution notable de la puissance dorso-ventrale (légère augmentation de la médiane et diminution des valeurs)

Evolution de la puissance de propulsion avec la consultation ostéopathe

« Résultats individuels »



Chevaux Contrôle:

Darkine: augmentation au pas et au trot
Fidélío: augmentation au pas et diminution au trot
India: augmentation au pas et diminution au trot
Pawel: diminution au pas et diminution au trot

Pas de tendance apparente dans l'évolution de la puissance de propulsion, soit aucun résultat - augmentation ou diminution - à plus de 50%

Chevaux Test:

Apologue: augmentation au pas et diminution au trot
Dante: pas de changement au pas et augmentation au trot
Léo: pas de changement au pas et augmentation au trot
Nameless: augmentation au pas et diminution au trot

Pas de tendance apparente dans l'évolution de la puissance de propulsion, soit aucun résultat - augmentation ou diminution - à plus de 50%

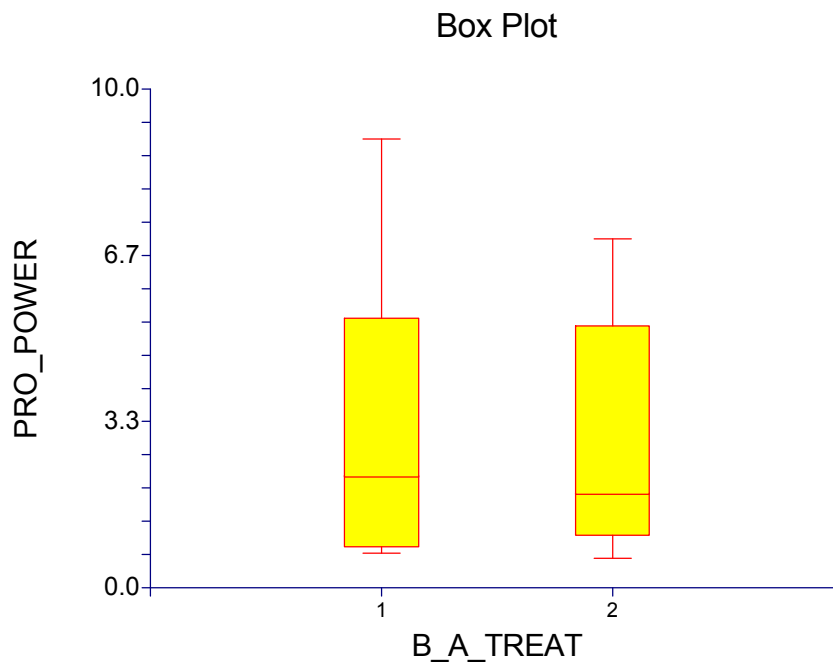
« Résultats groupés »

Numéro des tests :

1 = mesures avant consultation le 21.06.05 au pas et au trot

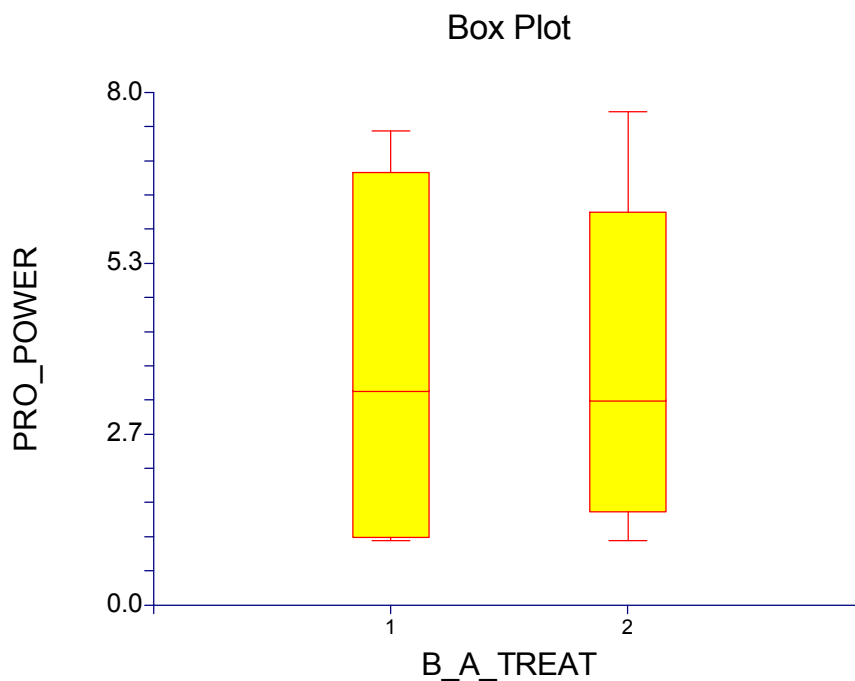
2 = mesures après consultation le 27.06.05 au pas et au trot

