

ADAPTATION BIOMECANIQUE DU CAVALIER A CHEVAL : ETUDE PRELIMINAIRE

La position du cavalier à cheval a des conséquences sur sa propre santé mais aussi sur l'équilibre, l'attitude et la locomotion du cheval.

En filmant le cavalier à cheval sur un simulateur, il est possible d'analyser en 3 dimensions les mouvements du bassin, de la colonne vertébrale et des épaules au trot et au galop.

Ce travail préliminaire doit permettre ensuite d'étudier toutes les variations d'attitude du cavalier, les caractéristiques individuelles et leurs influences.

P. Galloux *, R. Jeddi **, B. Auvinet ***,
S. Biau *, P. Lacouture **.

* Ecole Nationale d'Equitation, BP207 49411 Saumur.

** Laboratoire de métallurgie Physique (UMR 6630) Bat SP2MI, BD3 Téléport,
BP179, 86960 Futuroscope.

*** Association Pégase Mayenne, département de médecine du sport,
Centre hospitalier de Laval, 53015 Laval Cedex.

INTRODUCTION

L'objectif de cette étude est d'établir un protocole de mesure permettant d'étudier à terme, sur des chevaux réels, l'adaptation biomécanique des cavaliers en fonction de leur niveau et de leur discipline. Cette étude de faisabilité se limitera à la mesure des paramètres auxquels se réfèrent les entraîneurs pour un sujet placé sur un des simulateurs de la gamme Persival. L'objectif d'un bon fonctionnement du cavalier est l'épargne de son capital santé et la recherche d'une meilleure efficacité.

ETAT DES CONNAISSANCES

Si l'adaptation du cavalier a fait l'objet de nombreuses querelles d'écoles et d'évolutions dans la manière d'observer le cavalier (Girard 1996), les études scientifiques restent rares de part la difficulté d'appréhender un mouvement relativement fin et éloigné des systèmes de mesure. Les mesures accélérométriques réalisées au garrot sur des chevaux (Galloux et al. 1994) ont quantifié les accélérations subies par le cavalier et donné une première approximation de l'amplitude du mouvement de la selle aux différentes allures.

PROTOCOLE

Un sujet expérimenté est assis sur une selle d'obstacle placée sur un simulateur Sinival II à 3 degrés de liberté. La mesure est réalisée pendant 15 secondes au trot et au galop après stabilisation du mouvement, la fréquence choisie est lente (1.3 foulée/sec au trot et 1.1 foulée/sec au galop). Le trot et le galop simulés sont bien distincts et correspondent à la réalité avec un mouvement principalement vertical au trot et une prédominance du tangage au galop. Seuls les mouvements dans le plan longitudinal sont simulés.

Mesures cinématiques (Saga 3) : le simulateur est placé au centre de 4 caméras filmant à 50 images/sec. Les centres articulaires du cavalier sont repérés par 21 marqueurs collés sur le sujet (Figures 1 et 2). De même le pommeau et le troussequin de la selle sont repérés par deux marqueurs. Le volume calibré est un cube de 1.50 m de côté. Les coordonnées 3D des marqueurs sont obtenues avec une précision évaluée à 1.5mm.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les signaux enregistrés étant très stables et reproductibles les mouvements seront étudiés sur deux foulées prises au milieu des séquences. Les valeurs mesurées ne concernant qu'un sujet sont données à titre d'exemple ; elles devront être validées ultérieurement sur un groupe plus important de cavaliers pour montrer les particularités de chaque sujet.

Quelques définitions

Lordose : convexité antérieure de la colonne vertébrale

Cyphose : déviation à convexité postérieure de la colonne vertébrale.

Angle du buste : angle fait par la ligne 10^{ème} côte pointe de l'épaule et la verticale.

Angle du Bassin : angle fait par la ligne qui joint les épines iliaques antérieure et postérieures et l'horizontale.

