

Contribution à l'élaboration d'une selle handisport

Interaction biomécanique entre le cavalier et son cheval au trot

Etude bibliographique

Sophie Biau : Chargée de recherche à l'Ecole Nationale d'Equitation

Etudier l'interaction cavalier cheval d'un point de vue biomécanique, c'est appliquer les lois de la dynamique en prenant en compte les zones de contact entre ces deux corps articulés, que sont les fesses et les cuisses sur la selle, les pieds sur les étriers et les mains au niveau des rênes. Le cavalier dispose de ces zones pour contrôler son cheval (allure, vitesse, attitude...) dans la transmission des ordres et le ressenti. Ces zones de contact sont appelées aides naturelles : l'assiette pour les fesses et les cuisses, les jambes et les rênes. Elles sont décrites dans le manuel d'équitation comme *les agents du tact équestre qui amène le cavalier à déterminer l'effet à produire, l'intensité de cet effet et le moment de l'intervention...*

Les échanges d'informations au niveau des zones de contact nous conduisent à nous interroger sur la synchronisation des mouvements du cavalier et du cheval. Cette interaction nous conduit à trois modèles théoriques :

- Le cheval s'adapte au cavalier
- Le cavalier s'adapte au cheval
- Le cheval s'adapte au cavalier qui s'adapte au cheval.

Le manuel d'équitation décrit la position que doit avoir le cavalier et surtout la maintenir : *« le cavalier doit être assis d'aplomb, les fesses portant sur la selle et le plus en avant possible... Le poids de son corps doit porter tout entier sur la selle... La position assise augmente la stabilité contrairement aux points d'appui trop fort sur ses genoux ou sur ses étriers... La fixité à cheval est indispensable, elle permet aux aides d'intervenir avec précision et justesse... Au delà de cette description de la position statique idéale, le manuel précise : Il demeure bien entendu que la régularité de la position doit s'effacer devant la nécessité du liant à cheval... Etre avec son cheval est une priorité ...mais être bien placé mène généralement à être avec son cheval »*. Cette description nous renvoie vers le troisième modèle théorique citée ci-dessus : le cheval s'adapte au cavalier qui s'adapte au cheval. Mais quelle est l'expression de ce modèle ? Quel est l'effet du niveau du cavalier ? Quel est l'importance du cheval ?

L'utilisation d'outils de mesure de plus en plus perfectionnés et l'application des lois de la dynamique doit nous permettre d'analyser l'interaction cavalier/cheval et ainsi d'approfondir de manière objective les notions décrites dans le manuel d'équitation.

La selle...

La complexité de l'analyse de l'interaction cavalier/cheval réside entre autres dans le fait que les contacts ne sont pas directs. Ainsi, la selle est un élément essentiel dans cette étude. Des études récentes mettent en évidence l'effet de la selle sur la locomotion du cheval.

Meschan et al (2006) met en évidence la variabilité des surfaces de contacts en fonction de la selle et de morphologie du cheval. Selon la surface de contact, les pressions varient de 0.86N/cm² à 1.57N/cm². Une selle mal adaptée est potentiellement source de dorsalgie.

Winkelmayer et al (2006) met en relation les mouvements du dos d'un cheval sellé avec deux types de selle ayant des distributions et un centre de pression différents : au trot les mouvements du garrot sont significativement réduits avec une selle amazone comparée à une selle anglaise. Le pic de force maximal est localisé sur la partie arrière gauche de la selle, lors

de la phase d'appui du diagonal droit, probablement du au recul du centre de gravité du cavalier entraîné par la conformation de la selle amazone.

De Coq et al (2004) montre une augmentation des mouvements d'extension du dos avec une selle plus lourde. En 2006 met l'accent sur la difficulté à interpréter les mesures de pressions sous une selle. Il compare les valeurs de pression sous la selle avec le poids de 28 cavaliers. Les différences de pression sont plus difficilement visibles à l'avant qu'à l'arrière. Ce résultat est peut-être à mettre en relation avec le sanglage. Le rôle de la selle sera détaillé dans une prochaine étude à partir de mesure de pression.