Chevaux Contrôle



Pas d'évolution notable de la puissance de propulsion (diminution de la médiane)

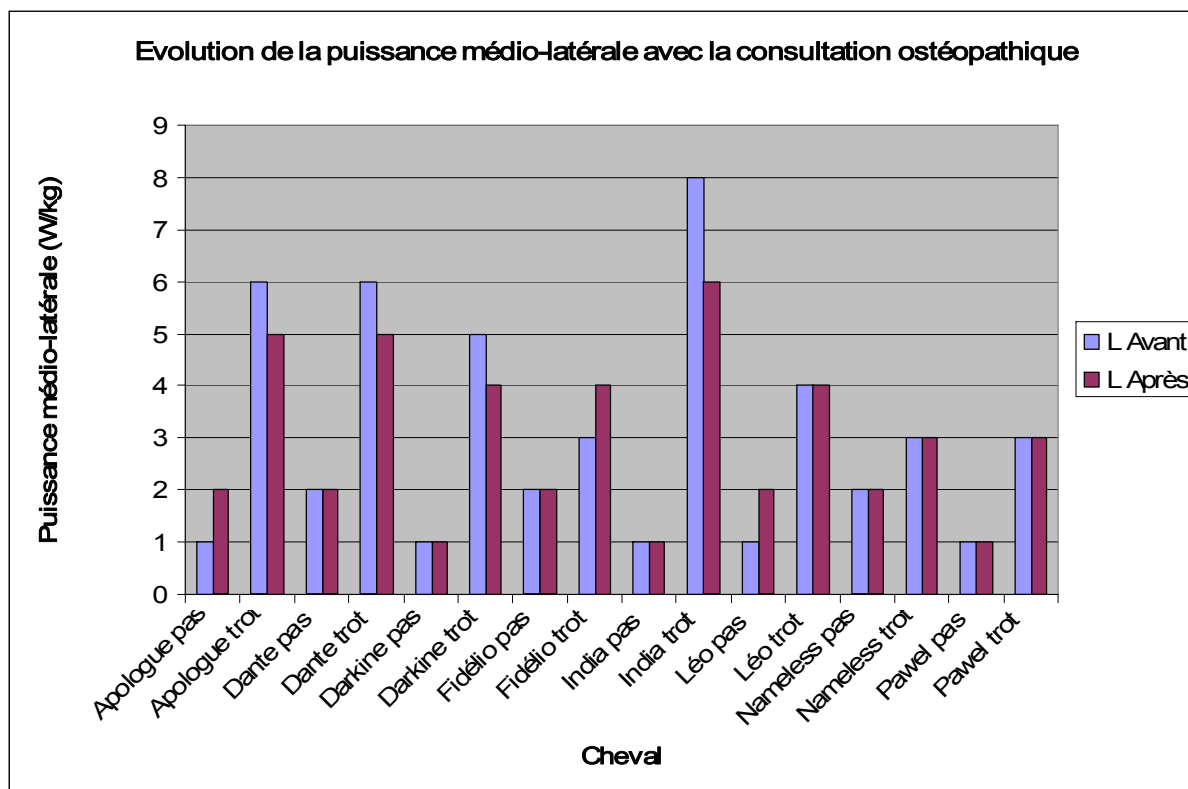
Chevaux Test



Diminution de la puissance de propulsion (diminution des valeurs).