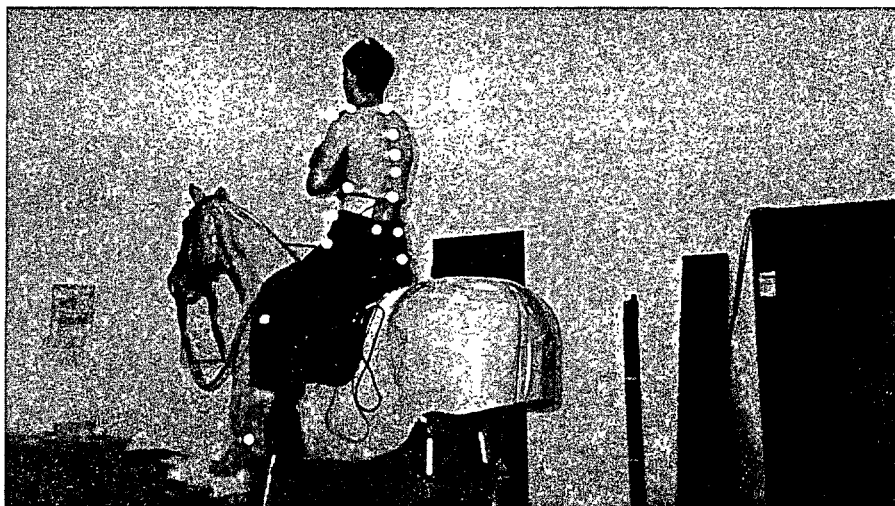
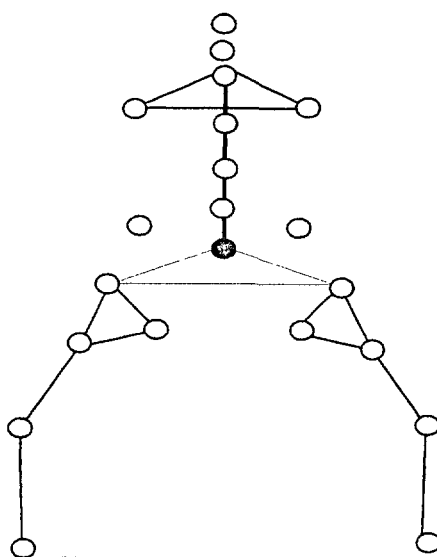


Figure 1 : Cavalier sur le simulateur Sinival II et les 23 marqueurs.



Liste des marqueurs :

- 1 Tête (1),
- 2 Menton (1),
- 3 Cervicale c7 (1),
- 4 Epaule acromion (2),
- 5 Dorsale Haut (1),
- 6 Dorsale Moyenne (1),
- 7 Charnière dorso-lombaire (1),
- 8 Lombar L1-L2 (1),
- 9 10^{ème} côte (2),
- 10 Epine iliaque antérieure (2),
- 11 Epine iliaque postérieure (2),
- 12 Grand trochanter (2),
- 13 Genou (2),
- 14 Cheville (2)

Figure 2 : Emplacements des marqueurs.

Attitude du cavalier

La littérature décrit les attitudes du cavalier suivant la rotation du bassin en antéversion ou en rétroversion, la position générale du haut du corps et l'importance de la lordose.

L'orientation du bassin est mesurée par l'angle que font les épines iliaques antérieure et postérieures avec l'horizontale. Si on admet que cette ligne est horizontale le cavalier observé présente une antéversion moyenne du bassin de -6° au trot et de -8° au galop relative par rapport à la position moyenne de la selle, cette bascule du bassin correspond aux observations présentées par Auvinet (1994). Le mouvement en tangage du simulateur étant très faible au trot, la rotation du bassin est de quelques degrés. Par contre, la figure 3 montre

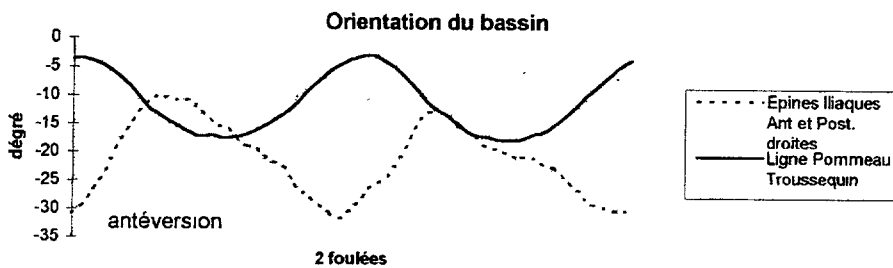


Figure 3 : Mouvement de tangage du bassin du cavalier au galop.

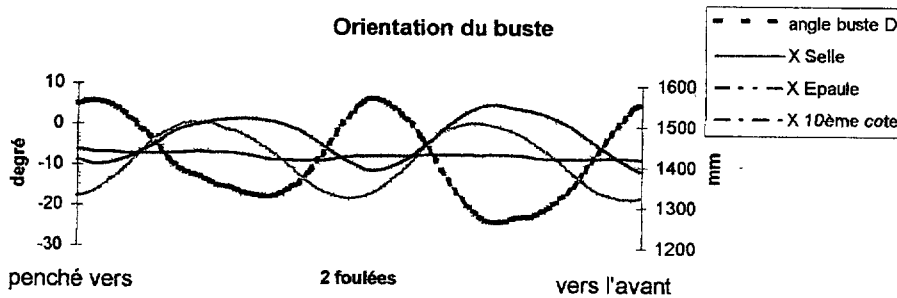


Figure 4 : Allure du galop, mouvement en tangage du buste et déplacements longitudinaux des marqueurs selle, 10^{ème} cote et épaule.