La présence d'un cavalier modifie la locomotion du cheval. Matsuura et al (2003) décrit une cadence plus lente et une longueur de foulée plus élevée lorsque le cheval est monté. L'amplitude du mouvement vertical de la croupe est plus élevée sans cavalier. Il augmente la charge au niveau des membres et le centre de gravité de l'ensemble cavalier cheval est plus proche des antérieurs. Il a été mis en évidence un effet du cavalier sur la locomotion du cheval en quantifiant les forces de réaction au sol. *Schamhart et al* en 1991 démontrent des changements de cette force au niveau des membres antérieurs. Il compare les forces de réaction du sol (mesurées par une plate forme de force) d'un cheval trottant monté et en main. Le cavalier a pour effet de diminuer la force verticale des antérieurs et d'augmenter la force longitudinale à la fin de l'appui. Ce résultat est confirmé par les travaux de Peham (2004) qui mesure deux paramètres (vitesses et accélérations longitudinales au niveau de L4 et du sabot antérieur) significativement différents entre un cheval monté et en main. En revanche, les forces au niveau des postérieurs sont équivalentes avec un cheval monté ou en main. Clayton (1999) montre qu'au pas, l'effet d'un cavalier expérimenté sur les forces de réactions du sol, est le même qu'une masse inarticulée. Des mesures de forces de réaction du sol, avec des chevaux et des cavaliers de dressage expérimentés montrent également une diminution de la force verticale et un maximum de la force en retard au niveau des antérieurs et en avance au niveau des postérieurs. De plus, les enregistrements vidéo montrent un effet du cavalier sur l'articulation du boulet : l'amplitude du mouvement de l'articulation des boulets antérieurs est plus importante à la fin de la phase d'appui avec un cavalier.

Mais plus précisément, qu'en est il de l'effet de la position de chaque segment du cavalier et par conséquent de la position de son centre de gravité par rapport à celui de son cheval?

Schöllhorn W.I. (2006) testent 14 chevaux au trot en main, avec un cavalier expert, avec un cavalier non expert. Une analyse neuronale de variables cinématiques 2D (position, angles, vitesses et accélérations angulaires) met en évidence l'importance du contrôle de la position de la tête. Le cavalier expert contrôle 13 chevaux tandis que le cavalier non expert n'en contrôle que 3. D'autre part, compte tenu de l'absence d'une analyse cinématique du cavalier, les auteurs insistent davantage sur une effet cheval (cheval « facile » ou « difficile ») que sur un effet niveau du cavalier.

L'expertise...

La coordination entre le cheval et le cavalier est complexe. Le cavalier doit contrôler et s'adapter en même temps à partir des informations recueillies au niveau des points de contact. L'expertise du cavalier prend alors toute sa dimension et les études s'accordent à mettre en évidence la stabilité de l'expert :

Lagarde (2005) fait une analyse cinématique de cavaliers de dressage de niveaux différents, au trot. Il décrit une très bonne stabilité de la ligne épaule coude poignet de l'expert, synchronisée avec les mouvements du tronc du cheval. A l'inverse, le débutant interrompt son synchronisme à chaque mouvement vertical du cheval. L'auteur décrit chez le non expert une raideur de la colonne vertébrale et de la cheville. La flexibilité de la cheville de l'expert permet de mieux contrôler son équilibre en englobant le tronc du cheval.