Evolution de la puissance médio-latérale avec la consultation ostéopathe

« Résultats individuels »



Chevaux Contrôle:

Darkine: pas de changement au pas et diminution au trot
Fidélío: pas de changement au pas et augmentation au trot
India: pas de changement au pas et diminution au trot
Pawel: pas de changement au pas ni au trot

Pas de tendance apparente dans l'évolution de la puissance médio-latérale, soit aucun résultat - augmentation ou diminution - à plus de 50%

Chevaux Test:

Apologue: augmentation au pas et diminution au trot
Dante: pas de changement au pas et diminution au trot
Léo: augmentation au pas et pas de changement au trot
Nameless: pas de changement au pas ni au trot

Pas de tendance apparente dans l'évolution de la puissance médio-latérale, soit aucun résultat - augmentation ou diminution - à plus de 50%

« Résultats groupés »

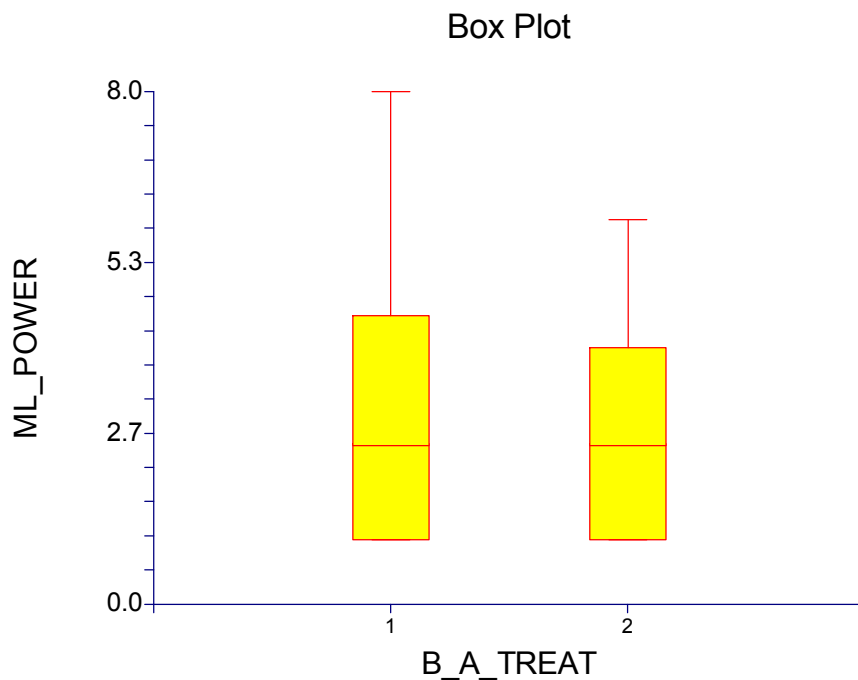
« Résultats groupés »

Numéro des tests :