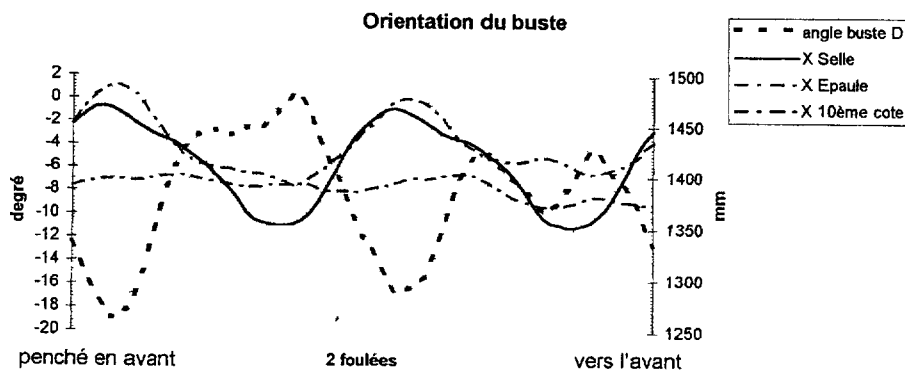


Figure 5 : Allure du trot, mouvement en tangage du buste et déplacements longitudinaux des marqueurs selle, 10^{ème} cote et épaule.

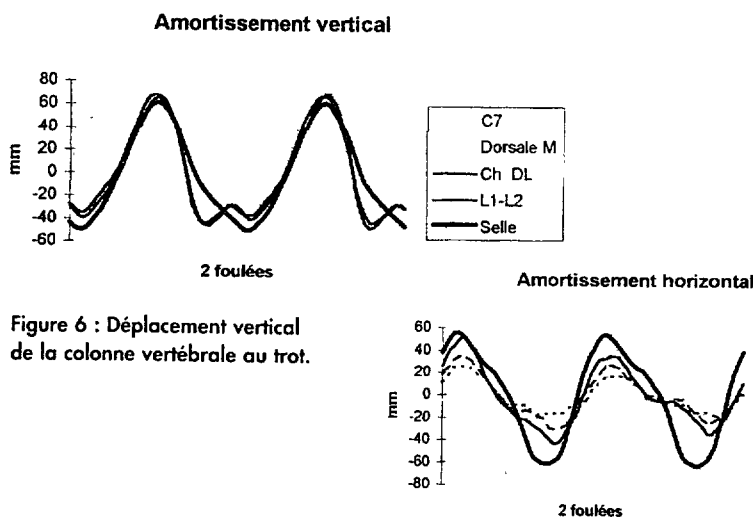


Figure 6 : Déplacement vertical de la colonne vertébrale au trot.

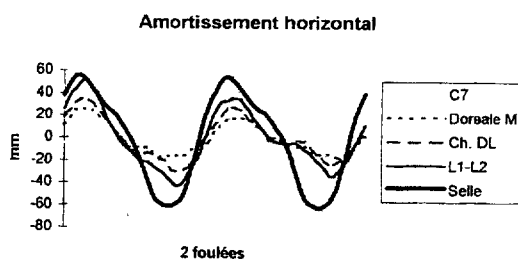


Figure 7 : Déplacement horizontal au trot.

au galop une amplitude de rotation du bassin très importante et déphasée par rapport au mouvement généré par le simulateur, le bassin du cavalier s'opposant au déséquilibre engendré.

La position du buste est illustrée par la figure 4. Le buste du cavalier est en avant de la verticale au galop de -9 degrés. Cette position en avant de la verticale est à nuancer compte tenu que le cavalier croise ses bras devant lui pour ne pas cacher le marqueur de côté.

L'orientation du buste vers l'avant au cours du mouvement est plus le fait du recul du bassin vers l'arrière que d'une avancée des épaules. Le bassin amplifie le mouvement engendré par la machine en présentant un certain retard lors du retour vers l'avant. Le recul du buste s'accompagne d'une ouverture de l'angle de la hanche (Morelle 1983). Au trot, le mouvement de rétablissement du buste apparaît en deux temps, il est également le fait du bassin (Figure 5).