La position des capteurs le long de la colonne vertébrale permet à Galloux (1997) de mettre en évidence le déplacement vertical de C7, nettement supérieur au déplacement vertical de la selle, au grand trot. Pour les cavaliers de dressage, les mouvements du cavalier et du cheval sont en phase : l'avancée du rein s'accorde avec la montée de la selle : lorsque la selle est haute, le bassin augmente sa rétroversion, et la descente de la selle provoque le recul du bas du dos et la montée de L1-L2. Enfin, l'auteur montre des différences en fonction du niveau de pratique : la stabilité de l'expert se traduit par la fixité des jambes et la fixité des épaules. L'angle de la cuisse est moins ouvert pour un cavalier débutant (128°) et l'axe de la colonne vertébrale s'éloigne de la verticalité de 11°5 (Shills et al, 1993)

L'objectif des investigations dans ce domaine est de déterminer le ou les types d'interaction entre le cavalier et le cheval, d'apprécier l'effet du cavalier, l'effet du cheval et enfin de mettre en évidence l'importance du rôle de la selle.

Cette étude propose de mettre en évidence dans un premier temps le synchronisme entre le centre de gravité du cheval et celui du cavalier à partir d'analyses cinématiques. Ces mesures concernent les cavaliers valides, cavaliers expérimentés en dressage, et les cavaliers handisports dressage. Les résultats des cavaliers valides serviront de référence pour l'analyse des résultats des cavaliers à mobilité réduite.

Conclusion

Les étapes suivantes de ce projet propose la mise au point d'un outil de mesure de l'assiette du cavalier, aide jugée essentielle dans l'interaction cavalier/cheval et altérée chez les cavaliers paraplégiques. Les résultats conduiront à l'élaboration du cahier des charges d'une selle handisport, conjuguant performance, confort et sécurité.

L'étape finale donnera le jour à une selle handisport adaptable à différents handicaps, reposants sur un principe de modules et utilisant des matériaux innovants en sellerie. Ce projet se conclura par la validation de cette conception.

Bibliographie

Clayton (1999). Rider effects on ground reaction forces and fetlock kinematics at the trot. *Equine Vet. J.* 30 (suppl.) : 235-239

de Cocq P, van Weeren PR, Back W. (2006) Saddle pressure measuring: validity, reliability and power to discriminate between different saddle-fits. *Vet J.* 2006 Sep;172(2):265-73

de Cocq P, van Weeren PR, Back W. (2004) **Effects of girth, saddle and weight on movements of the horse.** [Equine Vet J.](#) 36(8):758-63.

Delgado A., (1993) Force de traction sur les rênes d'élèves lads-jockeys de galop. *Sciences et sports* 8, 81-82

Galloux (1997) Adaptation biomécanique du cavalier à cheval, étude comparative entre deux simulateurs, Cereopa

Lagarde J., Peham C., Licka T., and Kelso J. A. S. (2005) Coordination Dynamics of the Horse~Rider System, *J Mot Behav.* ; 37 (6) : 418-24

Peham C., Licka T., Schobesberger H., Meschan E. (2004) Influence of the rider on the variability of the equine gait. *Hum Mov Sci.*; 23 (5): 663-71.

Powers P., and Harrison A., Effects of the rider on the Linear Kinematics of jumping Horses. *Sports Biomachanics Vol 1 (2)* 135-146

Schamhart, H.C.(1991) ground reaction force analysis of horse ridden at walk and trot. *Equine Exerc. Physiol.* 3 : 120- 127

Schills, S.J., Greer, N.L., Stoner, L.J. and Kobbuk, C.N. (1993) Kinematic analysis of the equestrian-walk, posting trot and sitting trot. *Hum Movement Sci.* 12: 693_712

Schöllhorn W.I., Peham C., Licka T. and Scheidl M. (2006) A pattern recognition approach for the quantification of horse and riders interactions. *Equine Vet J. suppl* 36 400-405.

Winkelmayr B., Peham C., Frühwirth B., Licka T. and Scheidl (2006) M.Evaluation of the force acting on the back of the horse with an English saddle and a side saddle at walk, trot and canter. *Equine Vet J., Suppl.* 36: 406-410

Meschan EM, Peham C, Schobesberger H, Licka TF. (2006) The influence of the width of the saddle tree on the forces and the pressure distribution under the saddle. *Equine Vet J.* 2007 May;173(3):578-84