1 = mesures avant consultation le 21.06.05 au pas et au trot

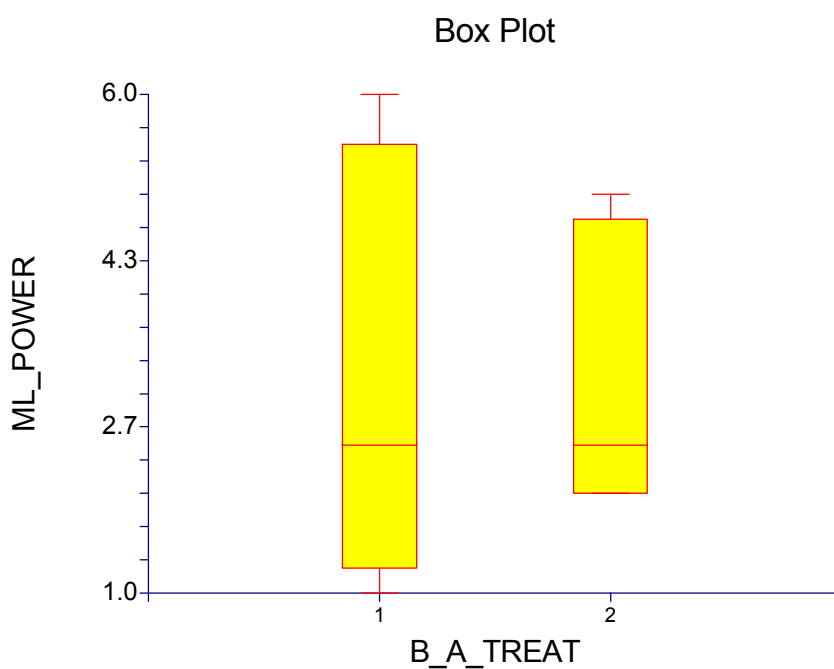
2 = mesures après consultation le 27.06.05 au pas et au trot

Chevaux Contrôle



Légère diminution de la puissance médio-latérale (diminution des valeurs).