Au trot ce cavalier présente une cyphose (27 ± 8 mm entre C7 et dorsale haut) et une lordose peu significative (-6 ± 8 mm entre la charnière dorso-lombaire et L1-L2). Cette lordose effacée serait d'après Fouquet (1996) un facteur d'épargne pour les disques vertébraux. Ces valeurs sont amplifiées au galop, la cyphose atteignant 39 ± 17 mm et la lordose -11 ± 18 mm. Ces valeurs évoluent ensemble et dans le même sens au cours de la foulée.

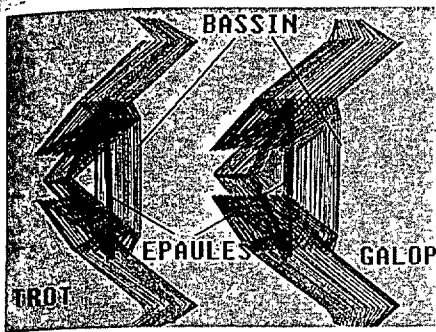


Figure 8 : Vue de dessus.

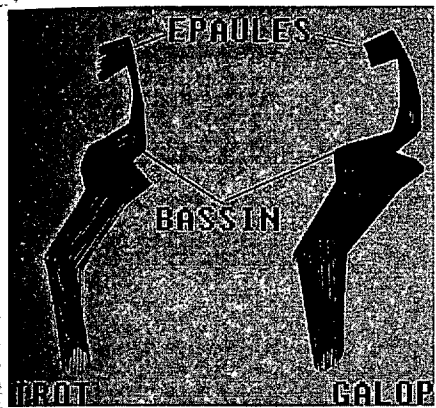


Figure 9 : Vue de profil.

Amortissement du haut du corps

Le cavalier amortit le mouvement de la selle par un mouvement accru de son bassin et en anticipant le déplacement de la selle. On n'observe ainsi sur la figure 6 aucune diminution de l'amplitude du déplacement vertical généré par la selle sur les points de la colonne vertébrale du sujet mais un mouvement d'évitement du sujet dans la phase descendante.

L'observation des valeurs suivant l'axe horizontal de la figure 7 montre par contre une réduction de l'amplitude du mouvement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la selle. Cet affaiblissement s'accompagne d'un mouvement plus com-

plexe au niveau de la cervicale C7 qui apparaît en opposition de phase avec les points inférieurs.

Adaptation du cavalier

Depuis quelques années et en particulier avec l'arrivée des simulateurs équestres qui a permis à l'instructeur de rester à hauteur de son élève, la fixité de la ceinture scapulaire dans le plan longitudinal est observée chez les bons cavaliers. Dans l'exemple de notre étude, les dessins suivants montrent le faible débattement longitudinal des épaules par rapport au fort déplacement du bassin au trot et plus encore au galop, allure dont les amplitudes sur l'axe longitudinal et en tangage sont importantes. Cette fixité semble nécessaire à une bonne assiette générale et notamment à l'obstacle. Les figures 8 « vue de dessus » et 9 « vue de profil » permettent de visualiser le travail important de fonctionnement du bassin et de la colonne verté-

brale qui permet la relative fixité de la ceinture scapulaire. La tête devant rester fixe, un contrôle correct des mouvements par l'asservissement des canaux semi-circulaires est nécessaire.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Loin encore de qualifier une monte économique ou efficace, cette première étude montre qu'il est possible d'étudier l'attitude du cavalier et son évolution temporelle grâce aux techniques d'analyse d'image. Permettant l'observation des mouvements fugitifs, elle devrait contribuer à créer des allures simulées propres à initier les bons gestes. Dépassant la simple analyse descriptive, il est probable que cette approche nous permettra d'affiner le jugement de l'observateur en dépassant la vue statique et figée des dessins et les limites de l'acquisition de l'œil humain.

Références bibliographiques

- Auvinet B. (1994) Le rachis du cavalier, *Rhumathologie*, 32, 85-94.
- Fouquet B. (1996) Biomécanique du rachis lombaire, *l'Equitation*, 9, 73-80.
- Girard J.F. (1996) Attitudes et fonctionnements du cavalier de dressage, mémoire de maîtrise, Angers, ESTHUA.
- Galloux P., Richard N., Dronka T., Leard M., Jouffroy J.L., Cholet A. (1994) Analyse du mouvement de la selle aux trois allures par une technique accélérométrique, *CEREOPA*, 223-229.
- Morelle R. (1983) Analyse qualitative des sollicitations vertébrales chez le cavalier en fonction des variations de son centre de gravité, *Chantilly, Médecine et Sports Equestres*, 178-186.

Remerciements

Cette étude a été réalisée avec le concours de l'Ecole Nationale d'Equitation, du Laboratoire de Métallurgie Physique (UMR -6630) de l'université de Poitiers, de l'association Pégase Mayenne et de l'association Persival.