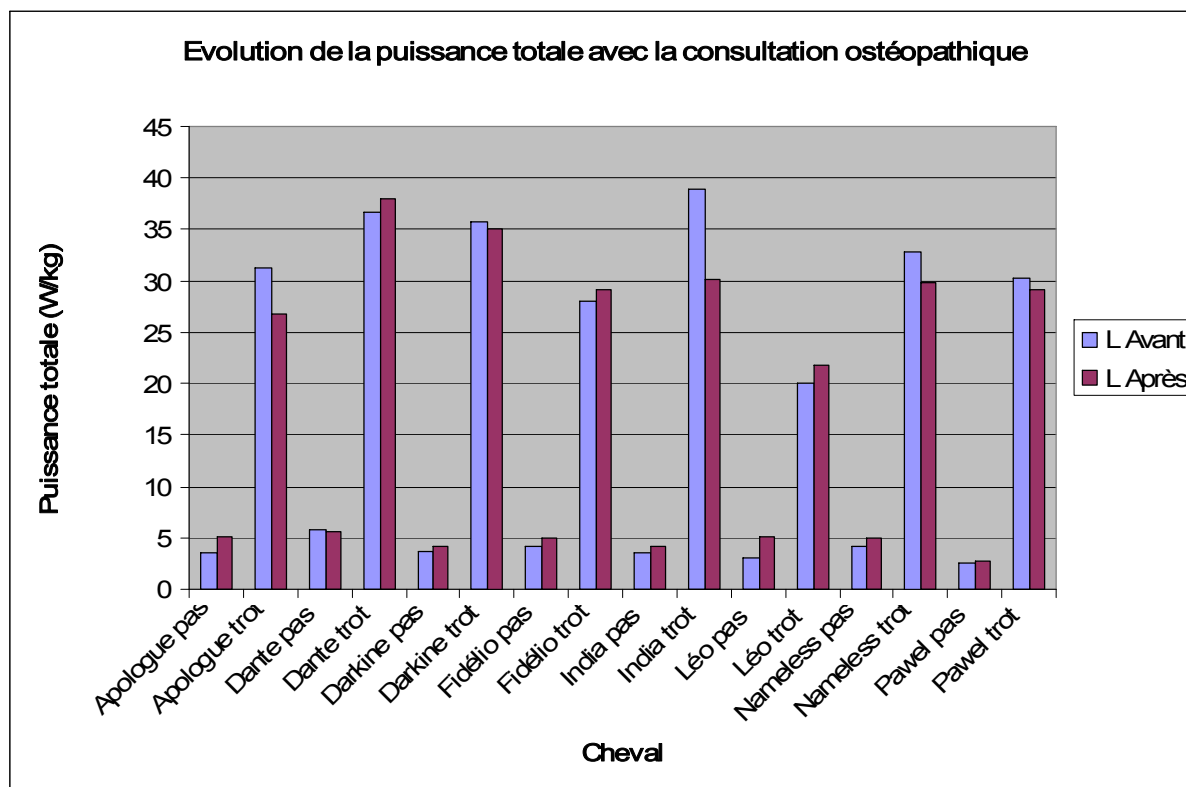
Chevaux Test



Diminution de la puissance médio-latérale (diminution des valeurs et nettement de la fourchette des valeurs).

Evolution de la puissance totale avec la consultation ostéopathe

« Résultats individuels »



Chevaux Contrôle:

Darkine: augmentation au pas et diminution au trot
Fidélío: augmentation au pas et au trot
India: augmentation au pas et diminution au trot
Pawel: augmentation au pas et diminution au trot

Tendance apparente à l'augmentation de la puissance totale avec 5 augmentations sur 8 résultats

Chevaux Test:

Apologue: augmentation au pas et diminution au trot
Dante: diminution au pas (variation < 5%) et augmentation au trot
Léo: augmentation au pas et au trot
Nameless: augmentation au pas et diminution au trot

Pas de tendance apparente dans l'évolution de la puissance totale, soit aucun résultat - augmentation ou diminution - à plus de 50%

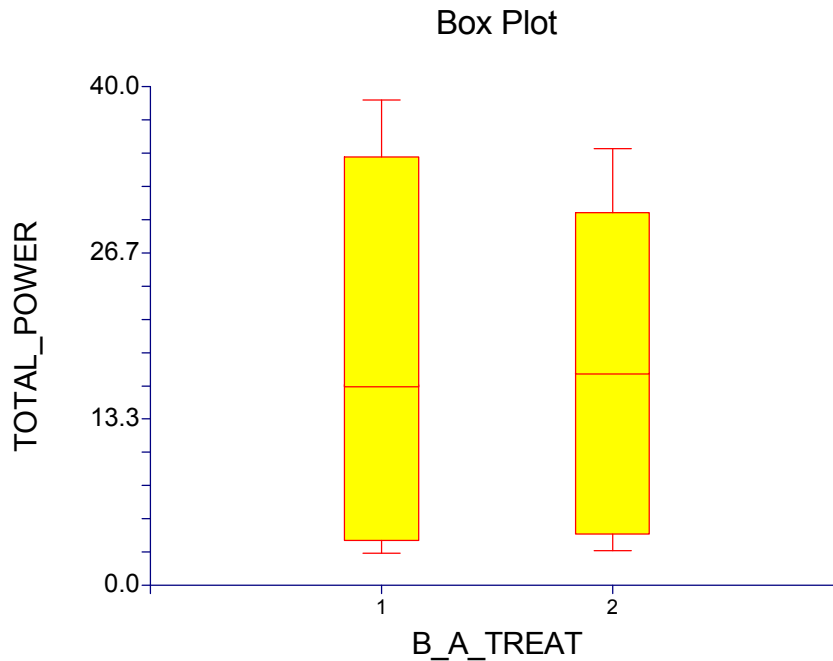
« Résultats groupés »

Numéro des tests :

1 = mesures avant consultation le 21.06.05 au pas et au trot

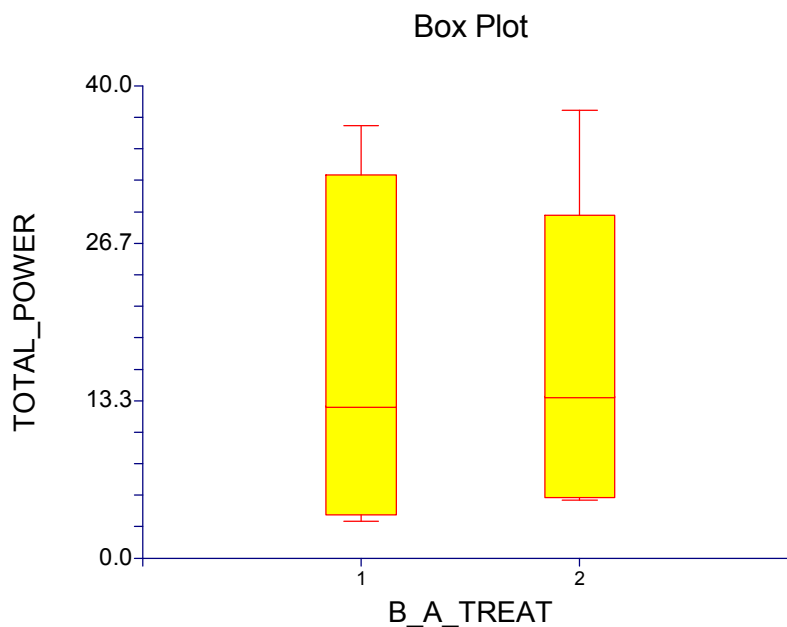
2 = mesures après consultation le 27.06.05 au pas et au trot

Chevaux Contrôle



Diminution de la puissance totale (légère augmentation de la médiane, mais diminution des valeurs).

Chevaux Test



Diminution de la puissance totale (légère augmentation de la médiane, mais diminution de la fourchette des valeurs).

II.4. DISCUSSION

Evolution de la régularité avec la consultation ostéopathique

Les résultats individuels et groupés (« box plots ») montrent une augmentation de la régularité pour les chevaux test après manipulations ostéopathiques, sauf pour Nameless :

Nameless n'a pas été complètement manipulé : ses vertèbres cervicales ont été manipulées, mais pas ses vertèbres lombaire ni son os ilium.

Léo montre une augmentation de la régularité au pas et au trot, mais il a été également partiellement manipulé : ses vertèbres cervicales et lombaires ont été manipulées, mais pas l'articulation sacro-iliaque.

Il est intéressant de noter que les quatre chevaux contrôle ont des dysfonctions lombaires et qu'ils ne montrent pas d'amélioration significative de la régularité pendant la période d'étude. Ceci amène à la conclusion que la région lombaire est sans doute une zone clef quant à la régularité de la locomotion dont la manipulation permet d'en obtenir l'augmentation.

Ceci est en accord avec l'hypothèse formulée au départ de ce chapitre: les chevaux manipulés montrent une amélioration de leur régularité.

Evolution de la symétrie avec la consultation ostéopathique

Les résultats individuels et groupés montrent une augmentation de la symétrie chez les chevaux test après manipulations ostéopathiques, sauf pour Léo :

Parmi les chevaux contrôle, Darkine montre une importante augmentation de la symétrie au trot après consultation ostéopathique. Il faut toutefois rappeler qu'elle était initialement fort boiteuse en raison d'une blessure de biopsie effectuée derrière le coude gauche. L'amélioration de ce paramètre peut être simplement dû à la cicatrisation de cette blessure.

Parmi les chevaux test, tous sauf Léo montrent une amélioration de la symétrie de leur locomotion. Ceci peut être dû à la dysfonction de l'os sacrum, un point clef de l'architecture corporelle, diagnostiquée chez Léo. En effet, l'étendue des mouvements de l'ensemble du rachis est conditionnée par le degré de liberté/de fonctionnalité de l'os sacrum.

Pawel du sous-groupe contrôle est également diagnostiqué avec une dysfonction de son sacrum, bien qu'il montre une certaine amélioration de la symétrie de sa locomotion au trot après la consultation ostéopathique. L'amélioration de ce paramètre peut être due aux testings qui parfois suffisent à libérer une zone en restriction de mobilité si la dysfonction ostéopathique n'est pas trop importante. Par ailleurs, il faut noter que Pawel qui n'a pas été manipulé a en principe conservé l'ensemble de ses compensations et réussit sans doute à mieux s'organiser dans sa locomotion que Léo auquel il manque certaines de ses compensations puisqu'il a été partiellement manipulé.

Ceci est en accord avec l'hypothèse formulée au départ de ce chapitre: les chevaux manipulés montrent une amélioration de leur symétrie.

Evolution de la fréquence de la foulée avec la consultation ostéopathique

Les résultats individuels ne montrent pas d'évolution de la fréquence de la foulée après consultation ostéopathique ni chez les chevaux contrôle ni chez les chevaux test. Toutefois, les résultats groupés indiquent une diminution de la fréquence de la foulée.

Ceci est en accord avec l'hypothèse formulée au départ de ce chapitre: les chevaux manipulés montrent une diminution de la fréquence de leur foulée.

Evolution de la longueur de la foulée avec la consultation ostéopathique

Les résultats individuels ne montrent pas d'évolution de la longueur de la foulée après consultation ostéopathique ni chez les chevaux contrôle ni chez les chevaux test. Toutefois, les résultats groupés indiquent une diminution de la longueur de la foulée à la fois chez les chevaux test et contrôle. Il est donc difficile de conclure quant à l'efficacité des manipulations. Il peut être supposé que les tests seuls effectués sur les chevaux test ont eu une action sur ce paramètre.

L'hypothèse formulée au départ de ce chapitre, soit une théorique diminution de la longueur de la foulée avec les manipulations ostéopathiques, n'est pas confirmée.

Evolution de la pureté de l'allure avec la consultation ostéopathique

Il n'y a pas d'évolution de la pureté de l'allure après consultation ostéopathique ni chez les chevaux contrôle ni chez les chevaux test. Ce paramètre ne paraît pas influencé par les manipulations ostéopathiques.

L'hypothèse formulée au départ de ce chapitre, soit une théorique augmentation de la pureté de l'allure avec les manipulations ostéopathiques, n'est pas confirmée.

Evolution du déplacement dorso-ventral avec la consultation ostéopathique

Les résultats individuels montrent une augmentation du déplacement dorso-ventral pour les chevaux test, confirmée par les résultats groupés.

Ceci est en accord avec l'hypothèse formulée au départ de ce chapitre: les chevaux manipulés montrent une augmentation de l'amplitude de leur déplacement dorso-ventral.

Evolution de la puissance dorso-ventrale avec la consultation ostéopathique

On n'observe pas d'évolution de la puissance dorso-ventrale pour les chevaux contrôle, mais une tendance à l'augmentation de ce paramètre est constatée pour les chevaux test (résultats individuels). Toutefois, cette augmentation n'est pas confirmée à la vue des résultats groupés qui donnent même une tendance à la diminution de la puissance dorso-ventrale après la consultation ostéopathique. Ceci ne confirme donc pas le lien entre l'amplitude du déplacement dorso-ventral et la force de la puissance dorso-ventrale, même si les chevaux test tendent à avoir le même profil pour les deux paramètres (sauf Nameless qui montre une augmentation de déplacement dorso-ventral et une diminution de la puissance dorso-ventrale au trot).

L'hypothèse formulée au départ de ce chapitre, soit une théorique augmentation de la puissance dorso-ventrale avec les manipulations ostéopathiques, n'est pas confirmée.

Evolution de la puissance de propulsion avec la consultation ostéopathique

Les résultats individuels ne montrent pas d'évolution significative de la puissance de propulsion après consultation ostéopathique ni chez les chevaux contrôle ni chez les chevaux test. Toutefois, les résultats groupés indiquent une diminution de ce paramètre avec les manipulations ostéopathiques.

Ceci est en accord avec l'hypothèse formulée au départ de ce chapitre: les chevaux manipulés montrent une diminution de leur puissance de propulsion.

Evolution de la puissance médio-latérale avec la consultation ostéopathique

Les résultats individuels ne montrent pas d'évolution significative de la puissance médio-latérale après consultation ostéopathique ni chez les chevaux contrôle ni chez les chevaux test. Toutefois, il est intéressant de noter que s'il est une tendance à dégager, les chevaux test semblent, après consultation ostéopathique, augmenter leur puissance médio-latérale au pas et la diminuer au trot. Ceci est en accord avec la biomécanique de la locomotion équine, car le pas est une allure avec davantage de déplacements transverses dans un plan frontal, soit médio-latéraux, que le trot qui est une allure avec des déplacements essentiellement longitudinaux. Les manipulations ostéopathiques iraient donc dans le sens d'un renforcement de la game de mouvements des allures au naturel.

Toutefois, les résultats groupés indiquent une diminution de ce paramètre après consultation ostéopathique.

L'hypothèse formulée au départ de ce chapitre, soit une théorique augmentation de la puissance médio-latérale avec les manipulations ostéopathiques, n'est pas confirmée.

Evolution de la puissance totale avec la consultation ostéopathique

Les résultats individuels ne montrent pas d'évolution de la puissance totale après consultation ostéopathique, mais les résultats groupés indiquent une diminution de ce paramètre après consultation!!

L'hypothèse formulée au départ de ce chapitre, soit une théorique augmentation de la puissance totale avec les manipulations ostéopathiques, n'est pas confirmée.

CONCLUSION

Les chevaux test, soit les chevaux au bénéfice de manipulations ostéopathiques, montrent une augmentation des paramètres suivants :

- Régularité
- Symétrie
- Déplacement dorso-ventral
- Puissance de propulsion

Et une diminution de :

- La fréquence de la foulée

Aucun de ces résultats n'est validé statistiquement, mais les statistiques effectuées confirment ces tendances pour la régularité, la fréquence de la foulée et la puissance de propulsion.

En revanche, les manipulations ne paraissent pas influencer de façon significative les paramètres suivants :

- Longueur de la foulée
- Pureté de l'allure
- Puissance dorso-ventrale
- Puissance médio-latérale
- Puissance totale

Par ailleurs, deux points clefs sont à souligner :

- La régularité semble améliorée par le soulagement des dysfonctions lombaires
- La symétrie semble améliorée par le soulagement des dysfonctions sacrales

CONCLUSION GENERALE

Ce travail confirme les trois hypothèses formulées dans l'introduction générale :

1. La masse du cavalier a un impact sur la locomotion du cheval, induisant des changements dans les paramètres de la foulée, le cheval s'adaptant à la charge
2. L'équitation induit le développement de pathologies. Les chevaux montés ont une locomotion modifiée en raison de la charge (hypothèse 1) et développent par la suite des troubles musculosquelettiques
3. Ces troubles peuvent être soignés par le traitement ostéopathique qui annule tout ou partie des modifications des paramètres de la foulée

L'influence dynamique du cavalier amateur paraît en effet plus importante en termes de modification des paramètres de la locomotion équine que celle du cavalier professionnel. Le cavalier professionnel apparaît à même de réduire certains changements induits par la charge et l'équitation (notamment au niveau de la symétrie de la locomotion) ; il limite donc le développement des dysfonctions ostéopathiques.

La méthodologie utilisée ici n'a pas permis aux cavaliers de travailler beaucoup leurs chevaux. Il paraît raisonnable de penser qu'avec davantage de travail, les cavaliers auraient amplifié les résultats obtenus au niveau des paramètres de la foulée. Le cavalier professionnel aurait sans doute amélioré ses résultats, sans toutefois complètement annuler les effets de la charge et de l'équitation. Quant au cavalier amateur, il aurait probablement augmenté les modifications des paramètres de la foulée par comparaison avec le cheval au naturel.

Enfin, ce travail apporte des idées, des tendances, qu'il serait intéressant de confirmer avec davantage de données chiffrées, soit essentiellement un nombre plus important de chevaux. La répétabilité gagnerait également à être vérifiée par un plus grand nombre de données.

Catherine Brassaud, le 10 avril 2006.

ANNEXE CHAPITRE I

ANNEXE CHAPITRE II